

Universidad de San Carlos de Guatemala
Dirección General de Investigación
Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Escuela de Biología,
Instituto de Investigaciones Químicas y Biológicas –IIQB-
Programa de Investigación y Monitoreo de la Ecorregión Lachuá-PIMEL



Proyecto 2.84-2007

“Análisis espacial de la Dinámica Vegetal para el Monitoreo de la Vegetación en el Ecorregión Lachuá, Cobán, Alta Verapaz”.

Lic. Claudio Méndez, Br. Vanessa Dávila, Br. Roberto Garnica,
Dr. Jorge Erwin López, Licda. Maura Quezada

-

Guatemala, Enero de 2008

Índice

Índice de Temas

Resumen	01
Introducción	02
Antecedentes	
Estudios realizados en la región.....	02
Estudios realizados por La Escuela de Biología en La Ecorregión Lachuá.....	03
Justificación	05
Objetivos	06
Revisión de literatura	
Monitoreo Biológico.....	06
Fragmentación del hábitat.....	07
Sistemas de Información Geográfica (SIG).....	08
Sobre el área de estudio.....	09
Parque Nacional Laguna Lachuá.....	09
Clima en la Ecorregión.....	09
Cobertura Vegetal.....	10
Cambio de Cobertura Vegetal.....	11
La Franja Transversal del Norte.....	13
Laguna Lachuá.....	
Aspectos Socioeconómicos.....	15
Primeras migraciones hacia la región.....	15
Las poblaciones de la región.....	16
Conflicto armado 1978-1983.....	17
Actividades Petroleras en Guatemala.....	18
Aspectos sociales y ambientales del la Actividad Petrolera.....	18
Metodología	19
Presentación de resultados	
Protocolo para el Monitoreo de la Vegetación en la Ecorregión Lachuá.....	31
Análisis Temporal de Cobertura.....	52
Discusión	57
Conclusiones	58
Recomendaciones	58
Bibliografía	59
Anexos	
Anexo 1: Contactos generados durante las visitas a la Ecorregión Lachua.....	63
Anexo 2: Mapa Ubicación Ecorregión y sitios de muestreo.....	64

Índice de Cuadros:

Cuadro No.1: Clases vegetales determinadas por su estructura y composición vegetal, en relación al uso antrópico del suelo en la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá. (Ávila, 2004).....	12
Cuadro No. 2. Probables consecuencias del cambio en el uso del suelo, tomado de Avendaño, et al. 2005.....	16
Cuadro No. 3. Recursos humanos necesarios durante el levantamiento de datos utilizando parcelas modificadas de Whittaker.....	19
Cuadro No. 4. Recursos Necesarios para el levantamiento de datos durante el diagnostico de las Clases Vegetales.....	20
Cuadro No. 5: Materiales y equipo para el monitoreo de la vegetación.....	21
Cuadro No. 6: Resultados en el cálculo de la muestra los datos sobre riqueza de Ávila, 2004.....	23
Cuadro No. 7: Resultados en el cálculo de la muestra los datos sobre abundancia de Ávila, 2004.....	23
Cuadro No.8: Muestra la ubicación de las parcelas permanentes que fueron establecidas en la Ecorregión Lachuá.....	24
Cuadro No.9: Porcentaje cobertura para los años 1986, 1993, 2001 y 2003	52

Índice de Mapas:

Mapa No. 1. “Ubicación Ecorregión Lachuá y Sitios de Muestreo”	62
Mapa No. 2. “Cobertura Boscosa Ecorregión Lachuá, Año 1986”	53
Mapa No. 3. “Cobertura Boscosa Ecorregión Lachuá, Año 1993”	54
Mapa No. 4. “Cobertura Boscosa Ecorregión Lachuá, Año 2001”	55
Mapa No. 5. “Cobertura Boscosa Ecorregión Lachuá, Año 2003”	56

RESUMEN

La ecorregión Lachuá es uno de los remanentes boscosos del arco húmedo que corresponde a las verdaderas selvas lluviosas de Guatemala, sin embargo, es uno de los más amenazados por pérdida y fragmentación de hábitat.

El monitoreo biológico, permite a través del tiempo generar información del comportamiento de la diversidad biológica y los fenómenos que lo determinan. Para esto, es necesaria la búsqueda de indicadores que permitan recabar información confiable, por lo que el estudio de la dinámica vegetal (cambios en estructura y composición) se ha considerado un excelente indicador, ya que mucha de la biota depende de ésta para sobrevivir.

En este proyecto se plantea un protocolo que permite evaluar la dinámica vegetal en tiempo y espacio, en el cual se plantean 114 parcelas permanentes y las herramientas mínimas para la toma de datos; así como una evaluación preliminar de la historia en el cambio de cobertura a través de los años por medio del sistema de información geográfica. Ambas herramientas, protocolo de campo y la utilización del sistema de información geográfica permitirá evaluar los patrones de esta dinámica y los principales fenómenos que la determinan, y así en un futuro hacer propuestas de manejo y conservación acorde a los requerimientos de la ecorregión.

INTRODUCCIÓN

“La ecorregión Lachuá es parte un cinturón de selva lluviosa (con precipitaciones superiores a los 2500 mm) que Miranda (1978) define como selvas altas y medias perennifolias. A pesar de representar un fragmento de selva original, en el área habita una quinta parte de las especies de mamíferos silvestres de Guatemala tales como el jaguar (*Panthera onca*), el tapir (*Tapirus bairdii*), el mono saraguate (*Alloguatta pigra*) y 35 especies de peces en el sistema hidrológico formado por ríos y la laguna Lachuá, los que son parte de la gran cuenca del río Usumacinta, una de las regiones de mayor precipitación y endemismo ictiológico de toda Mesoamérica”(Escuela de Biología, 2004).

La fragmentación y pérdida de los hábitats en la ecorregión Lachuá se ha ido incrementando debido a la presión que los mismos reciben. Esto es encaminado por la necesidad de explotar la tierra por los pobladores de la región, así como otros factores, tal es el caso del establecimiento y desarrollo de la franja transversal del norte, las petroleras que se han establecido en dicha región, entre otras presiones que recibe este ecosistema

Este extensivo uso de la tierra, y el crecimiento de la población, impulsa un crecimiento de las comunidades humanas y los campos de cultivo, lo que afecta al área protegida y la deja a merced de la fragmentación. Exponiendo a este hábitat a la pérdida de recursos genéticos dejando las poblaciones aisladas, encaminándolas a la endogamia y posterior declinación de las poblaciones. De similar forma la pérdida de cobertura forestal creara espacios abiertos y consecuentemente las especies pioneras e invasoras irán ganando

espacio y sustituirán a las especies nativas que son dependientes de microhábitat más especializados.

El monitoreo biológico a nivel de paisaje, permite generar información a gran escala del comportamiento de la diversidad biológica. A la vez, el nivel de paisaje puede dar indicios de lo que sucede a nivel de comunidad, población y genético. Por consiguiente el uso de indicadores apropiados para el monitoreo, permite obtener la información mínima necesaria para el manejo de la diversidad biológica en un área determinada.

El estudio de la dinámica vegetal (cambios en estructura y composición) se ha utilizado como indicador a nivel de paisaje debido a que es posible localizarla espacialmente, clasificarla y tratarla como una unidad que es producto de las interacciones de los distintos elementos de un ecosistema.

La acción humana a través del tiempo produce alteraciones a la vegetación que están en función del tipo, intensidad y duración de las actividades. En la Ecorregión se reconocen ocho clases vegetales. Las clases vegetales están definidas por diferentes tipos de vegetación y dependen del estado y origen de la cobertura.

El conocimiento de los cambios en el área, forma, tamaño, configuración y conectividad de los parches, se puede relacionar como un causal de los cambios en la riqueza, la abundancia y la distribución de las especies, vinculados a su vez con la persistencia de las poblaciones y su vulnerabilidad ante factores de perturbación.

En vista de lo anterior, este proyecto plantea una evaluación rápida del cambio de cobertura en el tiempo. Asimismo se propone un protocolo que permite evaluar los cambios en la dinámica vegetal en tiempo y espacio, lo que permitirá conocer aquellos patrones y elementos clave en la transformación de hábitat; y así tener un respaldo válido que permita proponer alternativas de manejo que se adecuen a la ecorregión y mantener los procesos ecológicos que la mantienen.

ANTECEDENTES

Estudios realizados en la región

Uno de los primeros trabajos realizados en la región se llevo a cabo en el año 1997, fue ejecutado por el Proyecto Conservación del Parque Nacional Laguna Lachuá y Desarrollo Sostenible de su Zona de Influencia (CONAP, 2004). En el cuál fue desarrollado un diagnóstico descriptivo de las comunidades colindantes con el PNLL, este marco engloba temas sobre aspectos históricos, sociales, productivos (agrícolas y agroforestales) y la situación de la tenencia de la tierra. Todo esto con la finalidad de planificar acciones que permitan impulsar el desarrollo sostenible en la región.

En 1999 Monzón realizó el estudio sobre los recursos agua y suelo y además un análisis sobre el uso de la tierra en la zona de influencia del PNLL, en el mismo determinó los tipos de suelo, la vocación de estos, y estudio las características geomorfológicas de la región a

través de lo cual determinó que los suelos de dicha región son altamente susceptibles a la erosión y que no son aptos para cultivos. A través de un análisis del uso del suelo registró como se ha ido perdiendo la cobertura forestal. Así mismo identifico 40 unidades de paisaje con diferentes vocaciones de uso, esto con un fin de manejo de acuerdo a las características del suelo, identifico una delimitación en asociaciones y complejos de estos tipos: Cultivos limpios, guamil y bosque; bosques intervenidos y bosques densos este ultimo en el área del parque.

En 1997 Castañeda realizó un estudio florístico del PNLL en el cuál fueron determinadas varias comunidades, así como un índice de importancia familiar de algunas especies vegetales, comparación de unidades de estudio y diagramas de perfil. Según este estudio el bosque denso presenta aproximadamente 108 especies arbóreas.

Estudios realizados por La Escuela de Biología en La Ecorregión Lachuá

Durante los últimos nueve años la Escuela de Biología de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, implemento el Programa de Investigación y Monitoreo de la Ecorregión Lachuá (PIMEL), el cuál se originó con un convenio de cooperación entre la Escuela de Biología de la Universidad de San Carlos de Guatemala y la Universidad de Agricultura de Noruega (AUN), auspiciado por el Concilio de Universidades de Noruega (NUFU). Este programa o unidad de investigación ha desarrollado una serie de investigaciones básicas y aplicadas, y propone como eje central el desarrollo del programa de monitoreo de la diversidad biológica de la ecorregión, ya que a través del mismo se podrá generar información acerca de los fenómenos naturales e inducidos que afectan a los organismos y recursos dentro del contexto de la ecorregión. Dicha información permitirá realizar un diagnostico de problemáticas y amenazas que a la vez permitirán planificar medidas que amortigüen el deterioro ambiental en la Ecorregión Lachuá , aunado a esto impulsar la conservación del Parque Nacional Laguna Lachuá y el manejo de los recursos en las comunidades que componen su zona de influencia.

El objetivo general de PIMEL es el de “poner en funcionamiento un programa de investigación y monitoreo de los cambios en la diversidad biológica en función de la dinámica en el uso de la tierra, basado en un enfoque multitaxonómico (fauna y flora como indicadores), incorporando el conocimiento tradicional, que pueda efectuarse periódicamente con la participación de los guarda recursos del PNLL así como los habitantes de las comunidades en el área de influencia” (Méndez, 2001).

Otro de los objetivos de PIMEL es el de diseñar un programa de monitoreo en el que se estudien los efectos del cambio de uso de la tierra sobre los patrones de distribución de la diversidad biológica, provocado por actividades antropogénicos y naturales.

En 1998 la Escuela de Biología de La USAC inicio las primeras investigaciones con relación a la flora y fauna del PNLL. El objetivo principal era describir las características del Parque y su zona de influencia, en cuanto a la diversidad biológica, abundancia y distribución de especies. Morales (2000) realizó un informe de vegetación para el proyecto Lachua-Escuela de Biología, en el que se presenta un análisis de la vegetación del PNLL; en el mismo año Calderón realizó un estudio fenológico con nueve especies vegetales del

PNLL seleccionadas por su importancia como germoplasma de plantas de uso maderero y comercial.

González (2002), realizó una *Caracterización Preliminar del Uso del Paisaje en Tres Comunidades del Área de influencia Norte del PNLL*, mediante este estudio se pudo constatar que la producción agrícola de maíz es la actividad mayormente realizada, ya que a pesar de realizar otro tipo de actividades como la ganadería no es tan frecuente debido a la gran inversión que esta representa. Otro tipo de actividad agrícola detectada para la región es el cultivo de cardamomo que es del tipo agroforestal, lo que implica una menor degradación en los ecosistemas. El patrón tradicional de cultivo detectado para la ecorregión ha tenido sus consecuencias ecológicas, ya que el crecimiento acelerado de las comunidades y la fuerte migración a la zona van demandando mayores cantidades de tierra para cultivar y por ende una mayor destrucción de los ecosistemas.

Hernández (2002), realizó el estudio titulado *Estudio Base para el Establecimiento del protocolo de monitoreo de vegetación, Dinámica de parches de la ecorregión Lachuá*, el propósito del mismo fue reconocer las clases de vegetación distinguidas y utilizadas por los q'eqchi'es, estandarizarlas, ubicarlas e iniciar la caracterización de las mismas, con el fin de definir un estudio de trayectoria a largo plazo, que permita generar información que oriente un adecuado manejo de la Ecorregión Lachuá, a través de este estudio se pudo determinar que las clases vegetales no son estáticas y cambian de una clase vegetal a otra, según sea el uso de la tierra.

García (2002) realizó la investigación sobre *Estructura y composición florística de los estratos arbustivo y arbóreo en la zona de influencia del PNLL* donde encontró que la composición se caracteriza por la mayor abundancia en las familias Moraceae y Leguminosae y que la dinámica de rotación de cultivos y de uso del suelo determina la estructura y la composición de la vegetación en el área.

Garnica (2003) realizó el *Listado de plantas epífitas de ocho clases vegetales en la zona de influencia del PNLL* y encontró que los sitios con mayor cantidad de especies de epífitas fueron las de Bosque y Cardamomo ya que proporcionan mejores condiciones micro climáticas.

Ávila (2004), realizó el estudio titulado *Establecimiento de la Base del Programa de Monitoreo de la Vegetación en el Área de Influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá* por medio del cuál el determinó que los tipos de vegetación reconocidos en la región son formaciones producto del manejo local de la tierra que produce una transformación continua del paisaje.

Rosales–Meda (2003) realizó el estudio titulado *Abundancia, distribución y composición de tropas de Mono Aullador Negro (*Allouatta pigra*) en diferentes remanentes de Bosque en la Ecorregión Lachuá*, en el análisis realizado se determinó que los remanentes boscosos donde se localizaron los monos variaron en cuanto al tamaño, el tipo de cobertura vegetal y la distancia de aislamiento entre cada uno de los mismos.

Quezada (2004), realizó el estudio titulado *Riqueza de Macrohongos (Orden Agaricales) dentro de las Ocho Clases Vegetales Generadas por el uso del Suelo en la zona de*

influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, por medio del cuál se determinó que las clases vegetales con mayor cobertura boscosa y heterogeneidad estructural son las que poseen mejores condiciones microclimáticas para el desarrollo de macrohongos.

Ávila (2004) realizó el estudio titulado *Establecimiento de la Base del Programa de Monitoreo de la Vegetación en el Área de Influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá* mediante el cual determinó ocho clases vegetales diferenciadas por su estructura y composición definidas por el uso antrópico del suelo (Cuadro No. 1). Las clases vegetales identificadas son reconocidas por los pobladores de la Región.

El estudio *Dinámica del Uso de la Tierra y la Conservación de los Recursos Naturales en la Región Lachuá* realizado por Avendaño y colaboradores (2005), da a conocer una clasificación de los paisajes de la Región de Lachuá en la categoría de localidades, utilizando características geomorfológicas. Así mismo, basándose en el cambio del uso de la tierra del año 1954 al 2001, evaluaron las diferencias entre las localidades y su correspondencia con la configuración actual del paisaje.

Se delimitaron cuatro Localidades: Respecto al cambio del uso de la tierra, las Llanuras fueron las primeras áreas deforestadas y poseen menor cobertura forestal en la actualidad; y los Lomeríos (o zonas de colinas) las áreas con menor grado de deforestación. Se encontraron elementos de la cultura Q'eqchi relacionados con la conservación de los Lomeríos; pero al parecer los factores físicos determinan en mayor grado la intensidad y el uso de la tierra. Las llanuras suelen tener suelos más profundos con vocación agrícola, y en el caso de los Lomeríos, la disección vertical es un impedimento para la siembra y el pastoreo.

JUSTIFICACIÓN

El monitoreo biológico a nivel de paisaje, permite generar información a gran escala del comportamiento de la diversidad biológica. A la vez, el nivel de paisaje puede dar indicios de lo que sucede a nivel de comunidad, población y genético. Por consiguiente el uso de indicadores apropiados para el monitoreo, permite obtener la información mínima necesaria para el manejo de la diversidad biológica en un área determinada.

La dinámica de la vegetación, vista desde la perspectiva de formaciones y comunidades vegetales, es un buen indicador para la identificación y seguimiento de los cambios ambientales. A su vez la dinámica vegetal puede ser cuantificable y representa una variable ecológica clave, indicadora de las características estructurales y funcionales del paisaje, la cual expresa el efecto de diferentes variables del medio físico que integran el sistema ambiental.

La acción humana a través del tiempo produce alteraciones a la vegetación que están en función del tipo, intensidad y duración de las actividades. En la Ecorregión se reconocen ocho clases vegetales. Las clases vegetales están definidas por diferentes tipos de vegetación y dependen del estado y origen de la cobertura.

El estudio de la dinámica vegetal (cambios en estructura y composición) se ha utilizado como indicador a nivel de paisaje debido a que es posible localizarla espacialmente, clasificarla y tratarla como una unidad que es producto de las interacciones de los distintos elementos de un ecosistema.

El conocimiento de los cambios en el área, forma, tamaño, configuración y conectividad de los parches, se puede relacionar como un causal de los cambios en la riqueza, la abundancia y la distribución de las especies, vinculados a su vez con la persistencia de las poblaciones y su vulnerabilidad ante factores de perturbación.

