

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA
ESCUELA DE BIOLOGIA

“ESTUDIO BASE PARA EL PROGRAMA DE MONITOREO DE LA VEGETACIÓN EN LA ZONA DE
INFLUENCIA DEL PARQUE NACIONAL LAGUNA LACHUA”

INFORME FINAL DE TESIS

Presentado Por:
RAFAEL CARLOS AVILA SANTA CRUZ

BIOLOGO

GUATEMALA, JUNIO DE 2004

JUNTA DIRECTIVA

DECANO:	M. Sc. Gerardo Leonel Arroyo Catalán
SECRETARIA:	Licda. Jeannette Sandoval Madrid de Cardona
VOCAL I:	Licda. Gloria Elizabeth Navas Escobedo
VOCAL II:	Lic. Juan Francisco Pérez Sabino
VOCAL III:	Licda. Beatriz Eugenia Batres de Jiménez
VOCAL IV:	Br. Carlos Enrique Serrano
VOCAL V:	Br. Claudia Lucía Roca Berreondo

para mi pa'.....

AGRADECIMIENTOS

Al programa de investigación y monitoreo –PIMEL– de la Escuela de Biología, a Claudio y a todos los que conforman el equipo de vegetación. A los buenos amigos Charlie y Juliche por su valiosa amistad y todo su apoyo asesorando este estudio. Al herbario USCG, al Fideicomiso para la Conservación en Guatemala, a ONCA y su presidente, Julio Morales Álvarez, a Rosel por su gran apoyo y buenos consejos al revisar este estudio. A todos mis compadres de la Escuela en especial a Caluto, Monic, Pepe, Machuca, Marianela, Cacho, Flex, Heidi; a Renato, Huicho, Chepe, Ale, Panucci y a toda la mara del real guaril (s.b.) por su amistad y apoyo. Infinitamente a todas las personas de las comunidades Q'eqchi'es que ayudaron en el trabajo de campo, personas a quienes considero amigos e investigadores, en especial agradezco a Erwin, Abraham y Ángel Xo', Manuel de Jesús, Tato, don Manú, don Pascasio y doña Ursula así como a sus hijos Felipe, Eustaquio y Alfredo Catalán, don Arturo y su familia, a los guardarrecursos del Parque en especial a Alfredo, a las estudiantes de EPS que colaboraron en la recopilación de datos y a todas las personas que he olvidado mencionar en estas líneas. Por su excepcional apoyo, especialmente agradezco a mis pa's Estela y Carlos Ávila, a Merwin, Wendy y Merwin Gabriel. A Sandra por el apoyo brindado en todo momento y al igual que Rashell, agradezco a la alegría en sus rostros cada vez que regresé del campo. Agradezco a Dios y a la vida por invitarme a conocer y experimentar en la complejidad de sus paisajes.

**ESTUDIO BASE PARA EL PROGRAMA DE MONITOREO DE LA VEGETACIÓN EN LA ZONA DE
INFLUENCIA DEL PARQUE NACIONAL LAGUNA LACHUÁ**

Rafael Carlos Ávila Santa Cruz
Guatemala, Junio de 2004

RESUMEN

Se realizó el estudio base para implementar el programa de monitoreo de la vegetación, el cual formará parte en la elaboración de un plan de manejo con enfoque alternativo que contemple la continuidad espacial de la diversidad biológica en el área. Se determinaron ocho tipos de clases vegetales reconocidos por los pobladores: Bosque, Bosque con Cardamomo, Guamil I, Guamil II, Guamil III, Potrero, Potrero con Guamil y Cultivo. Las clases, producto del uso de la tierra, fueron la base para el diseño del estudio. Para cada una se seleccionaron 12 unidades de muestreo, en donde se caracterizaron vegetativamente los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo. Se obtuvieron 1568 registros, agrupados en 664 especies y morfoespecies distribuidas en 73 familias. En términos de diversidad y abundancia florística, las familias mayor representadas fueron Asteraceae, Rubiaceae, Lauraceae, Euphorbiaceae, Cyperaceae, Fabaceae (Leguminosae), Melastomaceae, Lamiaceae, Arecaceae, Clusiaceae, Moraceae y Mimosaceae (Leguminosae).

Con datos de distribución, abundancia, composición y estructura vegetal, se realizaron análisis de agrupamiento jerárquico, correspondencia rectificada (DCA), anidamiento y extrapolación de especies (Jackknife de 1er. orden). Estos sugieren que las clases vegetales reconocidas por los pobladores convergen con las clases identificadas ecológicamente. Asimismo los valores establecen que la vegetación se estructura en un patrón anidado y se sugiere que el continuo espacial del paisaje persiste, por lo que el uso al que la tierra ha sido sometida no ha generado una discontinuidad vegetal completa. El estudio revela que los valores de diámetro a la altura del pecho y altura total, y la distribución espacial de las especies exclusivas, deben ser considerados como caracteres básicos en la implementación del programa de monitoreo vegetal.

INTRODUCCIÓN

A pesar de la importancia atribuida a las áreas protegidas, éstas han sido diseñadas sin tener en cuenta estudios biológicos que permitan elaborar planes de manejo que consideren los procesos ecológicos, evolutivos y culturales del área. El Parque Nacional Laguna Lachuá –PNLL–, como área protegida, ha sido establecida para conservar aspectos de belleza escénica y no de procesos evolutivos y culturales, por lo que su diseño y manejo pueden no ser los más adecuados a la realidad ecológica, social y cultural de la región. Su zona de influencia –ZI–, comprende un mosaico de hábitats definidos según el uso antrópico de la tierra. Como consecuencia de ello, el PNLL es una región sujeta a perturbación y su ZI es un paisaje heterogéneo producto de la diversidad de usos que interactúan entre sí. Sin embargo, es posible contemplar un enfoque alternativo de manejo al de áreas protegidas aisladas, que tome en cuenta la continuidad espacial y temporal de la diversidad biológica en el escenario de las actividades humanas (Saunders et. al., 1991). Este tipo de visión “Integral de Paisajes” permitiría la reestructuración del plan actual de manejo en el PNLL y contribuiría a la incorporación del conocimiento y manejo local con el conocimiento y manejo

científico occidental, además de permitir al PNLL, jugar su papel en el desarrollo integral de las comunidades humanas.