En vista de lo anterior, análisis espacial de la dinámica de las clases vegetales por medio de la interpretación de fotografías aéreas, depuración de las imágenes satelitales más recientes, recorridos de reconocimiento dentro de las comunidades humanas localizadas en la zona de influencia, evaluación y selección de sitios que presenten las diferentes clases vegetales definidas y la georeferenciación de los mismos, permitirá seleccionar con más detalle las unidades de muestreo para el monitoreo de la vegetación en la ecorregión Lachuá.

OBJETIVOS

1. General:

- Analizar la dinámica vegetal en los últimos años para el establecimiento de un protocolo de monitoreo adecuado para la vegetación en la Eco-región Lachuá-

2. Específicos:

- Realizar un análisis espacio- temporal de la vegetación que permita conocer los cambios de la cobertura vegetal de la eco-región Lachuá en los últimos años.
- Diseñar el protocolo para el monitoreo de la vegetación en la Eco-región Lachuá.

REVISIÓN DE LITERATURA

Monitoreo Biológico

“El monitoreo es la evaluación periódica para conocer tendencias. El monitoreo proporciona una línea de información base que permite entender el comportamiento de un sistema a través del tiempo. Es una forma de evaluar si los objetivos de una acción se cumplen y modificar acciones en caso de detectar tendencias no deseadas. El monitoreo es

necesario para entender los efectos de las políticas sociales, económicas, demográficas y ambientales, entre otras”, (Galindo-Leal, 1999).

Sobre el estudio de la estructura del paisaje cabe subrayar el papel notable de la cobertura vegetal, “dado que la vegetación representa un conjunto de variables ecológicas clave”, la vegetación es indicadora de las características estructurales y funcionales del paisaje, la cual integra el efecto de diferentes variables del medio físico que resultan en la dinámica de la vegetación (Monedero, 2005).

Las actividades humanas a través del tiempo crean alteraciones a la vegetación que están en función del tipo, intensidad y duración de las mismas. Debido a esto, hoy se reconocen distintos tipos generales de uso del suelo, los cuales llevan asociados diferentes tipos de vegetación y que dependen de la intensidad del uso y las temporadas de utilización.

“El análisis de los patrones y procesos ecológicos en un paisaje requiere el conocimiento de su estructura, la cual corresponde a la disposición espacial de extensiones de terreno que son ambientalmente diferentes y se denominan parches. La dinámica y la estructura constituyen las propiedades emergentes del paisaje y determinan la naturaleza e intensidad de los procesos ecológicos en el espacio” (Durán, 2002).

El monitoreo de los cambios en el área, forma, tamaño, configuración y conectividad de los parches permite identificar la causa del cambio en la riqueza y distribución de las especies, vinculados a su vez con la persistencia de las poblaciones y con su fragilidad ante factores de perturbación (Monedero, 2005).

En consecuencia, el estudio de la estructura y composición vegetal, aporta valiosa información respecto a la disponibilidad y grado de fragmentación de los hábitats y de las especies de flora.

Así mismo permite visualizar la historia, así como predecir la posible tendencia del proceso, cuando se establecen comparaciones en el tiempo. Todo ello constituye un conocimiento básico de gran utilidad para proponer procesos de evaluación a largo plazo, que permitan valorar los recursos y que bajo esta valoración las partes interesadas tomen decisiones en cuanto al manejo de los recursos disponibles.

Fragmentación del hábitat

La fragmentación de los hábitats en la ecorregión Lachuá se ha ido incrementando debido a la presión que los mismos reciben. Esto es encaminado por la necesidad de explotar la tierra por los pobladores de la región, así como otros factores como lo son el establecimiento y desarrollo de la franja transversal del norte, las petroleras que se han establecido en dicha región, entre otras presiones que recibe este ecosistema.

El área de interés para este estudio es la zona de influencia del PNLL, la que posee un mosaico de hábitats definidos según el uso antropogénico de la tierra. Las áreas agrícolas y ganaderas crecen continuamente dejando al parque como un remanente aislado. Monzón

(1999) documenta que la mayor pérdida de cobertura boscosa en el área se dio en la década de 1970 Y 1980. Ha habido hasta 1996 una reducción de 20,707 hectáreas (CONAP, 2004).

Con el análisis de interpretación de la imagen satelar Landsat de 2001 se determinó el porcentaje de cada clase en el área de estudio, los cuales corresponden a bosque denso y ralo (forestal) 35%, guamiles altos (guamil III, II, I) 38%, guamiles bajos (guamil I y potrero enguamilado) 6%, cultivos limpios y potreros (18%) y el restante 3% corresponde a la superficie de la laguna Lachuá y superficie del río Chixoy (Avendaño, et al. 2005).

Este extensivo uso de la tierra, y el crecimiento de la población, impulsa un crecimiento de las comunidades humanas y los campos de cultivo, lo que afecta al área protegida y la deja a merced de la fragmentación. Exponiendo a este hábitat a la perdida de recursos genéticos dejando las poblaciones aisladas, encaminándolas a la endogamia y posterior declinación de las poblaciones. De similar forma la perdida de cobertura forestal creara espacios abiertos y consecuentemente las especies pioneras e invasoras irán ganando espacio y sustituirán a las especies nativas que son dependientes de microhábitat más especializados.

Por lo que es necesario considerar el desarrollo de programas de monitoreo que orienten acciones de conservación sobre todo en zonas aledañas a áreas protegidas, (Méndez, 1997), como lo es el Parque Nacional Laguna Lachuá.

Sistemas de Información Geográfica (SIG)

Los sistemas de información geográfica son herramientas que permite el uso y manejo de grandes cantidades de información agregada a la representación gráfica de elementos concretos de la tierra, que permite evaluar, hacer y responder preguntas acerca de nuestro entorno. Los sistemas de información geográfica constituyen actualmente una herramienta indispensable en el estudio del entorno ambiental y de los recursos naturales. Los sensores remotos son una parte fundamental de los SIG que permite acercarnos y hacer apreciaciones mas objetivas de los recursos que poseemos.

Las imágenes de percepción remota procesadas en un SIG, permiten integrar y analizar la heterogeneidad espacial en formato digital, fácilmente medible. Una imagen digital está constituida por píxeles, que se obtienen al convertir el intervalo continuo de valores análogos de radiación registrada por un sensor en un intervalo expresado por un número finito de enteros -números digitales- (Lillesand y Kiefer, 1994). Con la tecnología SIG es posible por un lado, modificar el tamaño del píxel y variar así el nivel de resolución de la imagen -tamaño de grano-, permitiendo un análisis de la heterogeneidad espacial a diferentes escalas; por otro lado es posible calcular los porcentajes de cobertura boscosa, ya sea en forma directa a través de un módulo específico, o en forma indirecta, a través de formatos de importación y exportación de datos, permitiendo el intercambio de informaciones con otros programas (Cámara et al., 1996).

Con una serie de imágenes satelares puede hacerse una evaluación o un estimado de la pérdida de cobertura vegetal, lo que puede utilizarse para platear estrategias de manejo encaminadas a la conservación del lugar, haciendo del uso de los recursos una forma sostenible de vivir.

Sobre el área de estudio

“La ecorregión Lachuá corresponde a las tierras bajas del Norte de Guatemala cuya región fisiográfica pertenece al Cinturón Plegado del Lacandón caracterizado como se indicó anteriormente por ser una región Kárstica con orígenes en el Cretácico superior. La región es parte de un cinturón de selva lluviosa (con precipitaciones superiores a los 2500 mm) que Miranda (1978) define como selvas altas y medias perennifolias, gradualmente varía hacia el Noreste, con la reducción de la precipitación, formándose las selvas altas, medias y bajas subperennifolias de transición características del centro de Petén. A pesar de representar un fragmento de selva original, en el área habita una quinta parte de las especies de mamíferos silvestres de Guatemala tales como el jaguar (*Panthera onca*), el tapir (*Tapirus bairdii*), el mono saraguato (*Alloguatta pigra*) y 35 especies de peces en el sistema hidrológico formado por ríos y la laguna Lachuá, los que son parte de la gran cuenca del río Usumacinta, una de las regiones de mayor precipitación y endemismo ictiológico de toda Mesoamérica”(Escuela de Biología, 2004).

Los ecosistemas forestales tropicales de baja latitud, presentes en Guatemala, están representados por dos zonas de vida, según la clasificación del sistema Holdridge, bosque húmedo subtropical (cálido) y bosque muy húmedo subtropical cálido, existen dos tipos de suelos; los suelos aluviales fértiles y que pueden ser transformados a agrosistemas sin ningún problema, como el caso de la Costa Sur y los suelos no aluviales poco fértiles donde la sustitución de los bosques naturales para realizar agricultura puede provocar problemas, si no se restituye la fertilidad como en el caso de la ecorregión Lachuá (Cabrera, 1995).

Se hallan dos características fundamentales de este tipo de ecosistemas y son que la mayor parte de los nutrientes se encuentran almacenados en la biomasa y el que hay un continuo reciclaje de nutrientes del suelo hacia la biomasa. De ahí que la sustitución del bosque por otro sistema, provoque la disminución de la fertilidad y de la capacidad productiva de estos sistemas, a pesar de la capacidad de regeneración que tienen (Cabrera, 1995).

Esta última característica permite que los sistemas de producción agrícola utilizados aunque sean destructivos de los ecosistemas originales, puedan clasificarse como sostenibles hasta un tamaño de población definida (Cabrera, 1995).

Parque Nacional Laguna Lachuá

Según el Plan Maestro del Parque Nacional Laguna Lachuá, “el Parque Nacional Laguna Lachuá -PNLL- surge de hecho en 1975, con la delimitación del “Área de Reserva Lachuá” efectuada por el Instituto Nacional de Transformación Agraria, INTA. Es incorporada legalmente al Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas SIGAP, por la Ley de Áreas Protegidas en primer término como Área de Protección Especial (Decreto 4-89) y luego es declarada Área Protegida con la categoría de manejo *Parque Nacional*, con el Decreto 110-96, en diciembre de 1996”, (CONAP, 2004)

En el Parque Nacional Lachuá y su Zona de Amortiguamiento se reconocen los usos que se le da a la tierra y su cobertura forestal. Los usos de la tierra correspondientes a agricultura y pastos ocupan un 25.4% de la superficie y, en el caso de las coberturas, predominan los

bosques naturales de densidad media en un 33% de la extensión del PNLL y su Zona de Amortiguamiento. La extensión cubierta con bosques abiertos (algunos intervenidos con cardamomo), representa el 18.93% del total del área. Este bosque se encuentra concentrado principalmente en las áreas de San Isidro- San Luis y el Peyán, El Zapotal, Bempec y Salacuim, Tzetoc y mayormente en Nueve Cerros (CONAP, 2004).

Alrededor del área se ubican más de 20 comunidades las cuales conforman la denominada zona de influencia. La actividad económica de las comunidades está basada principalmente en la utilización de la tierra y de algunos productos del bosque como medio de subsistencia. La población se estima en unas 10,000 personas, en su mayoría de ascendencia indígena, de las etnias q'eqchi y pocomchí (DIGEBOS-UICN-PAFG, 1992).

La zona de protección especial Lachuá ha sido manejada como categoría de parque nacional, en donde no se permiten actividades productivas y extractivas y cuyo fundamento es la conservación de la biodiversidad y de la belleza paisajística. A pesar de que existen algunas incursiones de agricultores, pescadores y cazadores dentro del área, aunque los guardarecursos han logrado persuadir a los invasores que actúan ilícitamente (Cabrera, 1995).

En términos generales esta área ha tenido un buen manejo y ha sido respetada por los habitantes de las aldeas periféricas. Esto posiblemente se debe a la relación que establecen los agricultores entre el INTA y el área protegida. El vincular el área protegida al INTA ha traído beneficios para la protección de la misma, ya que los habitantes vecinos racionalizan sus acciones con respecto a futuras sanciones del INTA (Cabrera, 1995).

En la zona de influencia la mayor parte de los comuneros de la zona tiene en trámite sus títulos de propiedad con el INTA, lo que determina cierta dependencia en el mediano plazo en cualquier acción agraria que ellos desarrollen (Cabrera, 1995).

Clima en la Ecorregión

Para el área de estudio ha sido reportada una precipitación anual promedio para el área sur montañosa de 4000 mm y 2800 mm para el área norte donde la mayor parte del terreno es plano. La temporada de mayor precipitación según lo que indican los reporte sucede durante los meses de junio a noviembre. La época seca se ha registrado durante los meses de febrero a abril. Así mismo se reporta una temperatura promedio de 30°C, la temperatura máxima reportada es de 41°C y la mínima es de 15°C y la humedad oscila entre un 90% a 95% (MAGA - CATIE- ESPREDE, 2001).

Cobertura Vegetal

La zona de estudio presenta un bosque tropical perennifolio, este muestra una relación directa y responde a las precipitaciones anuales, que se presentan con regularidad; su composición florística y estructura varía en función del régimen de lluvias. Esta variación se va acentuando por las diferentes condiciones orográficas, bióticas e históricas.

Los efectos producidos por el gradiente de incidencia de luz crean un efecto directo sobre la estructura vertical y se debe principalmente a los efectos producidos por la disminución de la luz y el aumento de la humedad de arriba hacia abajo (Castañeda, 1997).

El bosque está conformado estructuralmente por vegetación que presenta cinco estratos reconocibles y la complejidad de los estratos y el número de los mismos se va reduciendo al tratarse de las otras siete clases vegetales que componen el mosaico paisajístico de la Ecorregión Lachuá (ver cuadro No.1). “La vegetación presenta una estructura vertical generalmente determinada por estratos claramente delimitados, cuyo tamaño y número dependen de los tipos de formas de vida que existen; es rica en especies herbáceas, lianas y epífitas” (Castañeda, 1997).

La composición y estructura vegetal del bosque van modificándose con respecto al tiempo y espacio, principalmente por las actividades agrícolas y ganaderas.

La cantidad de individuos que conforman cada uno de los grupos de formas de vida vegetales que constituyen los estratos tales como árboles, arbusto y subarbustos, varía para cada una de las clases vegetales descritas por Ávila, 2003 y Hernández, 2002.

La Ecorregión Lachuá inicialmente poseía una cobertura vegetal dominada por un tipo de bosques característicos de regiones de baja altitud (Izabal, Peten y norte de Quiché, Huehuetenango y Alta Verapaz) constituidos por especies de hoja ancha, como cedro (*Cedrela odorata*), caoba (*Sweitenia macrophylla*), danto (*Vateria lundelii*), zapote (Manilkara zapota), pimienta (Pimienta dioica), principalmente. De acuerdo al Inventario Forestal Nacional del Parque Lachua realizado en 1980, se determinaron 78 géneros de especies forestales. Las especies más frecuentes fueron: *Dalium guanensis*, *Calophyllum brasiliense*, *Terminalia amazonia* y *Vochysia guatemalensis*, *Ceiba pentandra*, *Switenia macrophylla* y *Orbignya cohune* (Castañeda, 1997).

Cambio de Cobertura Vegetal

La vegetación, es “la expresión evolutiva de agregado de especies vegetales en un lugar y tiempo determinado, representa un elemento indicador del estado de un ecosistema”. Así, la composición y estructura de la vegetación son aspectos que responden a cambios tanto naturales como inducidos por el uso de la tierra por las comunidades humanas (Avendaño, et al, 2005).

Según Mozón (1999), para el año 1954 existía una cobertura forestal del 99% y no ocurría perturbación forestal alguna, para el año 1973 la cobertura forestal disminuyó al 96% con un 91% de bosque denso y un 5% de bosque intervenido, en el año de 1982 la cobertura disminuyó a un 86% teniendo para ese entonces un 45% de bosque denso y 41% de área forestal intervenida, un 3% de cultivos de maíz y un mosaico de otras clases vegetales que representaban un 10%, durante esta época se intensificaron los cultivos, la presencia de potreros y guamiles y para los años noventa, la observación realizada en 1996 indicó que la cobertura forestal abarcaba un 50% esto distribuido en un 29% bosque denso y un 21% de intervenido, los cultivos limpios presentaban un 11% y el mosaico de otras clases un 37%, en esta época hubo un aumento de los centros poblados y continuó la sustitución de bosque por sistemas de cultivos, potreros y guamiles.

El cultivo más importante según Hernández, 2002, es el maíz, utilizado para el consumo de los comunitarios. Existen dos épocas de siembra anuales, una en verano durante los meses de noviembre a abril y otra en invierno durante los meses de mayo a septiembre. Además del maíz, también existen cultivos de chile, sandía, piña, cacao, arroz, ayote, frijol. Para fines de aprovechamiento de los factores climáticos existe una rotación de cultivos, para que así descansa la tierra.

Esta rotación de cultivos, permite generar una serie de parches de diferentes clases vegetales que responden al manejo de los recursos por las comunidades que habitan en la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá. Otro de los cultivos importantes es el Cardamomo, ya que al necesitar de condiciones de poca incidencia de luz para desarrollarse, permite que se conserve el estrato arbóreo de los terrenos donde se cultiva (Hernández, 2002). Derivado de esta dinámica del uso del suelo generado por el manejo antrópico la vegetación presenta diferentes características de estructura y composición, diferenciándose así ocho clases vegetales que son reconocidas por lo pobladores de la región (Ávila, 2003).

Cuadro No.1: Clases vegetales determinadas por su estructura y composición vegetal, en relación al uso antrópico del suelo en la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá. (Ávila, 2004).

No.	Clase Vegetal	Nombre Q'eqchi'	Características Cualitativas
1	Bosque (montaña)	Ninqi che' K'iche' - montaña-	Domina el estrato arbóreo, escaso sotobosque, incluye las regiones de bosque quemadas por incendios y que poseen bosque secundario
2	Cardamomal	Ninru	Presencia de árboles altos y gruesos que hacen sombra al sotobosque que está dominado por plantas de Cardamomo
3	Guamil 1	Kalemb'il, aara'an naka aaw	Incluye tapiscado (milpa luego de ser cosechada) presencia de herbáceas y algunos arbustos, altura entre 0.1 a 3 m.
4	Guamil 2	Alkaa'l, nin ri	Dominan los árboles delgados como el Guarumo, Plumajillo y arbustos, altura de estos entre 4 a 6m.
5	Guamil 3	Alkaa'l K'ich'e	Dominancia de árboles y arbustos con mayor altura y diámetro, altura mayor a los 7 m. Presencia de pocas herbáceas.
6	Cultivo	Awinq Maíz –ixim- Frijol –keenq- Ayote –k'um- Chile –ik- Arroz –aros- Sandia	Complejo de cultivos de maíz, frijol, ayote y con menor frecuencia el chile, arroz, sandía. Ausencia de árboles, escasos o ningún arbusto, presencia de herbáceas pioneras.