Uno de los primeros pasos para establecer un plan de manejo alternativo, es determinar y entender los procesos ecológicos (Saunders et. al., 1991). Esta investigación, base para los estudios de monitoreo de la vegetación, ha logrado caracterizar el área en base al uso y manejo Q'eqchi' de la tierra, involucrando a las comunidades en la identificación de clases y en la determinación de los patrones ecológicos vegetales.

MÉTODO

El estudio se realizó en la región norte y este de la ZI, e involucró a 17 comunidades Q'eqchi'es. Las clases vegetales reconocidas por los pobladores fueron los tratamientos evaluados y de cada uno se elaboraron 12 réplicas. Caracterizando vegetativamente los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo se obtuvieron datos de distribución, composición, riqueza y estructura vegetal. Se utilizó como unidad de muestreo la parcela modificada de Whittaker de 0.1 hectárea elaborada de la forma siguiente: Una parcela principal de 20 x 50 mts, en la que se registraron árboles con DAP mayor de 10 cms.; Una subparcela de 15 x 20 mts, en la que se registraron árboles y arbustos con DAP entre 5.1 y 10 cms.; Dos subparcelas de 5 x 2 mts en esquinas opuestas, que registró arbustos con DAP entre 1.1 y 5 cms.; Cuatro subparcelas de 1 x 1 mts en las cuatro esquinas, que registró vegetación con DAP menor de 1 cm. Se colectó cinco muestras de cada especie y se herborizaron según las normas estándar de herbario. La determinación de las especies vegetales permitió elaborar listados con las especies más abundantes, las cuales se sugiere utilizar para el programa de monitoreo.

La registros obtenidos en cada unidad de muestreo fueron ingresados al programa Excel (Microsoft, 2000), en donde se elaboró la base de datos. Para la elaboración del inventario de especies, se utilizó todos los registros del muestreo y los datos obtenidos fuera de los muestreos sistemáticos. La proporción de las especies colectadas respecto a las especies esperadas en cada clase vegetal fue determinada con el método Jackknife de primer orden a través del programa PC-ORD (MJM, 1999), que calcula la proporción basándose en el número de especies colectadas en una unidad de muestreo. El patrón ecológico fue analizado con datos de distribución, abundancia, composición y estructura de especies. La heterogeneidad paisajística, la complementariedad entre clases, la distribución y la abundancia de las comunidades vegetales, fue determinado con un análisis jerárquico de agrupamiento (distancia euclidiana relativa y agrupación de promedio de grupos) y de correspondencia rectificadas (DCA) en los cuales los datos son relacionados en base a similitudes y disimilitudes de las variables (Jongman et. al., 1995).

El patrón de distribución de las comunidades vegetales se determinó con el programa Nestedness Temperature Calculator (Atmar y Patterson, 1995) a través del método de Monte Carlo, el cual evalúa si el patrón de distribución corresponde a un tipo aleatorio o bien a un tipo anidado.

RESULTADOS

Percepción local del paisaje: clasificación vegetal

Las ocho clases de vegetación (cuadro 1) fueron identificadas en base a entrevistas y caminatas con los informantes clave, y son resultado del uso Q'eqchi' de la tierra.

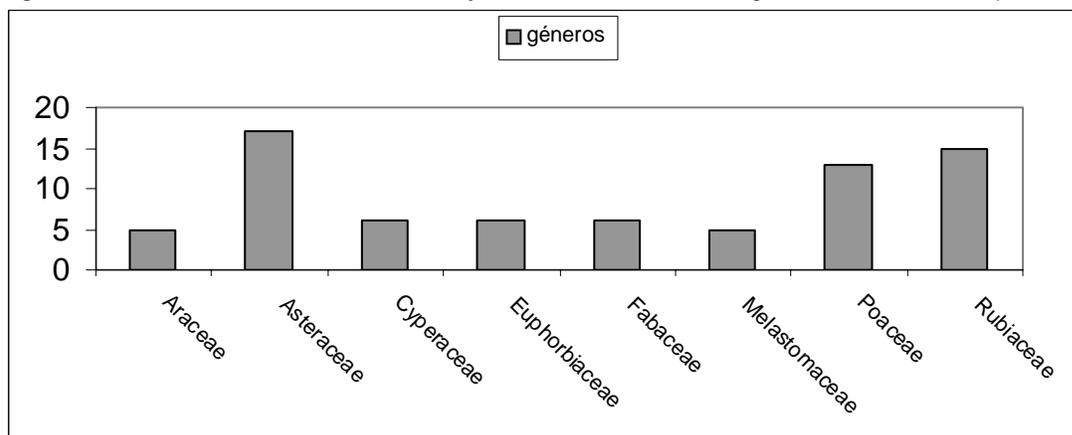
Cuadro No. 1 Clases vegetales identificadas en la zona de influencia del PNLL

No.	Clase Vegetal	Nombre Q'eqchi'	Características
1.	Bosque	K'iche'	Domina el estrato arbóreo. Escaso sotobosque. Incluye las regiones afectadas por incendios y que poseen árboles de crecimiento secundario.
2.	Bosque con cardamomo	Ninrú	Presencia de árboles altos y gruesos que brindan sombra a extensas plantaciones de cardamomo. Sotobosque generalmente ausente.
3.	Guamil I (0 - 2.9 años)	Kalemb'il	Incluye milpa luego de la cosecha. Presenta herbáceas y algunos arbustos, con alturas entre 0.1 a 3 metros.
4.	Guamil II (3 - 5.9 años)	Alk'al	Dominancia de árboles delgados como <i>Cecropia</i> y <i>Schizolobium</i> . Arbustos de 4 a 6 metros de altura.
5.	Guamil III (6 - 15 años)	Alk'al k'iche'	Dominan árboles y arbustos con altura mayor a los 7 metros. Árboles con diámetros bajos. Presencia de pocas herbáceas.
6.	Cultivo	Maíz: ixim Frijol: keenq' Ayote: k'um Chile: ik Arroz: aros	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 presencia de árboles, los que son utilizados para sombra de ganado. Presenta palmas como <i>Orbignya</i> y algunos arbustos pequeños. Ciertas zonas son inundables. Predominancia de gramíneas.
8.	Potrero con guamil		Potrero con al menos un año de abandono. Presenta herbáceas y algunos arbustos altos.

Diversidad florística

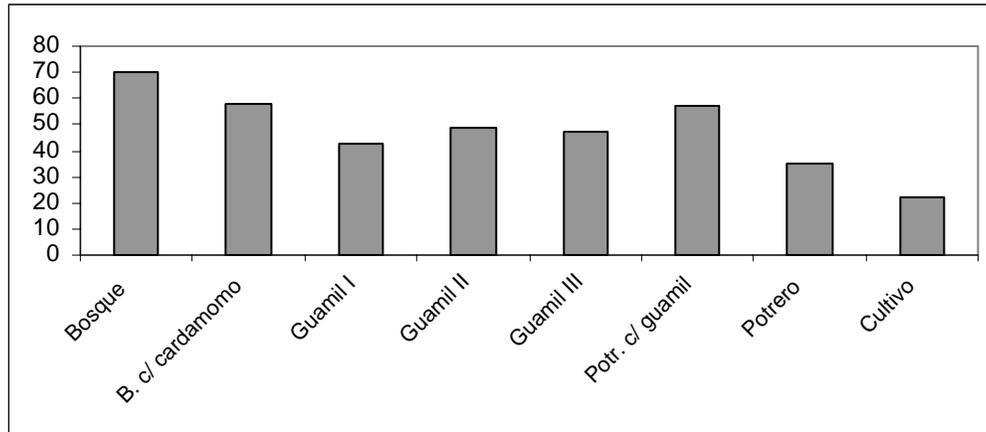
Se obtuvieron 1568 registros vegetales. Del total de colectas, cien muestras fueron identificadas hasta familia y del resto se determinaron 191 géneros que se distribuyen en 73 familias. El mayor número de géneros determinados pertenece a la familia Asteraceae (Fig. 1).

Figura No.1 Familias más abundantes. El eje "Y" indica el número de géneros determinados por familia.



Los resultados muestran que la clase "bosque" presenta la mayor riqueza de géneros (Fig. 2), la cual tiene 12 géneros más que la clase vegetal siguiente: el "bosque con cardamomo". Las clases vegetales "potrero" y "cultivo" son las que presentan la menor riqueza de géneros debido a la homogeneidad de sus cultivos.

Figura No.2 Abundancia de géneros identificados en las clases vegetales. El eje "Y" indica el número de géneros identificados.



Se identificaron 47 géneros compartidos en al menos dos clases vegetales y 58 géneros exclusivos, que se presentan únicamente en una clase vegetal. Los géneros compartidos y los exclusivos de las clases vegetales, son de gran importancia pues su presencia o ausencia son una característica que las define, según el conocimiento local.

Ecología del paisaje: agrupamiento y ordenación de la vegetación

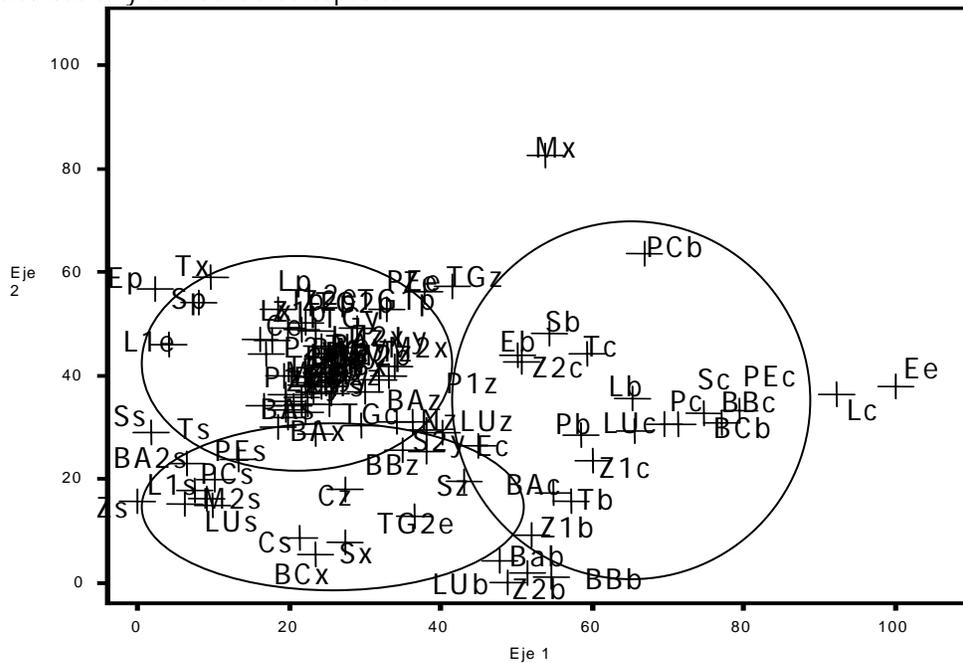
Los resultados de los análisis ecológicos de agrupación y ordenación, manifiestan amplia semejanza con los criterios locales, respecto al reconocimiento de las clases, pues con datos de presencia, abundancia y estructura se formaron agrupaciones que permiten reconocer las mismas asociaciones. El análisis de agrupamiento realizado como una sola matriz con datos de composición y abundancia de especies, muestra la formación de cuatro grupos que relacionan clases vegetales en donde se presenta uso semejante de la tierra. Complementariamente, el análisis de ordenación aplicado al mismo conjunto de datos muestra que las mismas se distribuyen en tres grupos reuniendo las clases que responden a un tipo de uso de la tierra (Fig. 3) y reflejan un grado de perturbación específico. Debido a que el análisis de ordenación se realizó en base a la distribución y abundancia de vegetación, la figura muestra zonas de intersección, que indican clases vegetales con especies semejantes. De la misma figura se deduce que las unidades con baja perturbación presentan mayor riqueza vegetal y las unidades con alta perturbación, una riqueza baja.

El análisis de agrupamiento que relacionó las 96 unidades de muestreo en base a sus valores promedios de estructura formó asociaciones, que reúnen a las clases de la misma forma descrita anteriormente.

Ecología del paisaje: patrón ecológico espacial

Las temperaturas obtenidas a través del método Monte Carlo, supone que los datos de las matrices utilizadas no resultan de una distribución al azar y son resultado de una distribución anidada.