7	Potrero	Alamb'r	Con o sin la presencia de árboles dispersos, los cuales son utilizados para sombra del ganado, presencia de palmas, como el Manaco (<i>Orbignya</i>), puede haber pocos arbustos pequeños, algunos tienen zonas inundables; predominan los pastos naturales o introducidos.
8	Potrero con guamil		Similar al anterior, pero se caracteriza por tener por lo menos un año de abandono, lo que significa que se encuentran herbáceas y arbustos altos.

La Franja Transversal del Norte

La franja transversal del Norte abarca un área de 8,500 km², ocupando el Norte de los departamentos de Izabal, Alta Verapaz, Quiché y Huehuetenango, junto con el departamento del Petén es una zona que originalmente estaba cubierta por ecosistemas forestales tropicales de baja altitud, denominada fisiográficamente, tierras bajas del norte (Cabrera, 1995).

La zona se declaró como zona de desarrollo agrario por Decreto de Ley No. 60-70, con la finalidad de dar lugar al proceso de colonización; en 1960 por resolución 472 del Consejo Nacional de Planificación Económica (CNPE), se inicia la construcción de caminos. La resolución 561 del CNPE del 26 de diciembre de 1963, indica que se deben utilizar tierras baldías de Izabal y sur de Petén, Alta Verapaz, Quiché y Huehuetenango; a principios de la década de los setenta, bajo la coordinación del Instituto Nacional de Transformación Agraria dando como resultado el asentamiento de familias en la FTN. De acuerdo al punto de vista de la división político administrativa vigente, se dividió la FTN en cinco sectores, siendo ellos Ixcán, Lachuá, Sebol, Modesto Méndez y Livingston (Monzón, 1999).

En la época de los años sesenta se declaró la zona de la Franja Transversal del Norte, por el gobierno, como zona de desarrollo rural, momento desde el cuál se dio inicio a la explotación de los recursos por los colonizadores. De manera que el estado, delegó al Instituto de Transformación Agraria (INTA) la ubicación de los nuevos colonos, así como el control de títulos de propiedad (FARCOTA, 2000).

La iglesia católica también contribuyó con la organización de las colonizaciones en el municipio vecino de Ixcán, Quiché, así como a la creación de cooperativas para la comercialización de productos (FARCOTA, 2000, Sosa 2001).

“El ofrecimiento de tierras, atrajo a varias familias de otras regiones, principalmente de oriente, Costa Sur, Alta y Baja Verapaz, Huehuetenango y San Marcos” (FARCOTA, 2000).

La segunda colonización masiva sucedió en los setentas por personas provenientes de fincas cafetaleras de Alta Verapaz, en donde eran explotados y tenían lamentables condiciones de trabajo, por lo que su mejor opción fue migrar (FARCOTA 2000).

“En el año 1972 el grupo insurgente denominado Ejército Guerrillero de los Pobres (EGP), después de salir del oriente del país hacia México, ingresan por esta zona y se asentaron en las orillas del río Xalbal en el municipio de Ixcán, Quiché. Sin embargo no es hasta el año 1975 cuando inicia la represión contra insurgente después del asesinato de Luis Arenas” (FARCOTA 2000, Sosa 2001).

Durante los años ochenta se incrementó la represión contra insurgente, con la política de tierra arrasada del gobierno de Ríos Montt. Represión dirigida principalmente a líderes religiosos y cooperativistas y luego esta trascendió a toda la población. Es así como la región del Ixcán fue el municipio que produjo mayor número de refugiados. En tanto en este período, muchas comunidades fueron abandonadas. Lo que conllevó la recuperación de la cobertura forestal de las zonas más afectadas por el conflicto armado, los habitantes huyeron hacia los bosques donde se refugiaron. (FARCOTA 2000, Sosa, 2001)

El Ejército dirigió una recolonización de la zona a finales de los años ochenta. La cuál fue organizada mediante los llamados polos de desarrollo, en los cuales las personas coexistían bajo control militar, todos eran obligados a vivir en el centro del pueblo y no se les permitía trabajar en sus parcelas (Sosa, 2001).

Sin embargo esta recolonización fue determinante en el ordenamiento territorial, “de aquí se forman los centros urbanos en las comunidades que primeramente vivían dispersos, y así mismo sucede una reorganización en la tenencia de la tierra”, se entregaron terrenos abandonados a nuevas familias que eran simpatizantes del ejército (Del Cid, 2000).

En 1986 es electo presidente de la república Vinicio Cerezo, y se da inicio a los gobiernos civiles. En los años noventa se inicia la negociación de los acuerdos de paz, que es acompañado de un ambiente más estable en el país. Con esto se genera la ayuda internacional, esta ayuda atrajo nuevos colonizadores y el inicio de la repatriación de los exiliados, lo que provocó un aumento en la densidad poblacional en una zona que dos décadas atrás se encontraba prácticamente deshabitada, haciendo aún mayor presión sobre los recursos (FARCOTA, 2000).

En el terreno productivo, se da una caída en el precio del cardamomo, el cual, en la época de los noventa, era uno de los principales productos de exportación. Este tipo de cultivo ha contribuido a que se preserve la cobertura forestal ya que se debe producir en áreas cubiertas por árboles.

En la época actual se observa un gran deterioro del ambiente, un aumento de la densidad demográfica y la desestabilidad económica han ocasionado la homogenización de los cultivos y la introducción de ganado a zonas forestales. Bajo el interés de amortiguar esta problemática se desarrolla el beneficio por generar políticas locales para el manejo de los recursos. Se crea la ley de Consejos de desarrollo Urbano y Rural y con esta se conforman los Consejos Comunitarios de Desarrollo (COCODES) (Avendaño, *et al.* 2005).

Aspectos Socioeconómicos

Primeras migraciones hacia la región

Las primeras migraciones a la FTN fueron cometidas por los q'eqch'ies. Sin embargo no se conocen las causas esenciales del esparcimiento territorial q'eqch'ie, "se han realizado varios estudios sobre su situación" (Pedroni, 1990 & Adams, 1970). No obstante "se sabe que son el tercer grupo maya mayoritario en cuanto a población en el país poseen cobertura territorial más amplia que cualquier otro grupo; Alta Verapaz, Franja Transversal del Norte, Petén y el sur de Belice" (Cabrera, 1995).

En efecto, los primeros colonizadores de la Franja y el Petén fueron los q'eqch'ies. "La expansión espacial q'eqchie se pretende explicar a través de cinco unidades básicas":

- Su histórico aislamiento, que se manifiesta como cierta endogamia que existió inclusive con respecto a los otros grupos étnicos mayas antes de 1542; los induce a querer estar siempre entre ellos y lejos de los otros, cualquiera que sean los otros;
- Los valores ideológicos, representados fundamentalmente en la tierra (Zultakaj: el Dios de los cerros y los valles) la tierra y los granos (maíz y frijol);
- La evento territorial de poder ampliar la frontera agrícola: es decir, fueron el único grupo maya que tenía territorio (tierras nacionales) hacia donde ampliarse.
- La marca de la colonización alemana con el constante trabajo forzado y las relaciones sociales que ello conlleva, que se fortalezcan los procesos interiores de aislamiento.
- Por último, el conflicto armado interno que tuvo un impacto traumatizante en las poblaciones de la zona (Cabrera, 1995).

Cuadro No. 2. Probables consecuencias del cambio en el uso del suelo, tomado de Avendaño, *et al.* 2005.

Periodo	Colonización	Conflicto Armado		Pos Guerra	Actual
	1960	→ 1970	→ 1980	→ 1999	→ 2000
Origen de los cambios	El gobierno promovió la FTN (como zona de desarrollo), con lo que se inició la perturbación antrópica.	El gobierno impulsa inmigraciones. El establecimiento de comunidades y la extracción petrolera por parte de organizaciones transnacionales, aumentan la perturbación y modificación antrópica del paisaje (más evidentemente en Salacuján).	Emigración a causa de la guerra. Se da una nueva recolonización militarizada que impacta en el ordenamiento territorial ("en rejilla") y en la redistribución de la tierra. El incremento de la población modifica nuevamente el paisaje generando un mayor grado de perturbación en el uso del suelo. Dan inicio los intentos de conservación del área.	La ayuda internacional genera condiciones optimistas que estimulan nuevas inmigraciones (retornados y nuevos) que intensifican el uso del suelo, a través de cultivos, potreros y el aprovechamiento en general de los recursos naturales. Las áreas que fueron inaccesibles por la guerra conservaron la cobertura forestal.	El aumento de la densidad demográfica y la desestabilización económica repercuten en la tendencia a homogeneizar los cultivos. Se desarrolla el interés por generar políticas locales para el manejo de los recursos.
Cambios en el uso de la tierra	Matriz forestal PNLL: Reserva Natural no susceptible a colonización. 10,000 ha.		Formación de mosaicos Expansión moderada de cultivos. Lachua: Se añaden 4,500 ha.	Matriz agrícola Intensificación de mosaicos. PNLL: Se establece en 1996 con el estatus de Parque Nacional.	
Consecuencias Ecológicas	Se mantienen los procesos naturales de los ecosistemas. La composición, estructura y funcionamiento del paisaje responden a su condición natural.		Abandono de áreas cultivadas, descanso del suelo. Alteración del funcionamiento de los ecosistemas naturales. Cambio en la disponibilidad de los recursos. Incremento de fragmentación. Incremento de agroecosistemas. Impacto en la distribución y abundancia de especies. Contaminación de ríos.	Disminución de la disponibilidad de los recursos. Aumenta el período de sequía Disminución de cauces de los cuerpos de agua Desgaste de la fertilidad de los suelos Incrementa el uso de fertilizantes. Incremento de sistemas agrosilvopastoriles. Aumenta la pérdida de conectividad Disminución de poblaciones animales. Alteración del proceso de captura, retención y flujo de energía y nutrimentos.	

Las poblaciones de la región

Una de las principales características de la Ecorregión Lachuá es la presencia de comunidades y comuneros q'eqch'ies en toda la zona, los cuales se entremezclan con poblaciones ladinas originarias del oriente del país (Cabrera, 1995).

Según Pedroni (1991), la migración de los q'eqch'ies tiene sus orígenes en el siglo XVI, y se debió primariamente a los compromisos tributarios de la colonia.

En la actualidad el grupo mayoritario en el departamento de Alta Verapaz es la etnia q'eqch'i. Las comunidades q'eqch'ies se caracterizan por desarrollar actividades de manejo de recursos naturales, como agricultores migrantes cuyos productos principales son el maíz, el frijol, algunas cucurbitáceas y el chile (Cabrera, 1995).

Otra de las actividades del grupo de q'eqch'ies es la extracción de productos no maderables, como el caso del xate, el chicle y la pimienta, sin embargo la mayor parte de estos sistemas extractivos están combinados con agricultura y actualmente ganadería.

La región de Alta Verapaz, ha sido al mismo tiempo área de absorción y expulsión poblacional, como resultado a la presión demográfica, sobre el suelo, a las políticas agrarias y a los cambios en la tenencia de la tierra.

“Lo que si es evidente en los contingentes poblacionales más importantes que migraron a la zona en los últimos 20 años sea cual sea su origen, es que poseen una cultura eminentemente agrícola centrada sobre el maíz y frijol, pero también profundamente no forestal, lo que ha determinado el gran proceso de sustitución de los bosques naturales por agrosistemas” (Cabrera, 1995).

Conflicto armado 1978-1983

El elemento que tuvo impacto trascendente y traumático en la historia inmediata del área rural del país fue la violencia producto del conflicto armado interno. La época más agitada que duró de 1978 hasta 1983, afectó a grandes y medianos ganaderos, medianos productores agrícolas, pequeños productores los cuales sufrieron los procesos de violencia y contraviolencia en el área (Cabrera, 1995).

En la zona de Alta Verapaz, “los dominicos afirman que el precio de la represión fue de más de 5,000 víctimas civiles, niños, mujeres y hombres de todas las edades, incluso no nacidos, todos ellos desarmados, ya que era insignificante el número de insurgentes con armas en esta región” (Ak'Kutan, 1994)

Actividades Petroleras en Guatemala

En el estudio titulado “Efectos Económicos y Sociales de la actividad Petrolera en la Franja Transversal del Norte y Peten, durante el período 1974-1998”, Solano en 2000, realizó esta extensa investigación de campo en las zonas donde hubo y hay actividad exploratoria y de explotación petrolera. Para el efecto se compartió información con comunidades de Petén y de la Franja Transversal del Norte, específicamente en los departamentos de Alta Verapaz y Quiché, para conocer los beneficios y los costos que la actividad petrolera genera (Solano, 2000).

Con respecto al mercado petrolero guatemalteco, se determinó que es anexo de la dinámica del mercado petrolero internacional y que, por lo tanto, “los precios del crudo nacional se mueven en la misma dirección del internacional”. Esto conlleva a que desde 1920, la exploración y explotación petrolera en Guatemala ha sido dirigida por las transnacionales estadounidenses, a medida que se “promueven millonarias reservas de crudo, así como por el interés de éstas de encontrar nuevas fuentes de este valioso recurso no renovable” (Solano, 2000).

Por consiguiente “América Latina y el Caribe es otra de las regiones que mayor interés para las compañías transnacionales. De acuerdo con las estadísticas de Financial Times, con

excepción de México y Venezuela, que operan con empresas estatales, el resto de países presentan tasas de crecimiento en el período de este estudio, y además varios países pequeños han entrado a la esfera de la producción (con excepción de Chile, Perú, Trinidad y Tobago y Barbados)” (Solano, 2000).

“La actividad petrolera en Guatemala, tiene diversas fases que han constituido los antecedentes que permiten hoy observar un resurgir de las inversiones en este campo”. Al presente, tras la toma de posesión del gobierno de Álvaro Árzu, en 1996, la iniciación petrolera en el marco del proceso de globalización, ha sido el eje para sujetar la inversión extranjera.

De acuerdo a los resultados de todas las investigaciones geológicas llevadas a cabo en el pasado, se recalca la estructuración petrolera que se ha hecho del país, a partir de la determinación de cuatro grandes cuencas:

“Cuenca Petén Norte, que involucra todo el departamento de Petén ; Cuenca Petén Sur, que incluye la Franja Transversal del Norte desde Ixcán, Quiché, hasta Izabal, así como la parte sur del Petén, límite con Alta Verapaz e Izabal; Cuenca Amatique , que es el territorio terrestre del oriente de Izabal y la plataforma marítima, en aguas nacionales en Izabal; y la cuenca del pacífico, que es constituida por la plataforma marítima de aguas nacionales del Océano Pacífico guatemalteco y la franja terrestre de la Costa Sur” (Solano, 2000).

Aspectos sociales y ambientales del la Actividad Petrolera

Se ha manifestado la existencia de insignificantes beneficios económicos para el Estado y las crecientes ganancias de Basic Resources. No obstante la exploración y explotación petrolera no solo involucra a esos dos figurantes, entre ambos normalmente median las comunidades humanas que se localizan en las áreas de contrato, así como la diversidad biológica que en estas últimas se encuentra (Solano, 2000).

Se reconocen ciertos beneficios sociales que las operaciones petroleras generan en las comunidades donde se localizan contratos de exploración y explotación, en particular el empleo masivo en los primeros meses de operaciones y los altos salarios pagados en relación con los ingresos percibidos en las zonas donde hay concesiones (Solano, 2000).

Las comunidades humanas localizadas en las zonas donde se explota petróleo, no han recibido ningún beneficio de parte del Estado como consecuencia de la extracción de crudo. Y por si fuera poco “no existe un fondo de inversiones específico originado de los beneficios estatales para las poblaciones afectadas directa o indirectamente”. No obstante por convenios entre Basic Resources y el Estado, desde 1994 la compañía petrolera se encuentra asfaltando carreteras en Petén. (Solano, 2000)

Desde 1955 la zona de Ixcán, al Norte del departamento de Quiché, frontera con México, incluida la zona selvática del norte de Quiché, la cuál se convirtió en municipio 30 años después. Los derechos de exploración de esta zona a los cuales se sumaban áreas selváticas del norte de los departamentos de Alta Verapaz y Huehuetenango, así como del sur de Petén, fueron adquiridos, por primera vez, por el terrateniente guatemalteco de origen

alemán, Rudy Weissenberg, el 25 de febrero de 1970, el cuál operaba con la empresa Recursos del Norte (Solano, 2000).

La Franja Transversal del Norte, es el área de contrato petrolero No. 1-85, en la cuál comenzó a extraerse comercialmente petróleo desde 1974, y las exportaciones comenzaron a partir de 1980, y después de 27 años de explotación comercial y de estar a punto de agotarse al parecer solo pagará regalías(Solano, 2000).

METODOLOGÍA

Hipótesis:

El protocolo de monitoreo para la vegetación (esfuerzo de muestreo, distribución temporal y espacial de las unidades muestrales) permite documentar los factores que determinan la dinámica vegetal (cambios en la estructura y composición) en la Ecorregión Lachuá.

Recursos Humanos

Durante el levantamiento de datos para ir estableciendo la metodología propuesta fue necesaria una fase de campo. Las actividades realizadas durante esta fase de campo, fueron cubiertas por un equipo de trabajo conformado por dos auxiliares de investigación, un guía de campo el cuál fue de preferencia o necesariamente una persona integrante de cada comunidad visitada y uno a dos colaboradores de la Escuela de Biología. El cuadro No.3 y No.4. presentan los recursos humanos necesarios según las metodologías propuestas (ver Protocolo para el Monitoreo de la Vegetación en la Ecorregión Lachuá, Secciones I y II)

Cuadro No. 3: Recursos humanos necesarios durante el levantamiento de datos en parcelas permanentes de 0.1 ha.

Personal	Número de personas	Actividades	Esfuerzo estimado unidades/horas/día
Ideal	4	Medición y marcaje de la parcela de 0.1 ha. con brújula y factor paso, levantamiento de datos estructurales, colecta de especímenes botánicos para cada tipo de parcela , preservación de especímenes botánicos para cada tipo de parcela	8 unidades/8 horas/4 días
No ideal	2	Medición y marcaje de la parcela de 0.1 ha. con brújula y factor paso, levantamiento de datos estructurales, colecta de especímenes botánicos para cada tipo de parcela, preservación de especímenes botánicos	8 unidades/8 horas/6 días

Cuadro No. 4: Recursos Necesarios para el levantamiento de datos durante el Diagnostico de las Clases Vegetales

Personal	Número de personas	Actividades por persona	Esfuerzo estimado Unidades muestrales/horas/días
Ideal	4	<ul style="list-style-type: none"> • Marcaje de la parcela con brújula y factor paso, colecta de especímenes botánicos que presenten flor o fruto dentro de la parcela • Apuntador y utilización del GPS • Fotógrafo y medidor de cobertura herbácea en parcelas de 1m² • Observador de la estratificación y cuantificador de los individuos considerados árboles, arbustos y subarbustos • Colecta y preservación de especímenes botánicos, de las especies representativas 	8 unidades/8 horas/1 día
Poco ideal	3	<ul style="list-style-type: none"> • Marcaje de la parcela con brújula y factor paso, colecta de especímenes botánicos que presenten flor o fruto dentro de la parcela • Apuntador y utilización del GPS • Fotógrafo y medidor de cobertura herbácea en parcelas de 1m² • Observador de la estratificación y cuantificador de los individuos considerados árboles, arbustos y subarbustos • Colecta y preservación de especímenes botánicos, de las especies representativas 	8 unidades/8 horas 1 día
No ideal	2	<ul style="list-style-type: none"> • Marcaje de la parcela con brújula y factor paso, colecta de especímenes botánicos que presenten flor o fruto dentro de la parcela • Apuntador y utilización del GPS • Fotógrafo y medidor de cobertura herbácea en parcelas de 1m² • Observador de la estratificación y cuantificador de los individuos considerados árboles, arbustos y subarbustos • Colecta y preservación de especímenes botánicos, de las especies representativas 	4 unidades/8 horas/2 días

Fuente: Los recursos necesarios que aquí se reportan fueron derivados de una serie procesos de levantamiento de datos desarrollados en la fase de campo, que fueron depurados para finalmente determinar los recursos humanos necesarios y las actividades a realizar.

Materiales y Equipo

Cuadro No. 5: Materiales y equipo necesarios para el monitoreo de la vegetación

Cantidad	Materiales
4	Libretas de campo
100	Fotocopias de Boletas de toma de datos
1	Mapa u hoja cartográfica de la región
2	Cinta de marcaje
50	Bolsas plásticas de colecta (50 lbs.)
50	Bolsas plásticas de colecta (100 lbs.)
200	Metros de Cuerda plástica (200mts.)
1	Caja de Sobres Manila tamaño pequeño (para semillas)
3	Marcadores indelebles
3	Rapidografos de diferente punto
3	lapiceros
1	Caja de lápices mongol
3	Arrobas de Papel periódico impreso (herborización)
10	Galones de Etanol 95%
1	Resma de papel bond para impresora Tamaño carta (para informes)
1	Resma de papel bond para impresora tamaño oficio (para etiquetas)
50	Hojas milimetradas (para diagramas de perfil)
50	Hojas calco (para diagramas de perfil)
1	Cinta métrica
1	Cinta diamétrica
1	Podador con extensor
2	Tijeras de podar
4	Prensas de herbario
1	Galón de goma
1	Tabla para toma de datos
1	Computadora
1	Vehículo
1	Binoculares
1	Scanner
1	Impresora
8	Cartuchos de tinta
1	Cámara digital
1	GPS (Sistema de posicionamiento global)
1	Secadora de herbario
1	Hipsometro
48	Baterias aa
25	DVD's
3	Brújula
1	Estación biológica

Diseño Experimental

- **Población**

Mosaico de clases vegetales de la Ecorregión Lachuá

- **Unidades experimentales**

Las diferentes clases vegetales que se describen en el cuadro No.1.

- **Unidades muestrales**

Selección del Tamaño de la Muestra

Se calculó el tamaño de la muestra para cada clase vegetal, (ver cuadro No.6 y No.7), se calcularon las sumatorias de las variables riqueza y abundancia que fueron consideradas como variables continuas, obtenidas de las matrices de datos sobre vegetación generadas por el equipo de PIMEL, 2003 y 2004, para la región, tomando este estudio como piloto. Se calculó el tamaño de la muestra utilizando las ecuaciones para variables continuas que a continuación se describen:

Tamaño de la muestra para un estudio con 2 etapas de muestreo

Ecuaciones utilizadas para el cálculo de la muestra basándose en un estudio piloto:

$$n = (t_{\alpha} S_1)^2 / d^2 * (1 + 2/n_1)$$

Donde, **n** = muestra definitiva

t α = valor de t student con 95% de confianza y 11 grados de libertad

S = desviación estándar estimada para la muestra piloto

d = error absoluto esperado

n₁ = muestra piloto

Precisión (error absoluto esperado)

$$d = (t_{\alpha}) (S \bar{X})$$

Donde, **d** = error absoluto esperado

t α = valor de t para un 15% de error de muestreo y 95% de nivel de confianza

S \bar{X} = Error estándar

Error estándar $S \bar{X} = S/\sqrt{n}$

Donde, $S \bar{X}$ = Error estándar
 S = Desviación estándar
 n = número de unidades según estudio piloto

Error relativo (%) $r = ((t\alpha * S \bar{X}) / \bar{X}) 100$

Donde, $t\alpha$ = valor de t para un 5% de error de muestreo y 95% de confianza

\bar{X} = media

$S \bar{X}$ = Error estándar

Se calculó el tamaño de la muestra error estándar para cada una de las clases vegetales en base a los datos de riqueza y abundancia de Ávila, 2004, los resultados aparecen en el cuadro No.6. y No.7.

Cuadro No. 6: Resultados en el cálculo de la muestra según los datos sobre riqueza de Ávila, 2004.

Según estudio piloto			Riqueza				
	Clase vegetal	n inicial	Media	S	d	n final	r para Riqueza
1	Potrero	12	13.33	4.43	2.81	14	20.96%
2	Bosque	12	32	9.23	5.86	14	18.3%
3	Cardamomo	13	21.46	7.46	4.50	15	21.02%
4	Cultivo	13	9	4.06	2.45	15	27.3%
	Potrero con						18.88%
5	Guamil	12	14.8	4.42	2.80	14	
6	Guamil 1	12	12.08	8.05	5.11	14	42%
7	Guamil 2	12	12.33	3.42	2.17	14	24.36%
8	Guamil 3	12	12.92	4.96	3.15	14	17.49%

Fuente: cálculos en base a datos de Ávila, 2004.

Cuadro No. 7: Resultados en el cálculo de la muestra los datos sobre abundancia de Ávila, 2004.

Según estudio piloto			Abundancia				
	Clase vegetal	n inicial	Media	S	d	n final	r para Abundancia
1	Potrero	12	433.67	206.84	131.42	14	30%
2	Bosque	12	85.75	34.14	21.7	14	25%
3	Cardamomo	13	93.84	33.25	20.09	15	4.8%
4	Cultivo	13	184.6	114.28	69.06	15	1.33%
	Potrero con						23.8%
5	Guamil	12	380.8	142.68	90.66	14	
6	Guamil 1	12	412.25	295.2	187.56	14	45%
7	Guamil 2	12	171	98.41	62.53	14	36.40%
8	Guamil 3	12	115.42	66.12	42.01	14	36.55%

Fuente: cálculos en base a datos de Ávila, 2004.

- **Muestra**

Según los resultados obtenidos bajo el cálculo realizado con datos generados por el equipo de investigadores de PIMEL, 2002 y 2004, idealmente en toda la Ecorregión se deben establecer 114 parcelas permanentes de 0.1 ha, representando a las 8 clases vegetales definidas anteriormente. Para evaluar periódicamente el cambio que sufren en cuanto a su composición y estructura vegetal, con el transcurrir del tiempo, derivado del uso del suelo por los pobladores de la región. Sin embargo fueron establecidas 80 parcelas permanentes de 0.01 ha, distribuidas y ubicadas de acuerdo al análisis de fotografías aéreas de una serie de años, según se muestra en el cuadro No. 8. Debido a la dificultad de acceso de algunas zonas de la ecorregión y otros inconvenientes de naturaleza logística, la muestra calculada (114) no fue en su totalidad establecida.

Cuadro No.8: Muestra la ubicación de las parcelas permanentes o unidades muestrales que fueron establecidas, la clase vegetal a la que corresponden y la localidades la que se encuentran en la Ecorregión Lachuá.

Punto	Fecha de evaluación	Código Parcela	Clase Vegetal	Latitud	Longitud	Localidad
1	16/04/2007	SLVPG01	Potrero con guamil	15.95719444	-90.709278	San Luis Vista Hermosa
2	16/04/2007	SLVB01	Bosque	15.96061111	-90.70958333	San Luis Vista Hermosa
3	16/04/2007	SLVC01	Cardamomal	15.9595	-90.70819444	San Luis Vista Hermosa
4	16/04/2007	SLVG101	Guamil 1	15.96747222	-90.70780556	San Luis Vista Hermosa
5	16/04/2007	SLVP01	Potrero	15.95716667	-90.70847222	San Luis Vista Hermosa
6	17/04/2007	NLG301	Guamil 3	16.01880556	-90.6455	Nuevo León
7	17/04/2007	NLPG01	Potrero con guamil	16.02205556	-90.64602778	Nuevo León
8	17/04/2007	NLP01	Potrero	16.0235	-90.64622222	Nuevo León
9	17/04/2007	NLB01	Bosque	16.02227778	-90.649	Nuevo León
10	17/04/2007	NLCu01	Cultivo	16.01880556	-90.64858333	Nuevo León
11	17/04/2007	NLG201	Guamil 2	16.01755556	-90.64788889	Nuevo León
12	17/04/2007	NLC01	Cardamomal	16.01755556	-90.648	Nuevo León
13	17/04/2007	NLG101	Guamil 1	16.01694444	-90.64675	Nuevo León
14	09/06/2007	SB01	Bosque	15.99413889	-90.58491667	Salinas
15	09/06/2007	SG301	Guamil 3	15.99672222	-90.59161111	Salinas
16	09/06/2007	SG101	Guamil 1	15.99661111	-90.60244444	Salinas
17	09/06/2007	SC01	Cardamomal	16.00075	-90.95275	Salinas
18	09/06/2007	SG102	Guamil 1	15.99283333	-90.60727778	Salinas
19	09/06/2007	SB02	Bosque	15.99916667	-90.61541667	Salinas
20	09/06/2007	SG201	Guamil 2	15.99686111	-90.60158333	Salinas
21	10/06/2007	UBVP01	Potrero	15.99816667	-90.67869444	Unión Buena Vista
22	10/06/2007	UBVG101	Guamil 1	16.00833333	-90.68769444	Unión Buena Vista
23	10/06/2007	UBVB01	Bosque	16.00894444	-90.68777778	Unión Buena Vista
24	10/06/2007	UBVG201	Guamil 2	16.00613889	-90.68797222	Unión Buena Vista

25	11/06/2007	SLP01	Potrero	15.9685	-90.63572222	Santa Lucia
26	11/06/2007	SLB01	Bosque	15.96391667	-90.63408333	Santa Lucia
27	12/06/2007	SLC01	Cardamomal	15.96111111	-90.62952778	Santa Lucia
28	12/06/2007	SLG101	Guamil 1	15.83480556	-90.63697222	Santa Lucia
29	13/06/2007	SLG301	Guamil 3	15.96725	-90.63488889	Santa Lucia
30	13/06/2007	SLG201	Guamil 2	15.96213889	-90.63105556	Santa Lucia
31	13/06/2007	SLPG01	Potrero con guamil	15.96038889	-90.63005556	Santa Lucia
32	13/06/2007	SLCu01	Cultivo	14.95705556	-90.62838889	Santa Lucia
33	25/08/2007	SCB01	Bosque	15.9925	-90.6375	Santa Cruz El Nacimiento
34	26/08/2007	SCC01	Cardamomal	15.98688889	-90.65258333	Santa Cruz El Nacimiento
35	26/08/2007	SCCu01	Cultivo	15.98561111	-90.65313889	Santa Cruz El Nacimiento
36	26/08/2007	SCG101	Guamil 1	15.98941667	-90.6535	Santa Cruz El Nacimiento
37	26/08/2007	SCPG01	Potrero con guamil	15.98980556	-90.65425	Santa Cruz El Nacimiento
38	27/08/2007	SCG201	Guamil 2	15.97630556	-90.65366667	Santa Cruz El Nacimiento
39	27/08/2007	SCP01	Potrero	15.98422222	-90.50288889	Santa Cruz El Nacimiento
40	27/08/2007	SCG301	Guamil 3	15.979	-90.65336111	Santa Cruz El Nacimiento
41	26/09/2007	PP01	Potrero	15.99441667	-90.66822222	Las Promesas
42	26/09/2007	PPG01	Potrero con guamil	15.99222222	-90.66863889	Las Promesas
43	26/09/2007	PCu01	Cultivo	15.97877778	-90.66936111	Las Promesas
44	26/09/2007	PG201	Guamil 2	15.97966667	-90.66425	Las Promesas
45	26/09/2007	PG301	Guamil 3	15.98127778	-90.65827778	Las Promesas
46	26/09/2007	PG101	Guamil 1	15.98144444	-90.65836111	Las Promesas
47	26/09/2007	PC01	Cardamomal	15.9805	-90.66216667	Las Promesas
48	26/09/2007	PB01	Bosque	15.98055556	-90.66147222	Las Promesas
49	28/09/2007	SMP01	Potrero	15.96180556	-90.66927778	San Marcos
50	28/09/2007	SMPG01	Potrero con guamil	15.96275	-90.67072222	San Marcos
51	28/09/2007	SMG101	Guamil 1	15.96213889	-90.66630556	San Marcos
52	28/09/2007	SMG201	Guamil 2	15.96194444	-90.96194444	San Marcos
53	28/09/2007	SMCu01	Cultivo	15.96163889	-90.66227778	San Marcos
54	28/09/2007	SMG301	Guamil 3	15.96202778	-90.66088889	San Marcos
55	28/09/2007	SMB01	Bosque	15.96491667	-90.661	San Marcos
56	28/09/2007	SMC01	Cardamomal	15.96511111	-90.65922222	San Marcos
57	29/09/2007	PCCu01	Cultivo	16.00877778	-90.62819444	Pie del Cerro
58	29/09/2007	PCP01	Potrero	16.00713889	-90.63472222	Pie del Cerro
59	29/09/2007	PCPG01	Potrero con guamil	16.00725	-90.63279722	Pie del Cerro
60	29/09/2007	PCG201	Guamil 2	16.00477778	-90.63313889	Pie del Cerro
61	29/09/2007	PCG101	Guamil 1	16.00383333	-90.6345	Pie del Cerro
62	29/09/2007	PCB01	Bosque	16.00047222	-90.63547222	Pie del Cerro
63	29/09/2007	PCC01	Cardamomal	16.00405556	-90.63408333	Pie del Cerro
64	29/09/2007	PCG301	Guamil 3	16.00780556	-90.63177778	Pie del Cerro
65	10/10/2007	RPP01	Potrero	15.86227778	-90.62069444	Rocja Pomtila
66	10/10/2007	RPC01	Cardamomal	15.86155556	-90.62494444	Rocja Pomtila
67	10/10/2007	RPG301	Guamil 3	15.8625	-90.62622222	Rocja Pomtila

68	10/10/2007	RPG201	Guamil 2	15.86411111	-90.62641667	Rocja Pomtila
69	10/10/2007	RPCC01	Cultivo Cacao	15.86477778	-90.62597222	Rocja Pomtila
70	10/10/2007	RPB01	Bosque	15.86480556	-90.62702778	Rocja Pomtila
71	10/10/2007	RPCU01	Cultivo	15.86308333	-90.62555556	Rocja Pomtila
72	10/10/2007	RPG101	Guamil 1	15.86288889	-90.62583333	Rocja Pomtila
73	10/10/2007	TZCu01	Cultivo	15.91861111	-90.61105556	Tzetoc
74	11/10/2007	TZP01	Potrero	15.91961111	-90.61108333	Tzetoc
75	11/10/2007	TZPG01	Potrero con guamil	15.9205	-90.61188889	Tzetoc
76	11/10/2007	TZG101	Guamil 1	15.91911111	-90.62008333	Tzetoc
77	11/10/2007	TZG201	Guamil 2	15.91858333	-90.61675	Tzetoc
78	11/10/2007	TZG301	Guamil 3	15.91838889	-90.6215	Tzetoc
79	11/10/2007	TZC01	Cardamomal	15.91775	-90.61280556	Tzetoc
80	11/10/2007	TZB01	Bosque	15.91877778	-90.62688889	Tzetoc

Fuente: Datos de ubicación generados en el campo por V. Dávila y R. Garnica.

Distribución espacial de las unidades muestrales

La distribución espacial de las unidades de muestreo en un estudio de recursos naturales puede hacerse de diferentes maneras, según McCoy (2005) los patrones de muestreo pueden que pueden ser considerados son cinco: a) simple al azar, b) estratificado al azar, c) sistemático, d) sistemático no alineado y e) agrupado. Los criterios para escoger uno u otro tipo de muestreo dependen de la intensidad de muestreo, cantidad de información necesaria de ser tomada en el campo, disponibilidad de tiempo y recursos económicos, y sobre todo disponibilidad de los propietarios del terreno a que su propiedad forme parte del estudio.

Uno de los criterios más importantes es el económico. Si se ubicaran los puntos homogéneamente al azar en toda el área del estudio cada 300 metros, se obtendría un número mayor a los 12,000 puntos de muestreo, muchos de los cuales se encontrarían dentro de un mismo parche de vegetación, con lo que se estarían haciendo esfuerzos innecesarios y se tendría además un proyecto imposible de financiar. Al distribuir mil puntos de muestreo homogéneamente al azar dentro de la Ecorregión Lachúa se obtiene un número demasiado grande de puntos de muestreo, aunque se evita la duplicidad de colecta de datos al disminuir la probabilidad de muestrear dentro del mismo parche de vegetación.

El criterio utilizado para escoger la ubicación de los puntos de muestreo dependió de uno de los factores tomados en cuenta por McCoy (2005), y uno de los más importantes en el momento de ingresar a un lugar habitado por asentamientos humanos: el consentimiento del propietario para trabajar en el sitio.

Los muestreos y búsqueda de sitios para colecta se hicieron en vehículo y caminatas dentro de las comunidades en compañía de personas de la comunidad que conocen y sirven de guías en cada área. Para el establecimiento de los sitios se utilizó el criterio del guía para encontrar los lugares donde se nos permite ingresar. El establecimiento de cada sitio se realiza mediante una evaluación llevada a cabo por los investigadores a nivel de campo y por medio de análisis de imágenes satelares que permitió verificar las condiciones mínimas y necesarias del sitio para poder integrarlo a nuestro estudio.