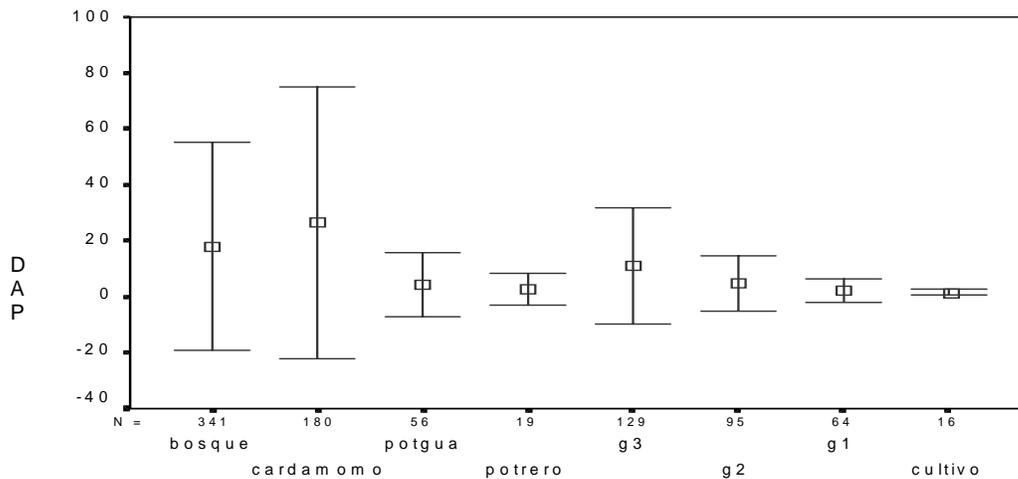
Figura No.3 DCA de la totalidad de unidades de muestreo. Los óvalos representan grupos similares según distribución y abundancia de especies.



Elementos ecológicos utilizables para el monitoreo de las clases vegetales

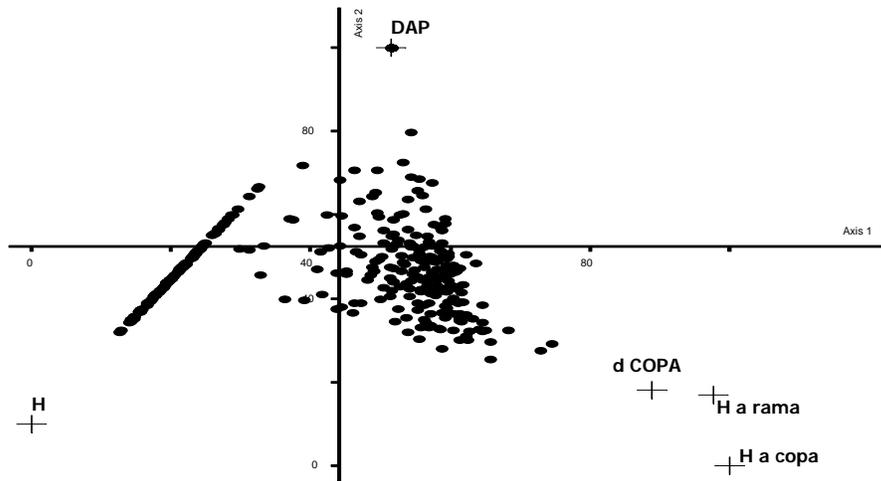
La evaluación periódica de algunas especies será un elemento a incluir en el monitoreo de la vegetación y la misma permitirá la detección de patrones espaciales de variación de la dinámica vegetal. En complemento, los análisis ecológicos llevados a cabo, indican que los caracteres estructurales de la vegetación son los que definen claramente a cada una de las clases, de ellos el principal es el diámetro a la altura del pecho-DAP-. La fig. 4, muestra para dicho valor, la variabilidad entre las clases a través de barras de error. Se muestra en un cuadrado el valor estructural, y la línea que se extiende hacia los extremos indica el valor de dos desviaciones estándar.

Figura No. 4 Comparación de los valores promedio de DAP entre las clases vegetales.



Con la misma matriz de datos se realizó un análisis de ordenación (Fig. 5), y el diagrama refleja que la vegetación tiende a aglomerarse hacia las variables de diámetro de copa, altura de dosel y diámetro de dosel. Por otro lado, los valores adyacentes a las variables de DAP y altura total (H), tiende a segregarse. Esta relación sugiere que pueden usarse estas dos variables como elementos principales de diferenciación de las clases y, la alteración de sus valores puede servir para monitorear la dinámica en el cambio de la vegetación.

Figura No.5 Análisis DCA de la matriz general de datos. El análisis relaciona los valores de estructura en cada especie.



DISCUSIÓN

La región que se ha estudiado presenta una gran variedad de recursos y los pobladores tienen amplio conocimiento de las riquezas y de la forma de utilizarlas (Cleaves, 2001; Ávila, 2003). Los tratamientos estudiados reflejan que la pérdida de diversidad florística aumenta según el grado de intervención al que sea sometida la tierra. Esto, transforma continuamente el paisaje e interrumpe los procesos biológicos y evolutivos que se reflejan en la formación y simplificación de las clases vegetales.

Diversidad florística

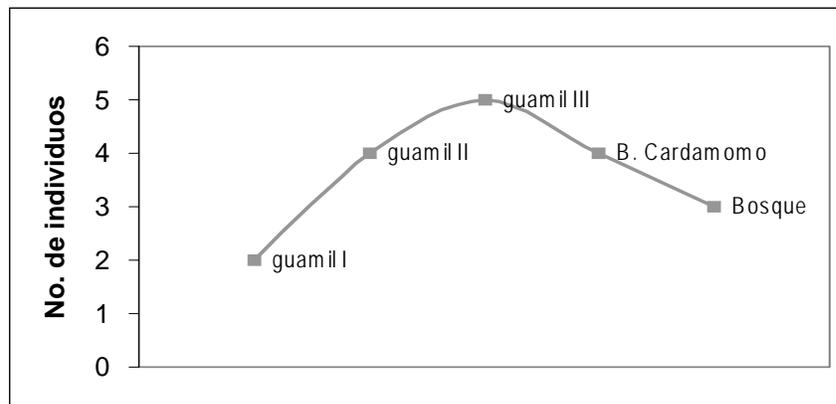
El PNLL corresponde al último remanente de bosques tropicales lluviosos del norte de Guatemala y del sureste de México, que conforman el mayor macizo forestal más septentrional después de la Amazonía (Mendoza y Dirzo, 1999). Esta localización la hace contar con abundante diversidad florística, y los 1568 registros obtenidos, las 73 familias encontradas y los 100 géneros determinados confirman que la región es una de las más diversas del país.