Levantamiento de datos durante la fase de campo

La evaluación de los sitios de muestreo se realizó utilizando la *Boleta de Diagnóstico de las Clases Vegetales*, instrumento que fue desarrollado con la finalidad de documentar de una manera efectiva las características fisonómicas de la vegetación presente en las parcelas o unidades muestrales permanentes. Este instrumento, permitió acumular datos de las observaciones realizadas, las cuales se deberán acumular año tras año, con la finalidad de generar un registro de atributos de la vegetación derivados del uso del suelo, el clima, la fenología de los elementos estudiados, etc.

Esta serie de fenómenos resultan ser determinante en la dinámica vegetal en la región de estudio, por lo que la generación de esta información, servirá para el análisis de la misma. Así mismo se realizó la colecta de especímenes botánicos en algunos de los sitios establecidos como unidades de muestreo, dichos datos servirán para generar la información acerca de la composición florística de cada clase vegetal, esta información a su vez será utilizada para afinar el tamaño de la muestra o la cantidad de sitios definitivo, que servirá como una confirmación del tamaño de la muestra establecido por medio de datos sobre riqueza y abundancia de estudios anteriores realizados en el área.

La colecta de especímenes se realizó de acuerdo a la metodología propuesta (ver Protocolo para el Monitoreo de la Vegetación en la Ecorregión Lachuá, Sección I). Se sometió a tratamiento de preservación a los especímenes botánicos colectados en las diferentes unidades muestrales durante las comisiones de campo realizadas.

Actividades específicas realizadas durante el levantamiento de Datos

- **Selección y ubicación de la unidad muestral o parcela permanente:**

Mediante recorridos en vehículo y caminatas por la Ecorregión y con la guía de un comunitario se fueron detectando los sitios que presentaban las características necesarias para formar parte de la muestra, algunas de las características fueron tener permiso concedido por la comunidad para poder ingresar y trabajar en dichos sitios, acceso apropiado a los mismos y que representara uno de los tratamientos preestablecidos en el experimento. La ubicación de las unidades se realizó mediante su marcaje por medio de un Sistema de Posicionamiento Global (GPS), esta información fue procesada en un Sistema de Información Geográfica para establecer un mapa de ubicación de las unidades muestrales.

- **Marcaje y medición de cada unidad muestral:**

Para el marcaje de las unidades muestrales o parcelas permanentes se utilizó una cinta de marcaje, el área de las parcelas se estableció utilizando cuerdas de Nylon previamente medidas, para asegurar la precisión de la medición se utilizó una brújula. El área de cada tipo de parcela o unidad muestral es de 0.01 ha para un diagnóstico rápido de la clase vegetal presente en la parcela de 0.1 ha (ver Protocolo para el Monitoreo de la Vegetación

en la Ecorregión Lachuá, Sección II) y la parcela modificada de Whittaker con un área de 0.1 ha para un levantamiento completo de la información de estructura y composición florística de cada parcela permanente (ver Protocolo para el Monitoreo de la Vegetación en la Ecorregión Lachuá, Sección I).

Se ha establecido que ambos procedimientos permitirán generar la información necesaria para ir documentando la dinámica vegetal aunque no con la misma frecuencia, debido a la disponibilidad de recursos necesarios. Ambos procedimientos se detallan en el Protocolo para el Monitoreo de la Vegetación.

- **Evaluación de la estratificación de la vegetación:**

Se realizó una observación detallada de la estratificación de la vegetación y se cuantificaron los individuos considerados árboles, arbustos, subarbustos y la cobertura herbácea presente en el área definida.

- **Colecta y Preservación de especímenes botánicos:**

Fueron colectados los especímenes botánicos que presentaron flor y/o fruto dentro de la parcela o unidad muestral, los mismos fueron preservados para ser ingresados a las colecciones botánicas de referencia de los Herbarios de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

- **Manejo de los datos**

Los datos generados fueron ingresados a bases de datos en el programa Microsoft Excel ® 2002. Para los datos documentados mediante la Boleta de diagnóstico de las clases vegetales siendo estos aspectos relacionados con la fisonomía de la vegetación y los datos sobre composición y estructura colectados por medio de parcelas estructuradas, dentro de las unidades de muestreo permanentes de 0.1 ha.

Temporalidad

Como parte del planteamiento de la metodología sugerida se plantea la periodicidad con la que se deberán realizar los levantamientos de datos tanto para los datos de Composición y Estructura de la vegetación como para las Evaluaciones Diagnósticas de las clases vegetales, siendo estas complementarias. No obstante esta determinación periódica se encuentra a su vez determinada por la disponibilidad de personal, el acceso a las comunidades integradas al estudio, el tiempo y los recursos disponibles.

Con el fin de determinar la cantidad y la temporada en la que se deberá realizar el levantamiento de datos para el monitoreo de la vegetación, se realizó un análisis de los factores que inducen el cambio global de la vegetación. Por lo que se estableció que son las actividades agroforestales las que determinan con mayor fuerza el cambio de una clase vegetal a otra.

De esta observación se ha establecido que el levantamiento de datos estará definido directamente por el ciclo de cultivos. Anteriormente se mencionó que el ciclo de cultivos está establecido en dos épocas de siembra, una durante el verano en los meses de noviembre a abril y la otra siembra de invierno durante los meses de mayo a septiembre. De acuerdo a este ciclo se ha definido el mes de Junio para que se lleve a cabo un levantamiento de datos anual. Utilizando para este fin el procedimiento especificado para toma de datos para parcelas modificadas de Whittaker según el Protocolo para el Monitoreo de la Vegetación en la Ecorregión Lachuá, Sección I.

El diagnóstico de las clases vegetales se deberá realizar según el Protocolo para el Monitoreo de la Vegetación en la Ecorregión Lachuá, Sección II. Este procedimiento se sugiere realizarlo dos veces por año, debido a que es un procedimiento más sencillo y requiere de menos recursos, tanto de personal como de tiempo. Deberá de levantarse esta información una vez al mismo tiempo que el procedimiento de parcelas modificadas y otra vez en Enero, esto permitirá tener información de que tipo de clase vegetal presentaran nuestras parcelas permanentes en diferentes momentos durante un ciclo de cultivos completo.

Variables de respuesta

Cambios cuantificables en la composición y estructura vegetal a través del tiempo bajo un uso del suelo caracterizado por actividades agrícolas.

Análisis Temporal de la Cobertura

Para el análisis de cobertura se utilizó cuatro imágenes satelares Landsat de los años 1986, 1993, 2001 y 2003. De cada imagen se escogió cuatro bandas para realizar la clasificación, eliminando para el análisis las primeras tres bandas. Las capas utilizadas fueron: a) Para la imagen de 1986 las bandas 4, 5, 6 y 7; b) para la imagen de 1993 las bandas 4, 5, 6 y 7; c) para la imagen de 2001 las bandas 4,5 y 6; y para la imagen de 2003 las bandas 4, 5, 6 y 7.

Las bandas 4, 5 y 7 captan la porción del infrarrojo reflectivo, y son especialmente útiles para discriminar tierra y agua, cantidad de biomasa vegetal, contrastes entre suelo y cultivo y entre tierra y agua, análisis de salud de plantas, cartografía de temperatura, discriminación de tipos de rocas geológicas y fronteras de suelo, contenido de humedad de suelos y de vegetación. La banda 6 está en la porción térmica del espectro infrarrojo y es usada para detectar estrés en la vegetación y en los cultivos, intensidad de calor y localización de contaminación térmica. Las bandas 1, 2 y 3 no fueron utilizadas debido a que captan el rango del espectro electromagnético visible por el ojo humano y frecuentemente entorpecen el análisis para diferenciar tipos de vegetación o uso de la tierra debido a que son bloqueados por nubes o condensación ambiental de la humedad (ERDAS 2002).

Una vez seleccionadas las bandas a utilizar se efectuó una clasificación automática a cada imagen con la herramienta **Categorize...** de la extensión **Image Analyst** del software ArcView3.X, , obteniéndose diez 10 categorías para cada imagen. A cada categoría se le asignó el tipo de uso que le corresponde según la verificación de campo para la imagen más

reciente. Para el análisis de la cobertura vegetal se utilizó las clases de uso de la vegetación según Ávila 2004. Las categorías utilizadas para clasificar las imágenes fueron: Bosque, Guamil, Cuerpos de Agua, Áreas Abiertas y Nubes.

Ecuación para obtener el porcentaje de cobertura

$$\% \text{ de Cobertura} = \frac{\text{Número de píxeles de cada clase} * 100}{\text{Número total de píxeles de la imagen}}$$

RESULTADOS



PROTOCOLO PARA EL MONITOREO DE LA VEGETACIÓN EN LA ECORREGIÓN LACHUÁ, COBÁN, ALTA VERAPAZ, GUATEMALA

Introducción

El presente documento delinea una serie de pasos útiles para documentar las características fisonómicas de la vegetación. El objetivo principal es ir acumulando datos cuantitativos y cualitativos de la vegetación. Se espera que los datos acumulados reflejen como dichas características a través del tiempo sufrirán cambios ocasionados principalmente por el uso antropico del suelo y las actividades extractivas.

Los procedimientos aquí descritos servirán como guías para recolectar datos específicos en forma precisa. Dichos procedimientos fueron derivados de la experiencia en el campo de los investigadores involucrados. Además del análisis posterior de la utilidad de los datos obtenidos en la práctica y su posterior consenso entre el equipo de investigadores. De la experiencia obtenida fueron determinadas ciertas limitantes como lo son el tiempo y los recursos tanto humanos como materiales, por lo que se incluye una descripción detallada de los recursos y tiempo necesarios. En vista de esta serie de limitantes en este manual se han descrito dos procedimientos distintos que son complementarios pero no son sustituyentes, aunque ambos proporcionan información específica de gran utilidad para el análisis de la dinámica vegetal, de acuerdo a la disponibilidad de tiempo y recursos.

El protocolo para el monitoreo de la vegetación que aquí se plantea ofrece una manera útil de medir las perturbaciones humanas sobre el ecosistema de la Ecorregión Lachuá.

Las perturbaciones en el ambiente, principalmente se derivan de las actividades agrícolas de subsistencia que realizan las comunidades humanas en la región y actividades extractivas como las petroleras presentes en la zona. De tal manera se espera que este procedimiento de generación de datos lo adopten las diferentes entidades públicas y privadas involucradas de alguna manera en el manejo y explotación de los recursos en la Ecorregión Lachuá. Así como los comunitarios, sus representantes y colaboradores, interesados en adquirir y contribuir en los mecanismos por medio de los cuales se generaran los conocimientos básicos que nos permitan entender el funcionamiento de este importante ecosistema. Para que a fin de cuentas podamos entender la totalidad del fenómeno. Para que se puedan definir y aplicar estrategias mediante las cuales se pueda mantener y dirigir un manejo adecuado hacia la conservación de la Ecorregión Lachuá.

Instrumentos para la Documentación de los Atributos de la Vegetación
SECCIÓN I
BOLETA: COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA

INSTRUCCIONES DE USO

Unidad de muestreo “Parcela Modificada de Whittaker”:

Las parcelas Whittaker modificadas están diseñadas como un sistema anidado de subparcelas. Según Comiskey (1999), la parcela o terreno Whittaker consiste de un gran terreno de 0.1 ha que mide 20 x 50m. Dentro de este terreno hay varios subterrenos o subparcelas de diferentes tamaños (Figura 1), en los cuales se toman datos de los diferentes tipos de vegetación basados en su estructura. El subterreno mayor mide 20 x 15m y es el centro del terreno. Dos subterrenos menores en esquinas opuestas los cuales miden 5 x 2m. y cuatro subterrenos de 1 x 1m. colocados en cada una de las esquinas de la parcela.

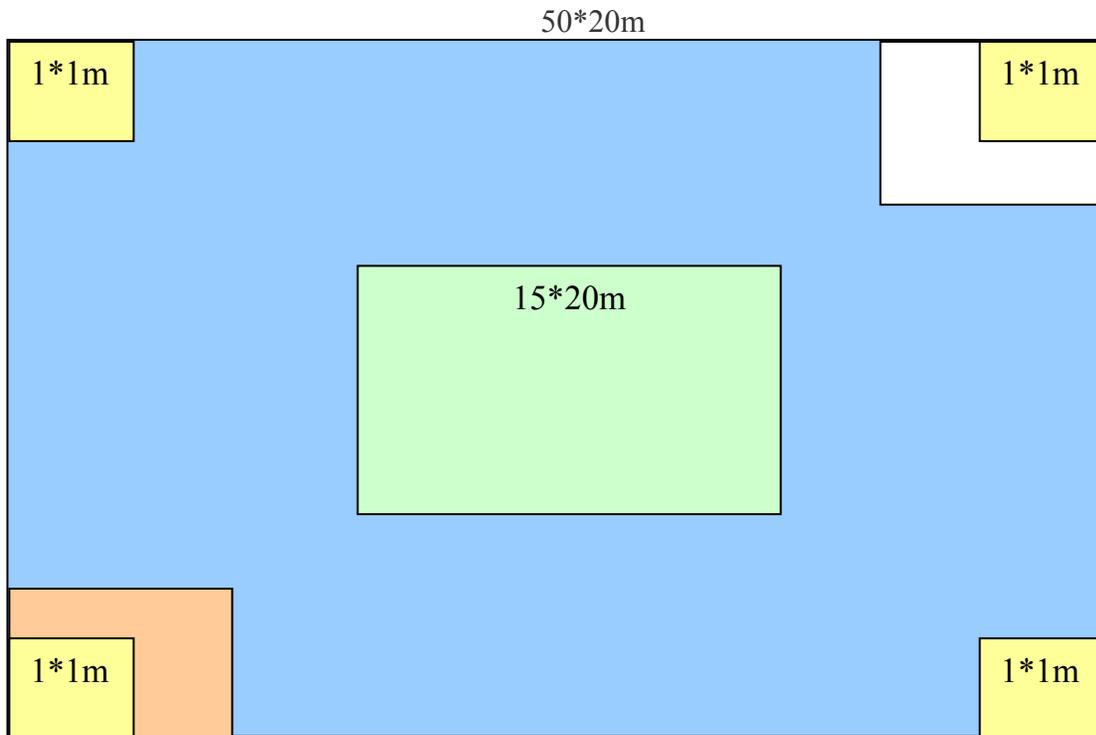


Figura 1: Esquema que muestra la parcela a utilizar para la colecta plantas y otros datos en el monitoreo.

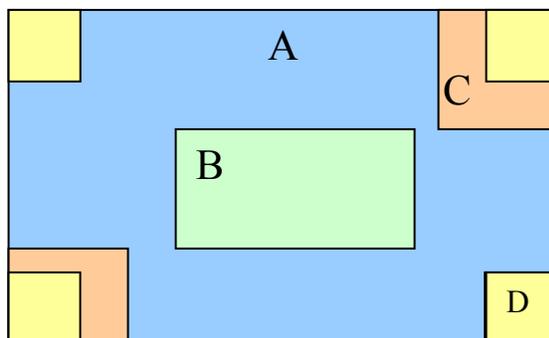


Figura 2: Nombres de los subterrenos. Nótese que A se refiere a toda el área del terreno fuera de los subterrenos B (15 x 20m), C (5 x 2m) y D (1 x 1m).

Cada boleta está diseñada para que se registren los datos específicos de cada tipo de parcela o subparcela.

- Se deberán anotar en los espacios asignados la siguiente información:

Información general:

Localidad: Aldea

Parcela No.: Es el código que se le ha asignado previamente.

Fecha: Día de la toma de datos.

Altitud: Según lo que indica el GPS

Coordenadas geográficas: o la referencia del sitio.

Para los datos de altitud y coordenadas geográficas si no se cuenta con instrumentos para obtenerlos, será suficiente con anotar la localidad, clase vegetal y el código asignado.

Clase Vegetal: Según el cuadernillo de evaluación.

Dueño del sitio: El propietario del terreno.

Nombre del Evaluador: Nombre de la persona que toma los datos.

Ocupación del evaluador: Si es guarda recursos, estudiante, colaborador o de la comunidad donde se realiza la evaluación.

- Se delimitara el terreno rectangular que mida 20 x 50m. Con cinta métrica se procederá a medirlo y será marcado utilizando cinta de marcaje, se colocarán estacas en las esquinas del terreno y se delimitara la periferia del terreno formando un cuadro utilizando rafia. Para delimitar las subparcelas dentro del terreno, se utilizaran cuadros de PVC previamente fabricados y que posean las medidas establecidas para cada tamaño de subparcela.

- Se medirán primero las subparcelas más pequeñas para evitar pisotear las hierbas durante la medición de los individuos de las otras unidades.

PROCEDIMIENTO PARA LA COLECTA DE PLANTAS Y TOMA DE DATOS

ESTRATO ARBÓREO

A) Parcela exterior: 50*20m área para árboles >10cm de DAP

Colecta:

Se deberán coleccionar 4 muestras de herbario de cada individuo que posea un DAP (diámetro a la altura del pecho) >10 cm. y que se encuentre dentro de la parcela. Las muestras deberán presentar idealmente, flor y/o fruto, cada muestra deberá tener una longitud de por lo menos 30 cm. y poseer hojas y tallos sanos, se coleccionaran 4 muestras por cada planta y se agruparan utilizando para ello etiquetas sujetas a una cuerda la cual agrupara las 4 muestras, la etiqueta tendrá el número de colecta correlativo del colector y coincidirá con la información de la libreta de campo.

Las muestras se trasladaran en bolsas plásticas de colecta a la estación biológica, donde se realizará el proceso de herborización. Las muestras frescas serán prensadas dentro de periódicos debidamente identificados y cartonés en una prensa de herbario, en el caso de que se pudieran secar con una secadora portátil, en caso contrario los especímenes se colocarán dentro de periódicos y para su traslado a los herbarios se deberá introducir las muestras dentro de bolsas de colectas y se les aplicara alcohol al 95%, en cantidad suficiente con el objeto de mojar completamente todas las muestras.

Datos que hay que tomar:

Morfoespecie o nombre vernáculo:

Durante la toma de datos en el campo se anotaran los nombres vernáculos o la morfoespecie de los especímenes coleccionados en el campo en el campo la boleta donde se indica, así mismo el número correlativo de la colecta del evaluador de campo.