Kalliola (1993) reporta, para los bosques de tierras bajas de Sudamérica, entre las familias más abundantes a Leguminosae, Lauraceae, Rubiaceae, Moraceae, Arecaceae y Euphorbiaceae. Por su parte, Gentry (1988) reporta a Leguminosae y Moraceae, entre otras. En la ZI del PNLL, se encontró que el grupo de familias más abundantes incluye a Rubiaceae, Euphorbiaceae, Lauraceae, Fabaceae (Leguminosae), Arecaceae, Moraceae y Mimosaceae (Leguminosae). Esto confirma además, lo reportado por García (2001) en un estudio previo realizado en una sección de la ZI en donde se reportó que las familias Moraceae y Leguminosae se presentan como las más abundantes.

La clase vegetal "bosque" aporta la mayor diversidad con 70 géneros, de los cuales 12 son exclusivos. El "bosque con cardamomo" aporta 58 géneros, la segunda clase con mayor diversidad. Estos resultados reflejan lo expuesto por Morales (1999) en su estudio de comparación entre paisajes del PNLL, en donde el "bosque" presenta mayor diversidad. Las clases "potrero" y "cultivo" reportan los valores más bajos. En estudios de la Amazonía, se reporta que las zonas cubiertas por pastizales presentan las abundancias más bajas (Fujisaka *et. al*, 1998). Es posible comparar estas zonas de pastizales con las grandes extensiones de la ZI utilizadas para potreros, en donde la vegetación dominante son gramíneas (pastos).

Las especies compartidas entre las clases, son utilizadas como elementos complementarios que definen relaciones de sucesión. El ejemplo más claro lo presenta el género *Cecropia* sp. (Fig. 6), utilizado para reconocer zonas intervenidas, pues solo crece en vegetación secundaria.

Figura No. 6 Representación idealizada de la distribución y abundancia del género *Cecropia* sp. El eje "Y" indica el aumento y/o disminución de individuos en cada clase.



La identificación de especies exclusivas para las clases vegetales, da idea de las condiciones necesarias para que las mismas se desarrollen únicamente en dichas clases y los datos muestran que la mayor cantidad de especies exclusivas es aportada por el "bosque", situación esperada, debido a su mayor diversidad florística. Este resultado fue descrito anteriormente por Morales (1999) y García (2001) en la misma región y resultados similares se obtuvieron en los estudios de Fujisaka *et. al*.

Los análisis de Jackknife de primer orden, estiman que las 9 hectáreas caracterizadas reportan el 60% de la totalidad de diversidad florística en la región. Esto sugiere la necesidad de elaborar un mayor número de unidades de muestreo por cada clase vegetal.

Ensamble ecológico de la vegetación

En los estudios de ecología vegetal es prioritaria la identificación y cuantificación de patrones espaciales (Fortín, 1997), y es que en la naturaleza, los organismos no se distribuyen uniformemente o al azar, más bien, se segregan en parches, gradientes u otro tipo de estructuras espaciales (Legendre, 1989). Los análisis ecológicos reflejaron la formación de asociaciones que permiten diferenciar las clases vegetales en base a caracteres de abundancia, composición, distribución y estructura vegetal. El uso al que es sometida la tierra, resulta en la formación de clases de vegetación identificadas a través de la observación de caracteres como altura, grosor y presencia de especies. Usando los mismos caracteres para determinar patrones, se forman agrupaciones que

permiten reconocer las mismas clases vegetales. Esta semejanza y complementariedad permite utilizar ecológicamente el criterio de clasificación local como herramienta para la evaluación periódica de la vegetación.

La clasificación Q'eqchi', reconoce las clases vegetales "bosque" y "bosque con cardamomo", en donde predominan las especies arbóreas. Los "guamiles", que crecen luego del abandono de la tierra después de la cosecha y en donde predominan hierbas y arbustos. El "potrero con guamil" con vegetación arbustiva, pastos y otras plantas características del "potrero", y "cultivo", que se reduce a siembras homogéneas de alguna especie. El análisis ecológico de agrupamiento que relacionó la diversidad florística en cada unidad de muestreo, evidencia la sucesión vegetal en el área mediante la formación de asociaciones. La primera reúne unidades con especies arbóreas: "bosque" y "bosque con cardamomo". La segunda muestra la relación entre las unidades de "bosque con cardamomo", "guamil III" y algunas unidades de "cultivo". La tercera reúne unidades de "cultivo" y a los tres tipos de "guamil". La última, contiene las unidades de "potrero" y "potrero con guamil", en las cuales la vegetación predominante se centra en las gramíneas. Cada grupo formado reúne unidades de muestreo que en el paisaje se relacionan estrechamente, que poseen una diversidad florística semejante y que, según la cosmovisión de los pobladores son semejantes en la naturaleza.

Un segundo análisis de agrupamiento, en base a valores estructurales, mantuvo la tendencia de la matriz general que agrupó en base a presencia y abundancia de especies. Cada asociación formada reúne las clases que los pobladores consideran como muy semejantes. De esta forma, se reúnen unidades de "bosque con cardamomo" y "bosque"; "bosque con cardamomo", "bosque" y "guamil III"; "potrero" con "guamil" y "guamil II"; "guamil I", "potrero", "cultivo" y a las unidades de muestreo "potrero con guamil" y "guamil II" que están en las fases iniciales de desarrollo vegetal. Los valores estructurales utilizados para análisis de ordenación, fueron comparados previamente a través de barras de error, las cuales permiten observar que en relación al DAP, las clases vegetales "bosque", "bosque con cardamomo" y "guamil III" presentan la variabilidad más amplia, es decir que la vegetación presente en ellas posee valores de DAP altos y bajos. Sin embargo, es interesante notar que esta comparación permite confirmar el proceso de sucesión vegetal, de tal forma que la clase "guamil III" refleja valores más pequeños que el "bosque" y el "bosque con cardamomo", pues está en una etapa de regeneración vegetal. Tendencia similar se observa en las clases "guamil I, II y III", en las que, debido al descanso otorgado a la tierra, se observa de nuevo el proceso de sucesión. Por otro lado, la homogeneidad de la vegetación en las clases "cultivo", "potrero" y "potrero con guamil", se refleja en la escasa amplitud de variabilidad. La comparación de los valores estructurales de DAP permite afirmar que las clases con menor perturbación reflejan una mayor heterogeneidad en la vegetación.

Las agrupaciones resultantes con los métodos de ordenación son complemento de los análisis de agrupamiento, pues las unidades que se agrupan en ambos responden a las mismas semejanzas que permiten a los pobladores identificar las clases. De esto, una agrupación reúne las unidades con alto grado de perturbación, un segundo grupo engloba unidades con perturbación intermedia, y la tercera agrupación incluye unidades con baja perturbación. La tendencia formada permite deducir que la riqueza y la composición florística de una determinada clase, disminuyen como consecuencia directa del aumento de la perturbación en el área.

Los patrones de variación observados en la estructura vegetal y que se reflejan en las figuras de ordenación, determinan que los caracteres que permiten diferenciar cada clase son el diámetro del

tronco (DAP) y la altura total del individuo. La segregación que estas variables ejercen en la distribución de la vegetación, confirman que son caracteres determinantes en el establecimiento de diferencias evidentes.

Patrón ecológico espacial

Anteriormente otros estudios habían descrito que los patrones de distribución de especies en hábitats fragmentados (como el presente caso) exhibían una tendencia marcadamente anidada (Atmar y Patterson, 1993). La diferencia entre los valores de temperatura observada y aleatorizada, sugiere que la distribución de la vegetación en la zona responde a un patrón anidado, lo que implica que la distribución responde a la interacción de elementos edafológicos, climáticos, ambientales y de procesos ecológicos a los que está sujeta, lo que hace que la vegetación se encuentre en determinadas regiones del área de estudio.

Manejo local del paisaje

Se ha descrito que los patrones espaciales de la vegetación y la variación en la distribución de especies es debida a tres factores: a) morfológicos; b) ambientales; y c) de interacción de otros grupos de plantas (Dale, 1999). Para comprender la dinámica de la vegetación en la ZI, es necesario agregar otro factor, clasificado como el más importante en la variación y determinación de patrones: d) el factor antropogénico, que causa la perturbación del ambiente, cuya importancia en la regeneración vegetal radica en la formación de ciclos de mosaicos vegetales.

Clases, dinámica vegetal y conservación de la diversidad florística

La vegetación es un continuo complejo de poblaciones, por lo que cualquier clasificación de ella se refiere a unidades arbitrarias y artificiales (Krebs, 1985). Sin embargo, las clases vegetales reconocidas son el resultado de transformaciones debido al uso del paisaje a meso-escala, por lo que es válido utilizar la clasificación artificial para determinar cambios y patrones espaciales de la vegetación a través de los años.

Este estudio revela que las ocho las clases vegetales reconocidas interactúan entre sí (Fig. No. 7) influyendo en la composición, distribución y riqueza de especies. Estas clases pueden variar continuamente, existiendo como tales por cortos periodos de tiempo o permanecer abandonadas hasta convertirse en áreas homogéneas con especies adultas y estratos vegetales definidos.

Estudios que han involucrado a comunidades locales, afirman que muchos de los elementos de la diversidad vegetal son clasificados de acuerdo a la percepción de los pobladores, quienes se basan en el origen, forma, estructura, usos, hábitat y propiedades de las especies (Jain, 2000). Se ha demostrado lo anterior, pues las clases reconocidas son identificadas basándose en la percepción visual de características de estructura. En algunas ocasiones, la percepción de caracteres estructurales y la diversidad florística, son aspectos que en conjunto, permiten confirmar la identidad de la clase. En este aspecto, se ha descrito que la diversidad florística de una región con manejo comunitario, está influenciada por dos factores: a) el mantenimiento de la región como unidad y b) la continuidad de las prácticas de uso de la tierra (Backes, 2000). Estos factores de utilización local de la tierra, provoca que algunas especies crezcan únicamente en ciertas clases (exclusividad de especies).

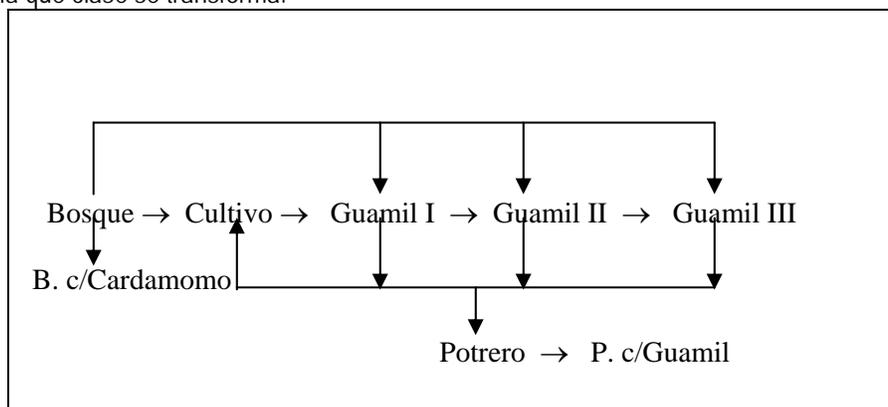
La clase vegetal "Bosque" puede considerarse como el sistema productivo más antiguo, una herencia del pueblo prehistórico (Hatse y De Ceuster, 2000), y como sistema productivo, presenta la

mayor diversidad de especies en la región, y es utilizado además como proveedor de recursos hídricos, alimenticios, medicinales y ornamentales, entre otros (Jain, 2000). Aunque la clase “bosque con cardamomo” puede verse como un sitio que mantiene la diversidad, no puede ser considerada como remanente de “bosque”, pues las condiciones de bosque original cambian con la intervención al eliminar los estratos secundarios y dominados, provocando cambios en la sucesión vegetal del área. En muchos casos, luego de varios años de cultivo del cardamomo, los terrenos son talados completamente para la siembra de la milpa (clase vegetal “Cultivo”), que puede tomarse como el sistema productivo más importante en la región. Estas regiones (ecológicamente altamente perturbadas) cumplen función de sumideros o sitios de apareamiento y de alimentación para ciertas especies animales (Krebs, 1985). Durante este tiempo empieza a regenerar la vegetación transformando el área en una compleja clase vegetal, que denominan “guamil”. La vegetación del “guamil” inicia al terminar la cosecha y es agrupada en tres grupos: a) guamil I (0-2.9 años), b) guamil II (3-5.9 años) y, c) guamil III (6-15 años), y se caracterizan por presentar abundantes especies de gramíneas y árboles en estado regeneracional.