Altura total:

Se medirá la altura total del árbol utilizando un hipsómetro, como se describe a continuación:

Medición de un árbol vertical con el observador por encima del nivel del suelo:

Localizando la base del árbol y dependiendo del hipsómetro se registra bien el ángulo **W** o la altura **AD**. Luego se observa la cima del árbol y se registra bien el ángulo **U** o directamente la altura **DB**. Luego se calculará la altura total mediante: **Altura total = AD+DB** o mediante **Altura total = OD*(tan (u) + tan(w))** (Vallejo, *et al.* 2005).

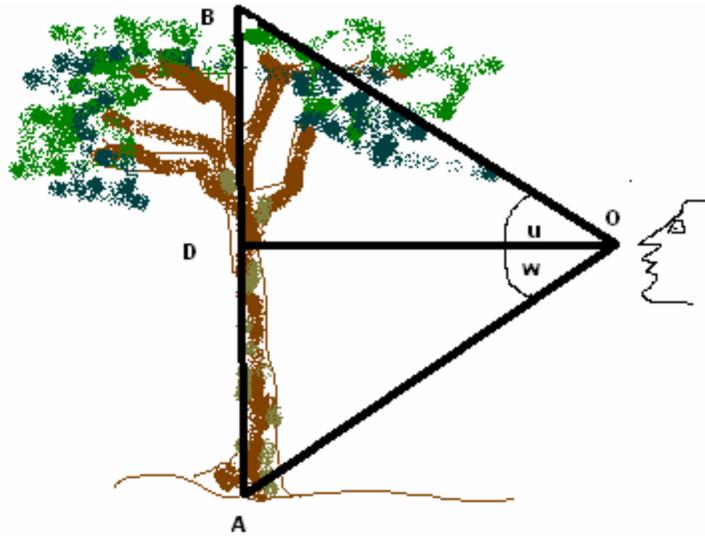


Figura 3: Muestra la forma en que se debe realizar la observación para el cálculo de la altura total de árboles.

En el caso de que no se cuente con dicho instrumento se realizara el calculo por medio del criterio del evaluador, este ha de practicar previamente el calculo por observación con árboles de altura conocida y estandarizando su observación.

Diámetro de la copa:

Se realiza la medición calculando la distancia desde la base del tronco del árbol hasta la distancia donde se observa que termina la sombra de la copa, esta medición se realizará en cuatro lados del árbol formando una cruz, como se indica en la figura. Estos datos se promedian y se calcula el diámetro de la copa.

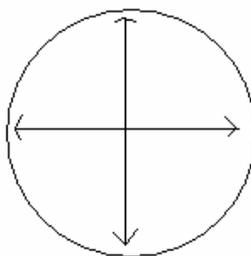


Figura 4: Muestra la forma en que se debe recorrer y medir la distancia del área bajo la sombra del árbol en cuestión para el cálculo del diámetro de la copa.

Diámetro a la altura del pecho:

Utilizando una cinta métrica se medirá el perímetro de la circunferencia del tronco a la altura donde llegue el pecho del evaluador. El dato tomado será la circunferencia y el diámetro se calcula al dividir la circunferencia medida dentro de \square así: $(D = C/\pi)$.

Subparcelas:

ESTRATO ARBUSTIVO

B) Subparcela central (dentro de la parcela principal) área 20*15m para arbustos de 6-10 cm de DAP

Colecta:

Se deberán coleccionar 4 muestras de cada individuo que posea un DAP (diámetro a la altura del pecho) entre 6 a 10 cm. que se encuentren dentro de la subparcela. Las muestras deberán presentar idealmente, flor o fruto, cada muestra deberá tener una longitud de por lo menos 30 cm. y poseer hojas y tallos sanos, se coleccionaran 4 muestras por cada planta y se agruparan las 4 muestras utilizando una cuerda con una etiqueta en el que se escribirá el número de colecta correlativo del colector y coincidirá con la información de la boleta.

Las muestras se trasladaran en bolsas plásticas de colecta a la estación biológica, donde se realizará el proceso de herborización. Las muestras frescas serán prensadas dentro de periódicos debidamente identificados y cartonés en una prensa de herbario, en el caso de que se pudieran secar con una secadora portátil, en caso contrario los especímenes se colocarán dentro de periódicos y para su traslado a los herbarios se deberá introducir las muestras dentro de bolsas de colectas y se les aplicara alcohol al 95%, en cantidad suficiente con el objeto de mojar completamente todas las muestras.

Datos que hay que tomar:

Morfoespecie o nombre vernáculo:

Durante la toma de datos en el campo se anotaran los nombres vernáculos o la morfoespecie de los especímenes coleccionados en el campo de la boleta donde se indica, así mismo el número correlativo de la colecta del evaluador de campo.

Altura total:

Se medirá la altura total de los individuos utilizando un hipsómetro, como se describe a continuación:

Medición de un árbol vertical con el observador por encima del nivel del suelo:

Localizando la base del árbol y dependiendo del hipsómetro se registra bien el ángulo **W** o la altura **AD**. Luego se observa la cima del árbol y se registra bien el ángulo **U** o directamente la altura **DB** (Figura 3). Luego se calculará la altura total mediante: **Altura total = AD+DB** o mediante **Altura total = OD*(tan (u) + tan(w))** (Vallejo, *et al.* 2005).

En el caso de que no se cuente con dicho instrumento se realizara el calculo por medio del criterio del evaluador, este ha de practicar previamente el calculo por observación con árboles de altura conocida y estandarizando su observación.

Diámetro a la altura del pecho (DAP)

Utilizando una cinta métrica se medirá el perímetro de la circunferencia del tronco a la altura donde llegue el pecho del evaluador. El dato tomado será la circunferencia y el diámetro se calcula al dividir la circunferencia medida dentro de \square así: $(D = C/\pi)$.

ESTRATO SUBARBUSTIVO

C) Subparcelas interiores en 2 esquinas opuestas de la parcela principal 5*2m área para plantas leñosas (subarbustos) con DAP entre 1.1-5 cm.

Colecta:

Se deberán coleccionar 4 muestras de cada individuo que posea un DAP (diámetro a la altura del pecho) entre 6 a 10 cm. que se encuentren dentro de la subparcela. Las muestras deberán presentar idealmente, flor o fruto, cada muestra deberá tener una longitud de por lo menos 30 cm. y poseer hojas y tallos sanos, se coleccionaran 4 muestras por cada planta y se agruparan las 4 muestras utilizando una cuerda con una etiqueta en el que se escribirá el número de colecta correlativo del colector y coincidirá con la información de la boleta.

Las muestras se trasladaran en bolsas plásticas de colecta a la estación biológica, donde se realizará el proceso de herborización. Las muestras frescas serán prensadas dentro de periódicos debidamente identificados y cartonés en una prensa de herbario, en el caso de que se pudieran secar con una secadora portátil, en caso contrario los especímenes se colocarán dentro de periódicos y para su traslado a los herbarios se deberá introducir las muestras dentro de bolsas de colectas y se les aplicara alcohol al 95%, en cantidad suficiente con el objeto de mojar completamente todas las muestras.

Datos que hay que tomar:

Morfoespecie o nombre vernáculo:

Durante la toma de datos en el campo se anotaran los nombres vernáculos o la morfoespecie de los especímenes coleccionados en el campo de la boleta donde se indica, así mismo el número correlativo de la colecta del evaluador de campo.

Abundancia de especies:

Se contará el número de individuos de la misma especie presentes en el área definida para este estrato.

ESTRATO HERBACEO

D) Subparcelas interiores en las 4 esquinas de la parcela principal: 1*1m área para hierbas con DAP <1 cm.

Colecta:

Se deberán coleccionar 4 muestras de cada individuo que posea un DAP (diámetro a la altura del pecho) de < 1 cm. que se encuentren dentro de la subparcelas. Las muestras deberán presentar idealmente, flor o fruto, cada muestra deberá tener una longitud de por lo menos 30 cm. y poseer hojas y tallos sanos, se coleccionaran 4 muestras por cada planta y se agruparan las 4 muestras utilizando una cuerda con una etiqueta en el que se escribirá el número de colecta correlativo del colector y coincidirá con la información de la boleta.

Las muestras se trasladaran en bolsas plásticas de colecta a la estación biológica, donde se realizará el proceso de herborización. Las muestras frescas serán prensadas dentro de periódicos debidamente identificados y cartones en una prensa de herbario, en el caso de que se pudieran secar con una secadora portátil, en caso contrario los especímenes se colocarán dentro de periódicos y para su traslado a los herbarios se deberá introducir las muestras dentro de bolsas de colectas y se les aplicara alcohol al 95%, en cantidad suficiente con el objeto de mojar completamente todas las muestras.

Datos que hay que tomar:

Morfoespecie o nombre vernáculo:

Durante la toma de datos en el campo se anotaran los nombres vernáculos o la morfoespecie de los especímenes coleccionados en el campo de la boleta donde se indica, así mismo el número correlativo de la colecta del evaluador de campo.

Abundancia de especies:

Se contará el número de individuos de la misma especie o bien se podrán contar hierbas por morfoespecie, se cuentan todas las hierbas presentes en el área definida para este estrato.

SECCIÓN II

BOLETA DE DIAGNOSTICO DE LAS CLASES VEGETALES

INSTRUCCIONES DE USO

Esta boleta servirá para que se pueda evaluar la clase vegetal correspondiente a cada parcela permanente, de forma que se pueda realizar un diagnóstico fácil para diversos usuarios. Así mismo permitirá detectar los cambios de cobertura vegetal en las parcelas permanentes o estaciones de monitoreo.

El propósito del presente documento es servir como una herramienta de recolección de información en el campo, que permitirá documentar los atributos de la vegetación de las unidades de estudio y su cambio a través del tiempo. Con el establecimiento de las parcelas permanentes¹, se espera monitorearlas de manera periódica, continua y consistente, realizando censos con una frecuencia temporal preestablecida. En vista de la mayor cantidad de recursos necesarios para realizar un levantamiento de datos en una parcela anidada de Wittaker, este diagnóstico se realizará en uno de los extremos de la parcela de área 50x20 mts. Utilizando para esto únicamente un área de 20x5 mts. La unidad muestral podrá ser diagnosticada como alguna de las clases vegetales descritas en el cuadro No.1, sin que sea necesario realizar un levantamiento de datos más costoso como el propuesto por medio de la parcela modificada de Wittaker.

Información general:

- Este documento está diseñado para que se registren los datos de interés de manera sistemática y ordenada.
- Se deberán anotar en los espacios asignados la siguiente información:

1. DATOS GENERALES:

Localidad: Aldea

Parcela No.: Es el código que se le ha asignado previamente.

Fecha: Día de la toma de datos.

Altitud: Según lo que indica el GPS

Coordenadas geográficas: o la referencia del sitio.

Para los datos de altitud y coordenadas geográficas si no se cuenta con instrumentos para obtenerlos, será suficiente con anotar la localidad, clase vegetal y el código asignado.

Clase Vegetal: Según el cuadernillo de evaluación.

Dueño del sitio: El propietario del terreno.

Nombre del Evaluador: Nombre de la persona que toma los datos.

Ocupación del evaluador: Si es guarda recursos, estudiante, colaborador o de la comunidad donde se realiza la evaluación.

- Se delimitará el terreno rectangular que mida 20 x 5m. Con cinta métrica se procederá a medirlo y será marcado utilizando cinta de marcaje, se colocarán

¹ Parcela permanente: Unidades experimentales con un área preestablecida que permite detectar cambios espaciales y temporales de la vegetación.

estacas en las esquinas del terreno y se delimitara la periferia del terreno formando un cuadro utilizando rafia. Para delimitar las subparcelas dentro del terreno, se utilizaran cuadros de PVC previamente fabricados y que posean las medidas establecidas para cada tamaño de subparcela.

2. CLASE VEGETAL

Las clases vegetales fueron determinadas por Ávila en el 2004 en base la estructura, composición vegetal y percepción de los comunitarios de la Ecorregión Lachuá, sobre las diferentes formaciones vegetales que se distinguen, en relación al uso antrópico del suelo en la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá.

Toma de datos: De acuerdo a las observaciones de campo, marque en la casilla indicada la clase vegetal que usted considere estar evaluando, de acuerdo a las características mencionadas en el cuadro de clases vegetales (Cuadro No.1).

3. ESTRATIFICACIÓN DE LA VEGETACIÓN

La estratificación de la vegetación en una formación vegetal se debe en parte a las diferencias entre las fases del desarrollo de las plantas y las formas de vida de las mismas.

El término estrato se aplica a una capa de copas de árboles entre ciertos límites de altura aunque a veces no están separadas claramente. Las capas de arbustos y de otras plantas que se encuentran debajo de los árboles pueden también ser llamadas estratos. Para fines descriptivos se ha determinado que la selva tropical de especies dominantes mixtas posee cinco estratos de plantas independientes (Richards, 1996).

Toma de datos: En base a las observaciones realizadas por el evaluador y a las características definidas en el cuadro para la toma de datos de estratificación (Cuadro No.2), se define el número de estratos observados. Documentando la presencia o ausencia de los estratos para las diferentes clases vegetales a evaluar.

Marque

Si	×	No	×
----	---	----	---

En la casilla con título “**Estrato presente**” al considere la presencia o ausencia de cada estrato en la clase que esta evaluando.

Marque

Si	×	No	×
----	---	----	---

En la casilla con título “**Característica presente**” al considerar si la descripción se ajusta o no se ajusta a la clase vegetal evaluada.

4. ESTRUCTURA VEGETAL

Toma de datos: Serán censados todos los individuos que posean un DAP² mayor de 1 cms, encontrados en una parcela de 20 * 1 m escogida al azar dentro de la parcela permanente de 0.1 ha. La parcela (20*1m) será trazada utilizando una vara 1m de largo, que será sostenida por el evaluador a la altura del pecho (aproximadamente 1.5 mts), durante el recorrido de 20 m lineales dentro de la parcela, será necesario contar con un colaborador, quien ira detrás del evaluador y medirá y apuntará los DAP de los individuos que topen la vara.

4.1. Densidad del estrato arbóreo en 0.1 hectárea:

Se cuentan todos los árboles con DAP>10 cms, que se encuentran en la parcela de 20*1m escogida al azar dentro de la parcela permanente de 0.1 ha. Se calcula la densidad para un área de 20*1m y para 0.1 ha, y se reportan los datos en los espacios asignados.

4.2. Densidad del estrato arbustivo en 0.1 hectárea:

Se cuentan todos los arbustos con DAP entre 6 – 10 cms que se encuentran en la parcela de 20*1m escogida al azar dentro de la parcela permanente de 0.1 ha. Se calcula la densidad para un área de 20*1m y para 0.1 ha, y se reportan los datos en los espacios asignados.

4.3. Densidad deL estrato sub arbustivo en 0.1 ha:

Se tomará en cuenta los individuos de 1.1 - 5 cms de DAP, como árboles jóvenes, palmas pequeñas, plantas grandes de tallos herbáceos, helechos arborescentes, arbustos y plantas leñosas.

Se cuenta el número de individuos que se encuentran en la parcela de 20*1m escogida al azar dentro de la parcela permanente de 0.1 ha. Se calcula la densidad para un área de 20*1m y para 1 ha, y se reportan los datos en los espacios asignados.

4.4. Densidad de herbáceas en 0.1 ha (estrato herbáceo)

Para esta medición se utilizará un cuadro de 1m² (fabricado con tubos PVC), que esta subdividido en 9 cuadros de 33.33cm², como se muestra en la figura III. Se realizarán 5 mediciones colocando el cuadro al azar dentro de la parcela permanente, se rellenan con lápiz los cuadros de acuerdo a la observación realizada sobre los cuadros cubiertos por hierbas, los datos se reportan en las casillas asignadas. El calculo del porcentaje de cobertura se realizaran posteriormente.

² DAP: medición del diámetro del tronco a la altura del pecho del evaluador, utilizando una cinta diamétrica o es la medición del perímetro de la circunferencia del tronco con una cinta métrica, se reporta en el área asignada en la boleta, y posteriormente se realiza el calculo del diámetro con la siguiente formula $DAP = C/\pi$, donde C es el dato del perímetro y π tiene un valor de 3.1416.

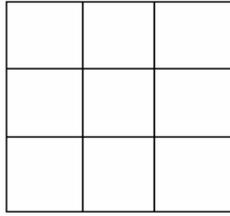


Figura 3: Cuadro de 1m*1m utilizado para medir la cobertura de herbáceas en el suelo

5. OTRAS OBSERVACIONES

Se deberá anotar la presencia de ríos, otros cuerpos de agua (nacimientos, aguadas, inundaciones, riachuelos, etc.), presencia de animales o rastros, si esta quemado, árboles botados, árboles muertos, evidencia de utilización de fertilizantes, herbicidas o insecticidas u otro tipo de impacto que sea observado en el sitio.

BOLETA PARA EL DIAGNOSTICO DE CLASES VEGETALES
(Área 20x5m)

1. DATOS GENERALES:

Nombre GPS: _____ ID GPS: _____ Exactitud: _____
 Localidad _____ Parcela No. _____
 Fecha _____
 Altitud _____ Coordenadas _____
 Dueño del sitio _____
 Nombre del Evaluador(es) _____ Ocupación _____
 Código/Número de fotos: _____

2. Cuadro No.1: CLASE VEGETAL

Clases vegetales determinadas por su estructura y composición vegetal, en relación al uso antrópico del suelo en la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, (Ávila, 2004).

Clase Vegetal	Nombre Q'eqchi'	Características Cualitativas	Marque la que considere esta evaluando
Bosque (montaña)	Ninqi che' K'iche' - montaña-	Domina el estrato arbóreo, escaso sotobosque, incluye las regiones de bosque quemadas por incendios y que poseen bosque secundario	
Cardamom al	Ninru	Presencia de árboles altos y gruesos que hacen sombra al sotobosque que esta dominado por plantas de Cardamomo	
Guamil 1	Kalemb'il, aara'an naka aaw	Incluye tapiscado (milpa luego de ser cosechada) presencia de herbáceas y algunos arbustos, altura entre 0.1 a 3 m.	
Guamil 2	Alkaa'l, nin ri	Dominan los árboles delgados como el Guarumo, Plumajillo y arbustos, altura de estos entre 4 a 6m.	
Guamil 3	Alkaa'l K'ich'e	Dominancia de árboles y arbustos con mayor altura y diámetro, altura mayor a los 7 m. Presencia de pocas herbáceas.	
Cultivo	Awinq Maíz -ixim- Frijol -keenq- Ayote -k'um- Chile -ik- Arroz -aros- Sandia	Complejo de cultivos de maíz, frijol, ayote y con menor frecuencia el chile, arroz, sandía. Ausencia de árboles, escasos o ningún arbusto, presencia de herbáceas pioneras.	
Potrero	Alamb' r	Con o sin la presencia de árboles dispersos, los cuales son utilizados para sombra del ganado, presencia de palmas, como el Manaco (<i>Orbignya</i>), puede haber pocos arbustos pequeños, algunos tienen zonas inundables; predominan los pastos naturales o introducidos.	
Potrero con guamil		Similar al anterior, pero se caracteriza por tener por lo menos un año de abandono, lo que significa que se encuentran herbáceas y arbustos altos.	