En la clase “guamil I”, aparecen las especies vegetales pioneras en la sucesión vegetal, que generalmente son de hábito herbáceo y que declinan rápidamente. Estas especies son sustituidas por vegetación arbustiva, que presenta un máximo de abundancia y desarrollo en la etapa del “guamil II”. A este tiempo, el área pierde la mayor parte de sotobosque, si se abandona puede dar lugar a la clase “guamil III” y posteriormente “bosque”, pero si la vegetación es eliminada completamente puede surgir una de dos clases: “cultivo” o “potrero”.

Los potreros Q’eqchi’es son considerados sistemas de producción no tradicional (Hatse, 2001), se derivan de los guamiles y nunca surgen como productos de la tala del bosque. Siempre los potreros presentan una dominancia vegetal de gramíneas nativas o introducidas, sin embargo existen potreros en la región que presentan la característica de estar enmontados, y son denominados “potreros con guamil”.

Figura No. 7 Transformación que sufre una clase vegetal a otra, debido al manejo de la tierra. Las flechas indican hacia que clase se transforma.



Elementos para un programa de monitoreo de la vegetación en la ZI

Posterior al análisis de patrones ecológicos, de criterios de percepción local y de patrones estructurales de variación, es factible establecer elementos para la implementación de un plan de monitoreo de la vegetación: el patrón de distribución y abundancia que exhibe el género *Cecropia* sp., sugiere que puede ser utilizado como uno de los indicadores vegetales para la determinación de

cambios ecológicos en las clases. De igual manera, la evaluación periódica de las especies más abundantes y de las especies exclusivas, centra su importancia en que los cambios en su distribución y abundancia, permitirán detectar el nivel de perturbación de las clases en las que se desarrollan. Es obligatorio que los estudios de monitoreo incluyan los caracteres estructurales de altura total y diámetro del tronco de las especies seleccionadas.

CONCLUSIONES

- La caracterización vegetal revela que entre las familias más abundantes en términos del aporte en abundancia y presencia de géneros al sistema, se encuentran Asteraceae, Rubiaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Lamiaceae, Lauraceae, Arecaceae, Clusiaceae, Moraceae y Mimosaceae. A excepción de Asteraceae, las familias enumeradas se reportan en diversos estudios como las más abundantes para los bosques de tierras bajas.
- La clase vegetal "bosque" presenta la mayor diversidad, riqueza y composición florística en la región. Esta clase vegetal aporta 12 géneros más que la clase vegetal "bosque con cardamomo", la segunda en aportar la mayor cantidad de géneros vegetales al sistema.
- La distribución de la vegetación muestra que existen 47 géneros vegetales con presencia en al menos dos clases vegetales distintas. Además se determinó que 58 géneros vegetales se presentan exclusivamente para alguna de las clases vegetales identificadas.
- Debido a la heterogeneidad del área y a la extensión del área muestreada, el esfuerzo realizado en la caracterización vegetal de la zona muestra, que según el análisis Jackknife de primer orden, se logró reportar el 60% de la diversidad esperada.
- El uso de la tierra en la ZI del PNLL, además de los factores morfológicos, ambientales, climáticos y geológicos, entre otros, determina la formación de paisajes heterogéneos en términos de abundancia, estructura, distribución y composición florística.
- La cosmovisión Q'eqchi' de los pobladores de la región permite que, en base a diferencias y similitudes físicas, estructurales y de presencia-ausencia de la vegetación, se logre identificar nombrar y reconocer ocho tipos diferentes de clases vegetales en la ZI del PNLL.
- Debido al manejo al que se somete la tierra, las ocho clases vegetales identificadas conforman un mosaico heterogéneo y dinámico, en el que la intervención y la alteración de una clase vegetal, conduce a la formación de otra vegetal con características propias.
- Los patrones obtenidos con la caracterización vegetal de la ZI, permiten asegurar que las clases vegetales identificadas por las poblaciones Q'eqchi'es, son válidas y complementarias con los análisis ecológicos de agrupamiento, ordenación y anidamiento.
- Los grupos formados en los métodos jerárquicos de agrupamiento, ensamblan la vegetación de la ZI de acuerdo a semejanzas en valores de presencia, distribución, estructura y abundancia.
- Se estableció en base al análisis de anidamiento, que la distribución de la vegetación en la ZI del PNLL, obedece a un patrón anidado, y por lo tanto las especies se encuentran distribuidas de tal

forma que responden a la interacción de factores ambientales, climáticos, edafológicos, de disponibilidad de nutrientes, recurso hídrico, etc.

- La medición periódica de la flora compartida y la exclusiva de las clases vegetales, así como de los valores de DAP y altura total, forman parte de los patrones evaluables en estudios de trayectoria de la vegetación.

REFERENCIAS

Atmar, W. y Patterson, B. 1993. *The Measure of Order and Disorder in the Distribution of Species in Fragmented Habitat*. USA.

Avila, R. 2003. *Diversidad de flora y sus usos en paisajes no protegidos de la Ecorregión Lachuá: Etnobotánica, conocimiento local Q'eqchi'*. Informe final de EPS. Escuela de Biología, Universidad de San Carlos de Guatemala.

Backes, M. 2000. *The role of indigenous trees for the conservation of biocultural diversity in traditional agroforestry land use systems: The Bungoma case study*. Editorial Universitaria. Guatemala, Centro América.

Castañeda, C. 1997. *Estudio Florístico en el Parque Nacional Laguna Lachuá, Alta Verapaz, Guatemala*. Informe de Tesis Ingeniero Agrónomo, Facultad de Agronomía, USAC.

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 Ciencias Químicas y Farmacia, USAC.

Dale, M. 1999. *Spatial Pattern Analysis in Plant Ecology*. Guatemala. Instituto Nacional Forestal .
1995. *Proyecto Conservación del PNLL y Desarrollo Sostenible de su Zona de Influencia*. Documento de Proyecto Guatemala. 49: 7-13.

ECOTONO, 1997. *Anatomía y Fisiología de áreas protegidas: Monitoreo de la Diversidad Biológica*. Boletín del Programa de Investigación Tropical. Centro para la Biología de la Conservación.