Glosario:

Estrato: Capa de copas de árboles, arbustos o de otras plantas, entre ciertos límites de altura aunque a veces no están separadas claramente.

Bosque Primario: Formación vegetal de árboles que ha madurado en un área previamente no ocupada y que generalmente lleva mucho tiempo en un estado de “climax” o equilibrio ecológico.

Bosque secundario: formación vegetal arbórea que se encuentra en un proceso de regeneración en un área que previamente estuvo ocupada por otra comunidad que fue parcial o totalmente destruida.

Arbusto: Planta leñosa de menos de 5 mts de altura cuya ramificación comienza en la base.

Herbáceo: Con poco tejido leñoso, generalmente de baja estatura, de color hierba.

Plantas pioneras: Plantas que aparecen primero luego de una perturbación del terreno.

Sotobosque: Vegetación arbustiva y herbácea que se encuentra bajo el dosel del bosque.

Dosel: Cubierta superior mas o menos continua, que forman las copas de los árboles en un bosque o selva. (Moreno, 1984)

3. Cuadro No.2: ESTRATIFICACIÓN VERTICAL DE LA VEGETACIÓN

Estrato Presente		Estrato	Alturas	Descripción	Característica Presente		Observaciones	
SI	NO				SI	NO		
		A	30-45m	Árboles maduros y espaciados			Ambos estratos A y B forman el dosel o canopia	
				Capa lateralmente discontinua				
				Raramente copas traslapadas				
		B	16-29m	Copas de los árboles en contacto unas con otras			La carencia de la división clara entre los estratos B y C es debida en parte al gran número de árboles jóvenes y a las alturas que varían, alcanzadas por las especies más pequeñas al madurar.	
				Capa lateral continua con espacios ocasionales				
				Individuos inmaduros de las especies del estrato A				
		C	5-15 m	Copas de los árboles se traslapan unas con otras				
				Capa lateralmente continua				
				Vegetación más densa, el follaje es mayor que en cualquier otro nivel				
				Pocos espacios vacíos en el conjunto de copas				
				Presencia de lianas				
		D	Desde 1m	Consiste en: árboles jóvenes, palmas pequeñas, plantas grandes de tallos herbáceos, helechos arborescentes, arbustos y plantas leñosas				
				Capa lateralmente discontinua				
		E	Antes de 1m	Plantas herbáceas (monocotiledóneas, dicotiledóneas, helechos y <i>Selaginella</i>)			Las briofitas no se incluyen por que su presencia indica	

			Regeneraciones de lianas y árboles			perturbación, y además utilizan otros sustratos como los troncos de los árboles vivos y muertos.	
			Plantas dispersas				
			Capa discontinua excepto en áreas abiertas donde incide abundante luz solar				

4. Cuadro No. 3: ESTRUCTURA VEGETAL

	Estrato	Rangos de DAP	No. de individuos	Densidad en 10*1m	Densidad en 50*20m (0.1 ha)
4.1	Arbóreo	>10 cms			
4.2	Arbustivo	6 – 10 cms			
4.3	Subarbustivo	1.1 - 5 cms			

4.4. Presencia de herbáceas

Rellene los cuadros cubiertos por hierbas:

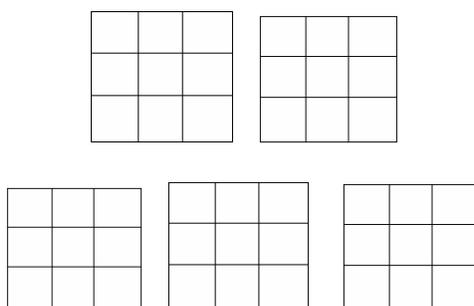


Figura 1: Cuadro de 1m*1m utilizado para medir la cobertura de herbáceas en el suelo.

4.5. Cuadro No. 4: PORCENTAJE DE COBERTURA HERBACEA

Cuadros	Obs. 1	Obs. 2	Obs. 3	Obs. 4	Obs. 5	Total observados	Porcentaje de cobertura calculado
Total	9	9	9	9	9	45	100%
Tapados							

5. Cuadro No.5: OTRAS OBSERVACIONES

Fenómeno observado	Presente (P)
Ríos	
Otros cuerpos de agua	

Animales (cuales)	
Rastros de animales	
Quema	
Tumba	
Árboles muertos	
Epifitismo	
Evidencia de utilización de fertilizantes, herbicidas o insecticidas	
Otro tipo de impacto	

REFERENCIAS

Ávila, R. 2004. *Establecimiento de la Base del Programa de Monitoreo de la Vegetación en el Área de Influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá*. Informe de Tesis. Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Universidad de San Carlos de Guatemala. 65 pp.

Comiskey J., Dallmeier F., Mistry S. 1999. *“Monitoreo Biológico en la Selva maya” Protocolo de Muestreo de Vegetación para la Selva Maya* Capítulo II. Smithsonian Institution, Monitoring and Assessment of Biodiversity Program (SI/MAB) www.afn.org/~wcsfl/selva/monbioesp.pdf

Moreno, N. 1984. *Glosario Botánico Ilustrado*. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Biológicos, S.A. Primera Edición. Compañía Editorial Continental, S.A. México. 300pp.

Richards, P.W. 1996. *The Tropical Rain Forest an Ecological Study*, Second edition. Cambridge University Press, Page. 27-46.

Vallejo, M., Londoño-Vega A.C., López Camacho R., Galeano G., Álvarez E.y Devia W. 2005. *Métodos para estudios permanentes ecológicos a largo plazo “Establecimiento de Parcelas Permanentes en Bosques de Colombia”*. Volumen I. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogota D.C. Colombia. Pags. 166-167.

Análisis Temporal de Cobertura

Clasificación de las imágenes y Categorías

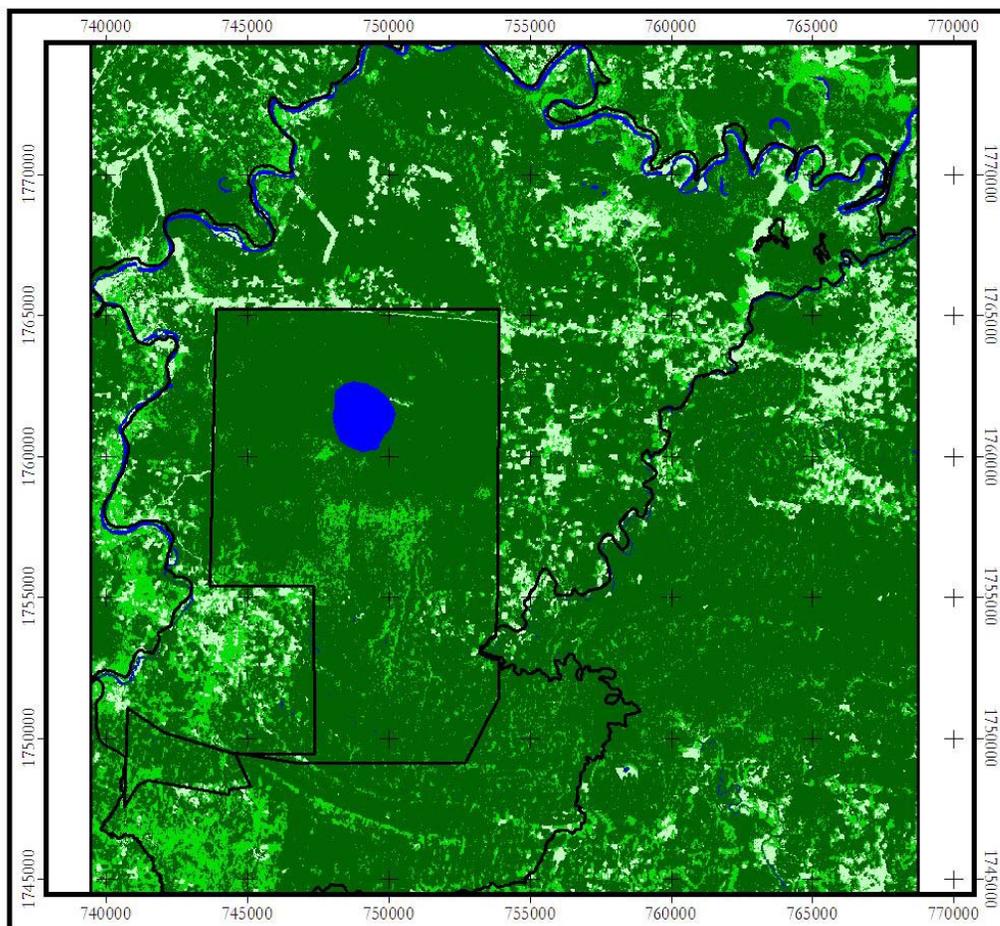
La categoría Bosque podría decirse más bien que es un complejo de bosques, que agrupa las clases de vegetación según Ávila (2004) bosques maduros y no tan maduros, Cultivo de Cardamomo, y puede contener Guamiles 3 y/o Cultivo de Cacao por no poder ser completamente diferenciables mediante el método utilizado. La categoría Guamil engloba los Guamiles 1 y 2, algunos de categoría 3 y Potreros con Guamil de 2 ó mas años. La categoría Abierto abarca las clases Potrero, Cultivo, Poblados, Arena (en las riberas de ríos Chixoy e Ibolay) y Carreteras de Terracería que sean claramente identificables del resto de la información. La categoría Nubes corresponde a nubes encontradas en la imagen de 1993.

Cuadro No. 9

Porcentaje Cobertura

	1986	1993	2001	2003
Bosque	77.91	64.40	53.92	50.09
Guamil	13.21	27.69	29.11	31.01
Abierto	8.88	7.45	16.97	18.90
Nubes	0.00	0.46	0.00	0.00

Cobertura Boscosa Ecorregión Lachuá Año 1986

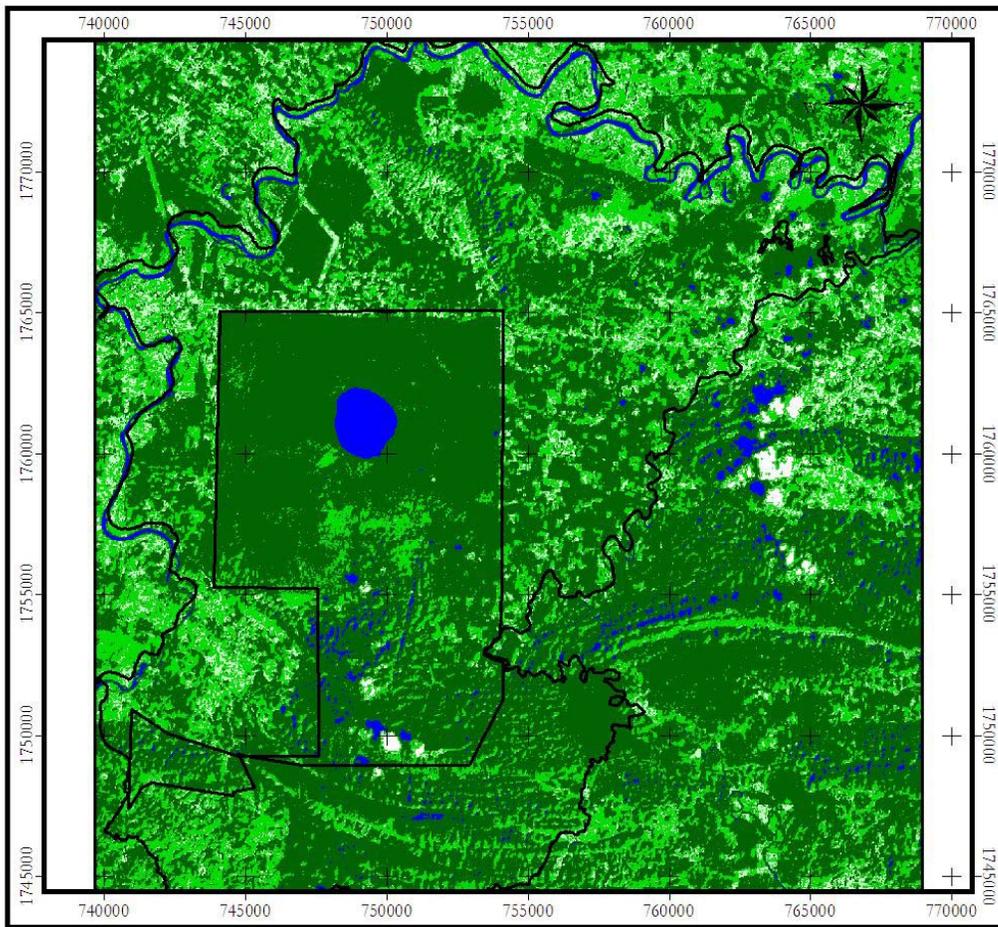


4 0 4 8 Kilómetros

Datos obtenidos después de analizar imagen Landsat, año 1986, siete bandas.
Se utilizó únicamente las bandas 4, 5, 6 y 7.
Proyección Transversal de Mercator, NAD1927.

- Cuerpos de Agua
- Bosque
- Guamiles
- Area Abierta
- Nubes
- Límite Parque Nacional y Ecorregión Lachuá

Cobertura Boscosa Ecorregión Lachuá Año 1993

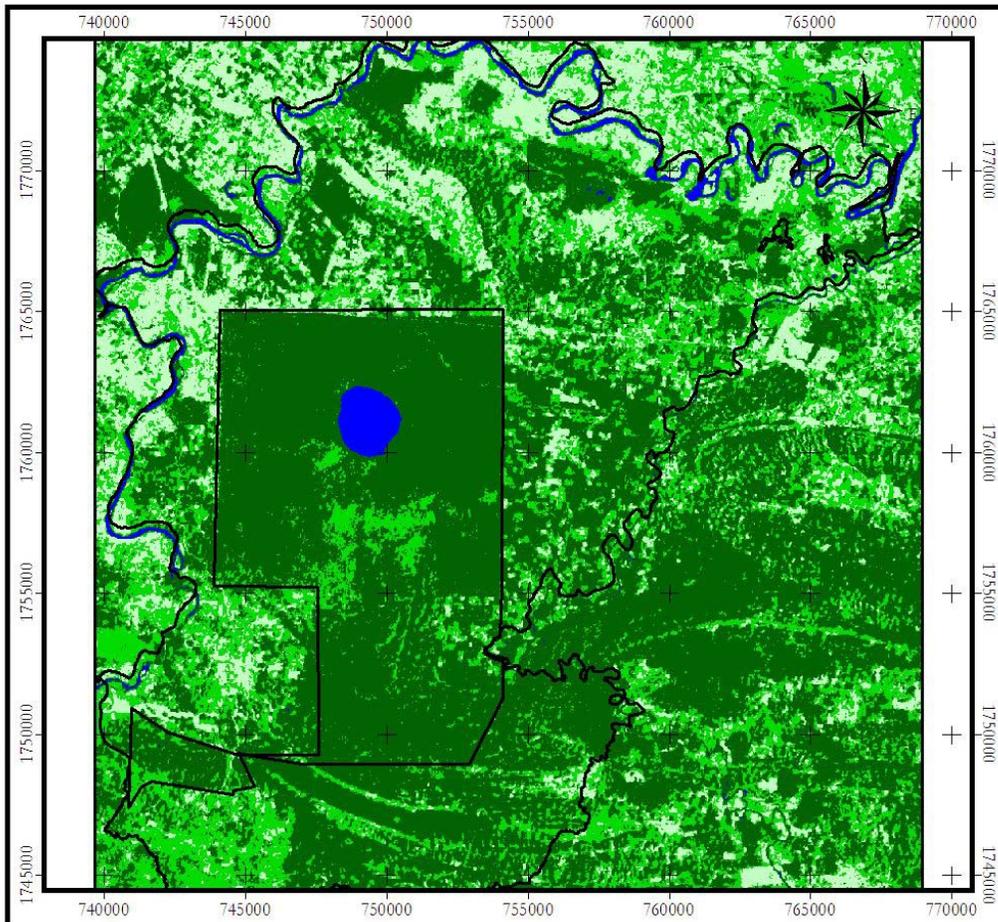


4 0 4 8 Kilómetros

Datos obtenidos después de analizar imagen Landsat, año 1993, siete bandas.
Se utilizó únicamente las bandas 4, 5, 6 y 7.
Proyección Transversal de Mercator, NAD1927.

- Cuerpos de Agua
- Bosque
- Guamiles
- Area Abierta
- Nubes
- Límite Parque Nacional y Ecorregión Lachuá

Cobertura Boscosa Ecorregión Lachuá Año 2001

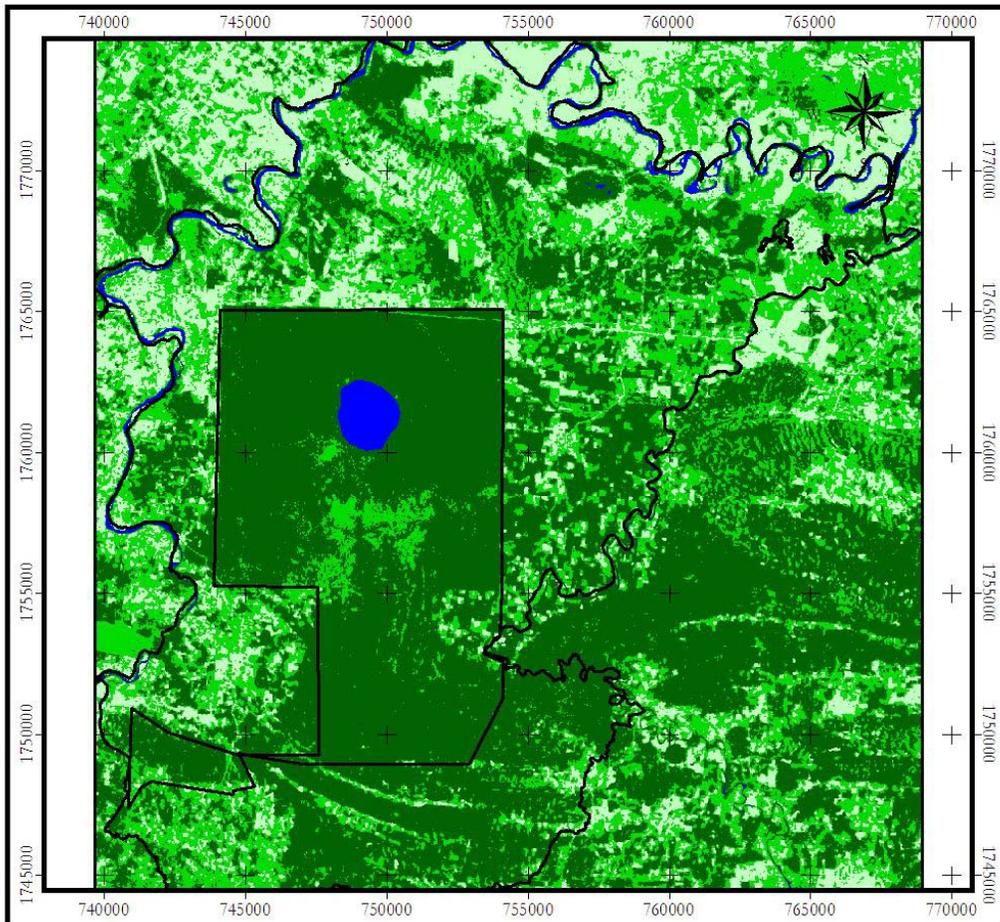


4 0 4 8 Kilómetros

Datos obtenidos después de analizar imagen Landsat, año 2001, siete bandas.
Se utilizó únicamente las bandas 4, 5, 6 y 7.
Proyección Transversal de Mercator, NAD1927.

- Cuerpos de Agua
- Bosque
- Guamiles
- Area Abierta
- Nubes
- Límite Parque Nacional y Ecorregión Lachuá

Cobertura Boscosa Ecorregión Lachuá Año 2003



4 0 4 8 Kilómetros

Datos obtenidos después de analizar imagen Landsat, año 2003, siete bandas.
Se utilizó únicamente las bandas 4, 5, 6 y 7.
Proyección Transversal de Mercator, NAD1927.

- Cuerpos de Agua
- Bosque
- Guamiles
- Área Abierta
- Nubes
- Límite Parque Nacional y Ecorregión Lachuá

DISCUSIÓN

El extensivo uso de la tierra y el crecimiento de las comunidades humanas, ha impulsado un incremento de los campos de cultivo y los campos ganaderos, aunado a esto sucede la tala de árboles desmedida, la cacería no controlada y la contaminación y pérdida de las fuentes de agua. Esta serie de causas y consecuencias afecta de manera directa al Parque Nacional Laguna Lachuá –PNLL- y al intercambio energético natural que existe entre esta y su zona de influencia, dejándola a merced de la fragmentación.

Toda esta explotación y fragmentación del hábitat va encauzando la pérdida de recursos genéticos, dejando a las poblaciones aisladas, encaminándolas a la endogamia y posterior declinación de las poblaciones. De similar forma la pérdida de cobertura forestal creara espacios abiertos y consecuentemente las especies pioneras e invasoras irán ganando espacio y sustituirán a las especies nativas que son dependientes de microhábitat más especializados. A consecuencia de la pérdida de flujo energético se aprecia una disminución de la fertilidad del suelo, lo que conlleva a la utilización de fertilizantes químicos que contaminan el suelo y los cuerpos de agua, y se hace necesario utilizar nuevos sitios para la agricultura y por ende talar más áreas de bosque que poseen suelos con mayor potencial nutricional.

En vista de esta problemática se hace de extrema importancia la comprensión de los procesos que determinan la dinámica de la vegetación en la zona de influencia del PNLL. Para lo cual es necesaria la aplicación de procedimientos detallados que involucren la evaluación de las características fisonómicas de la vegetación, tomando a esta como un indicador cuantificable del cambio estructural que sucede en el ecosistema derivado de las actividades agrícolas de la población presente en la región a través del tiempo.

Realizar una evaluación periódica de la vegetación presente en las unidades muestrales o parcelas permanentes establecidas por medio de este estudio, como un plan de monitoreo, permitirá ir acumulando información valiosa que muestre la tendencia del cambio estructural a través del tiempo producido por el uso del suelo, la pérdida, variación y sustitución de especies vegetales, en nuestro indicador definido y cuantificable, siendo este la dinámica de la vegetación.

A fin de cuentas conocer las tendencias de los procesos de transformación del paisaje conllevará a determinar los factores o componentes que determinan la dinámica vegetal. Factores que son primordiales para encaminar procesos de manejo adecuado de los recursos naturales y el eficaz amortiguamiento de las actividades de perturbación en la Ecorregión Lachuá.

CONCLUSIONES

Los procedimientos contenidos en el Protocolo para el Monitoreo de la Vegetación en la Ecorregión Lachuá, fueron derivados de una serie de revisiones bibliográficas. Así mismo se utilizó como base los estudios sobre vegetación realizados por Hernández, 2002 y Ávila, 2003 y 2004.

En base a las variables riqueza y abundancia que fueron consideradas como variables continuas, obtenidas de las matrices de datos sobre vegetación del estudio piloto realizado por el equipo de PIMEL, 2002, 2003 y 2004, para la región. Se calculó el tamaño de la muestra, llegando a un total de 114 parcelas permanentes que se deberán evaluar anualmente para constituir el monitoreo de la vegetación en la ecorregión Lachuá.

Respecto a la periodicidad del levantamiento de datos se sugiere llevarlo a cabo en dos ocasiones durante un ciclo de cultivos que comprende un año calendario, utilizando el procedimiento de diagnóstico de clases vegetales en Enero y en Junio los procedimientos para parcela modificada de Whittaker y diagnóstico de clases vegetales.

La pérdida de cobertura boscosa ha disminuido desde un 77.91% en 1986 hasta un 50.09% en 2003, tomando en cuenta que la mayor cantidad de bosque se encuentra dentro del parque, además de algunas reservas privadas y municipales, eso deja a la zona de influencia del parque como un mosaico heterogéneo, al mismo tiempo que el Parque se aísla paulativamente, disminuyendo las posibilidades de intercambio de germoplasma con otros lugares.

RECOMENDACIONES

Involucrar a los habitantes de las diferentes comunidades humanas en la Ecorregión Lachuá en el levantamiento de datos. Para que mediante su aprobación y colaboración se realice un monitoreo adecuado y puedan de manera directa favorecerce a través de su aprendizaje y encaminar el manejo adecuado e integral de sus recursos.

Crear un Manual de Plantas de la Ecorregión Lachuá, que apoye la determinación de las especies vegetales, durante el levantamiento de datos.

Elaborar estudios de geometría de parches para conocer el grado de la pérdida de hábitat y la relación que existe entre parches del mismo tipo de vegetación.

BIBLIOGRAFÍA

Avendaño C., Avendaño C., Carías A., García M., Cajas M., De León K., Garnica R. 2005. *Dinámica del Uso de la Tierra y la Conservación de los Recursos Naturales en la Región Lachuá*. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología -SENACYT Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología -FONACYT, Programa de Investigación y Monitoreo de la Región Lachuá. (PIMEL) Componente de Vegetación. Escuela de Biología. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. 73 pp.

Ávila, R. 2003. *Diversidad de Flora y usos en Paisajes no Protegidos de la Ecorregión Lachuá: Etnobotánica y Conocimiento Q'eqchí*. Apoyado por el Programa de Investigación y Monitoreo de la Ecorregión Lachuá. Informe de EPS. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Escuela de Biología. 118 pp.

Ávila, R. 2004. *Establecimiento de la Base del Programa de Monitoreo de la Vegetación en el Área de Influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá*. Informe de Tesis. Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Universidad de San Carlos de Guatemala. 65 pp.

Ak'Kutan, (1994). *Evangelio y culturas en Verapaz*. Centro Ak'-Kutan. Cobán, Alta Verapaz, Guatemala, 200pp.

Base de Datos Digital de la República de Guatemala a escala 1:250,000. 2001. Proyecto de Asistencia Técnica y Generación de Información (CATIE-ESPREDDE). Programa de Emergencia por Desastres Naturales (MAGA-BID) Unidad de Políticas e Información Estratégica (UPIE-MAGA) Guatemala.

Cabrera, C. 1995. *Estudio sobre tenencia y uso de recursos naturales en la Franja Transversal y Departamento de Petén, Componente: Ejidos Municipales y Áreas Protegidas*. Informe final de consultoría. División de Agricultura y Recursos Naturales para América Latina y El Caribe. 67pp.

Calderón, C. 2000. *Fenología de especies vegetales selectas: los estudios base para su establecimiento*. Informe de EPS. Escuela de Biología. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. USAC. 80pp.

Castañeda, C. 1997. *Estudio Florístico del Parque Nacional Laguna Lachuá, Alta Verapaz, Guatemala*. Tesis de Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos. Guatemala. 73pp.

Cleaves, C. 2001. *Etnobotánica Médica Participativa en Siete comunidades de la Zona de Influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, Cobán, Alta Verapaz, Guatemala*. Informe de Tesis, Facultad de CCQQ y Farmacia, USAC.

Comiskey J., Dallmeier F., Mistry S. 1999. **“Monitoreo Biológico en la Selva maya”** **Protocolo de Muestreo de Vegetación para la Selva Maya** Capítulo II. Smithsonian Institution, Monitoring and Assessment of Biodiversity Program (SI/MAB) www.afn.org/~wcsfl/selva/monbioesp.pdf

CONAP, 2004. **Plan Maestro del Parque Nacional Laguna Lachuá. 2004-2009**. Editores Proyecto Nacional Laguna Lachuá, INAB, UICN, Embajada Real de los Países Bajos. 133 pp.

Del Cid, P. 2000. **Diagnóstico sobre población y Medio Ambiente en el municipio de Ixcán**. UICN-ARMSA-APROFAM-CONAP-INAB-INE-PCI.

DIGEBOS-UICN-PAFG, (1994). **Proyecto de conservación del Parque Nacional Lachuá y desarrollo sostenible en la zona de influencia**. Guatemala. 50 pp.

Durán, E.L. 2002. **El Paisaje en ecología**. Ciencias 67. Pág. 44-50. Septiembre 2002. México.

Falla, R. 1993. **Masacres de la Selva; Ixcán, Guatemala (1975-1982)**. Universidad de San Carlos de Guatemala. Editorial Universitaria, colección 500 años, Vol. No.1.

FARCOTA/Proyecto Ixcán. 2000. **Diagnóstico económico de Ixcán en el 2,000, Quiché, Guatemala**. Parte I. Historia, balances y perspectiva. Gobierno de Guatemala. Unión Europea.

Escuela de Biología. 2004. **Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (FIR)**. Eco-región Lachuá, Cobán, Alta Verapaz. Escuela de Biología de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala

Freyemuth, G. y Hernández, R. 1992. **Una Década de Refugio en México. Los Refugiados Guatemaltecos y lo Derechos Humanos**. CIESAS. ICC. Academia Mexicana de Derechos Humanos. México. 409pp.

Galindo-Leal, C. 1999. **Monitoreo Biológico**. Documento Monitoreo Biológico en la Selva Maya. WCS.

García, M. 2002. **Estructura y Composición florística de los estratos arbustivo y arbóreo en la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, entre las comunidades Santa Lucía Lachuá y Río Tzetoc, Cobán, A.V.** Informe Final EDC. Escuela de Biología. USAC.

García, M. 2006. **Caracterización de la Dieta y el Hábitat del Tapir (Tapirus bairdii Gill, 1865) en Ecosistemas Ribereños del Parque Nacional Laguna Lachuá, Cobán, Alta Verapaz, Guatemala**. Informe de Tesis, Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Químicas, USAC. 106 pp.

Garnica, R. 2003. **Distribución de Epifitas en Clases Vegetales Definidas por el Uso Local de la Tierra en la Zona de Influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá**. Informe de

EDC. Apoyado por el Programa de Investigación y Monitoreo de la Ecorregión Lachuá. Informe de EPS. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Escuela de Biología. 25 pp.

Gonzales, A. 2004. *Caracterización Etnobiológica de las Actividades Agrícolas Fundamentales (Maíz y Cardamomo) y Cinegéticas en Tres Comunidades Q'eqchi'és del Área de Influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá*. Informe de Tesis. Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Universidad de San Carlos de Guatemala. 175pp.

Hernández S. 2002. *Estudio Base para el Establecimiento del Protocolo de Monitoreo de Vegetación, Dinámica de Parches de la Ecorregión Lachuá, Alta Verapaz, Guatemala, Caracterización de las Clases de Vegetación por medio de Parcelas*. Programa de Investigación y Monitoreo de la Ecorregión Lachuá –PIMEL-, Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC, Informe de EPS. 80pp.

Krebs C.J. 1999. **Ecological Methodology**. Second Edition. University of British Columbia. Edit. Benjamín/Cummings. USA. 500pp.

Morales, J. & Méndez, C. 2001. *Programa de Monitoreo Ecológico: Aplicación de Investigación biológica y Conocimiento Tradicional Q'eqchi' en la gestión y manejo del PNLL y su área de influencia*. Propuesta de solicitud de fondos a FONACON por parte de ONCA-Escuela de Biología. USAC. Documento Inédito.

Méndez, C. 1997. *Diseño de un Programa de monitoreo biológico a largo plazo mostrado a través de un estudio de caso: El Corte selectivo del bosque en la cooperativa Bethel, La Libertad, Petén*. Informe de tesis. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Escuela de Biología. 89 pp.

Miranda, F. 1978. *Vegetación de la Península Yucateca*. Colegio de Postgraduado. Chapingo, México. 270 pp.

Monedero, C. 2005. **Línea de Investigación: Geoecología – Ecología del Paisaje**. Documento. Universidad Central de Venezuela.

Monzón, R. 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*. Informe de tesis. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Agronomía. Área de Recursos Naturales Renovables. 97pp.

Pedroni, R. 1991. **Territorialidad Kekchí: una aproximación al acceso a la tierra**. Debate No. 8. FLACSO-Guatemala. 51pp.

Quezada, L. 2004. *Riqueza de Macrohongos (Orden Agaricales) dentro de las Ocho Clases Vegetales Generadas por el uso del Suelo en la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá*, Programa de Investigación y Monitoreo de la Ecorregión

Lachuá –PIMEL-, Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC, Informe de EPS.63pp.

Rosales-Meda M. 2003. *Abundancia, Distribución y composición de Tropas del Mono Aullador Negro (Allouatta pigra) en Diferentes Remanentes de Bosque en la Ecorregión Lachuá*. Informe de Tesis, Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Químicas, USAC.94pp.

Sandoval, K. 1999. *Análisis estructural de la vegetación arbórea y sotobosque del Parque Nacional Laguna El Tigre, Petén, Guatemala*. Informe de tesis. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Escuela de Biología. 61 pp.

Solano. L. 2000. *Efectos Económicos y sociales de la Actividad Petrolera en la Franja Transversal del Norte y Petén, Durante el Período 1974-1998*. Informe de Tesis. Facultad de Ciencias Económicas, Escuela de Economía. 245pp.

Sosa, M. 2001. *Proceso comunitario y sistemas de clasificación étnica. El caso de Primavera de Ixcán*. Tesis de Maestría. USAC.

Vallejo, M., Londoño-Vega A.C., López Camacho R., Galeano G., Álvarez E.y Devia W. 2005. *Métodos para estudios permanentes ecológicos a largo plazo “Establecimiento de Parcelas Permanentes en Bosques de Colombia*. Volumen I. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogota D.C. Colombia. Pags. 166-167.

ANEXOS

Anexo 1: Contactos generados durante las visitas a la Ecorregión Lachua.

No.	Comunidad	Representante COCODE	Tel. contacto	Coordenadas Geográficas Comunidad	Acompañante Guía de la comunidad
1	San Luis Vista Hermosa	Jorge Droegue	58992080	15°57'25.1"N 90°43'02.7"O	Sixto García Tel. 53351778
2	Santa Lucia	Santiago Ical	59095798	15°56'52.9"N 90°37'26.5"O	Ángel Gabriel Xo
3	Nuevo León	Ramón Choc	No hay	16°00'53.8"N 90°38'47.4"O	Ramón Choc
4	Santa Elena 20 de octubre	Santiago Choc Cac	52094483 (Santos Yat Choc)	15°58'55.1"N 90°41'52.1"O	Pendiente
5	San Marcos	Mateo Juc	57343090	15°57'25.0"N 90°40'55.0"O	Amilcar Sub Tox
6	Las Promesas	Miguel Tzib	52095316 (Tienda Las Promesas)	15°59'10.1"N 90°40'12.5"O	Mario
7	El Triunfo	Jorge Méndez	53323147	16°00'09.4"N 90°40'24.5"O	Pascasio Catalán
8	Zapotal I	Tomas Ical	50097320		Pendiente
9	Santa Cruz El Nacimiento	Isidro Cac Sacul	50383488	15P0751407/ 1765234	Isidro Cac Sacul
10	Unión Buena Vista	Virgilio Pop	53216365		Pendiente
11	Las Brisas Chixoy	Ersias Escobar	53461394	15°59'46.0"N 90°34'54.2"O	Manuel Xo
12	Pie de Cerro	Manuel Bac	58850930	16°00'25.0"N 90°37'40.0"O	Pendiente
13	Tortugas	Mariano Pop	53627673	15°58'29.8"N 90°35'12.3"O	Pendiente
14	San Benito I	Lorenzo Jalal	No	15P0755484/ 1765383	Arturo Cac
15	San Benito II	Enrique Cucul	No	15°56'41.4"N 90°34'58.6"O	Pendiente
16	Rocja Pomtila	Ricardo Macz	57012764 (Olga Pop)	15°51'43.4"N 90°37'05.4"O	Ricardo Macz
17	Tzetoc	Roberto Bin	53093177	15P0755232/ 1760605	
18	Finca San Isidro		No	15P0752569/ 1769929	Pendiente
19	Salinas 9 Cerros	Manuel Xo	No	15P0757787/ 1769738	Manuel Xo

Anexo 2: Mapa

Ubicación Ecorregión Lachuá y Sitios de Muestreo