Fortin, M. 1997. *Spatial Statistics in Landscape Ecology*. Documento Pp. 253-279.

Fujisaka, S., Escobar, G. y Veneklaas, E. 1997. *Plant community diversity relative to human land uses in an Amazon forest colony*. Biodiversity and Conservation 7, 41-57. Chapman y Hall

Gentry, A. 1995. *Patterns of Diversity and Floristic Composition in Neotropical Montane Forests*. Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forest. The New York Botanical Garden Press. NY, USA.

INAB, Fundación Solar, MS América Central. 2002. *Parque Nacional Laguna Lachuá: Su Historia, Flora y Fauna*. Litografía Técnica Gráfica Géminis 6. Guatemala.

Jaeger, J. 2000. *Landscape Division, Splitting Index, and Effective Mesh Size: New Measures of Landscape Fragmentation*. USA.

Jain, S. 2000. *Human aspects of Plant Diversity*. Economic Botany 54(4) pp. 459-470. The New York Botanical Garden Press. Bronx, NY. USA

Kalliola, R., Puhakka, M. y Dajoy, W. 1993. *Amazonía Peruana, Vegetación húmeda tropical en el llano subandino*. Proyecto Amazonía, Universidad de Turku. *Estudio de la Distribución y la Abundancia*. Segunda Edición. Editorial Harla, México.

Krebs, C. 1985. *Ecología. Estudio de la Distribución y la Abundancia*. Segunda Edición. Editorial Harla, México.

Laurance, W., Ferreira, L., Rankin-de Merona, J. y Hutchings, R. 1998. *Influence of Plot Shape on Estimates of Tree Diversity and Community Composition in Central Amazonia*. BIOTROPICA 30(4): 662-665.

Legendre, P. y Fortín, M. 1989. *Spatial pattern and ecological analysis*. Vegetatio 80: 107-138. Kluwer Academic Publishers. Belgium.

Mendoza, E. y Dirzo, R. 1999. *Deforestation in Lacandonia (Southeast México): Evidence for the declaration of the northernmost tropical hot-spot*. Informe de Tesis Ingeniero Agrónomo, Facultad de Agronomía, USAC. 97.

Morales, J. 1999. *Caracterización vegetal del PNLL*. Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC. Guatemala.

Noss, R. 1990. *Indicators for Monitoring Biodiversity: A hierarchical approach*. Conservation Biology. 4: 355-364.

Palmer M (1990). *The estimation of species richness by extrapolation*. Ecology 71: 1195-1198

Reynolds, J. y Li, H. 1994. *A Simulation Experiment to Quantify Spatial Heterogeneity in Categorical Maps*. Duke University, USA.

Ruíz, G. 1996. *Métodos cuasi, Monte Carlo en la resolución de problemas*. Documento.

Rusell, B. 1994. *Methods in Anthropology: qualitatives and quantitatives*. Documento.

Sader, A., Sever, T. Smoot, J. y Richards, M. 1994. *Forest Change Estimates for the Northern Peten Region of Guatemala*. 1986-1990. Human Ecology, Vol. 22 No. 3.

Shumaker, N. 1996. *Using Landscape Indices to Predict Habitat Connectivity*. University of Washington, USA.

Sutherland, W. 2000. *The Conservation Handbook: Research Management and Policy*. Blackwell Scnz. UK.

Wells, P. y Brandon, K. 1993. *The Principles and Practice of Buffer Zones and Local Participation in Biodiversity Conservation*. AMBIO Vol. 22: 157-161.

INDICE

I.	RESUMEN	3
II.	INTRODUCCIÓN	4
III.	ANTECEDENTES	5
	3.1 Protección de Recursos Naturales en Guatemala	5
	3.2 Análisis de la Vegetación	7
	3.3 Estudios en el Área	7
IV.	JUSTIFICACIÓN	9
V.	OBJETIVOS	10
	5.1 Objetivos Generales	10
	5.2 Objetivos Específicos	10
VI.	HIPÓTESIS	11
VII.	MATERIAL Y METODOS	12
	7.1 Universo de Trabajo	12
	7.1.1 Ubicación Geográfica	12
	7.1.2 Historia	12
	7.1.3 Zonificación	13
	7.1.4 Fisiología y Geología	13
	7.1.5 Clima	14
	7.1.6 Vegetación Característica	14
	7.1.7 Poblaciones Humanas	15
	7.2 Medios	15
	7.2.1 Recursos Materiales	15
	7.2.2 Recursos Humanos	16
	7.3 Procedimiento	17
	7.3.1 Diseño Experimental	17
	7.3.2 Método	17
	7.3.2.1 Inmersión Comunitaria e Identificación de Clases Vegetales	17
	7.3.2.2 Referenciación, Ubicación geográfica y Selección de Unid. de muestreo	18
	7.3.2.3 Caracterización vegetal del área	18
	7.3.2.4 Ordenamiento y Análisis de datos	19
VIII.	RESULTADOS	22
	8.1 Percepción local del paisaje: clasificación vegetal	22
	8.2 Diversidad florística	22

8.2.1	Esfuerzo de colecta vegetal	24
8.3	Ecología del paisaje: agrupamiento y ordenación de la vegetación	25
8.4	Ecología del paisaje: patrón ecológico espacial	31
8.5	Elementos ecológicos utilizables para el monitoreo de las clases vegetales	31
IX.	DISCUSION	38
9.1	Diversidad florística	38
9.2	Ensamble ecológico de la vegetación	41
9.2.1	Patrón ecológico espacial de la vegetación	45
9.3	Manejo local del paisaje	46
9.3.1	Clases, dinámica vegetal y conservación de la diversidad florística	46
9.4	Elementos para un programa de monitoreo de la vegetación en la ZI	50
X.	CONCLUSIONES	52
XI.	RECOMENDACIONES	55
XII.	REFERENCIAS	56
XIII.	ANEXOS	62
	Anexo No.1: Ubicación geográfica del Parque Nacional Laguna Lachuá –PNLL–	62
	Anexo No.2: Mapa de Cobertura Vegetal en el PNLL y su Zona de Influencia	63
	Anexo No.3: Comunidades humanas en la Zona de Influencia del PNLL	64
	Anexo No.4: Parcela Modificada de Whittaker	65
	Anexo No.5: Ubicación de unidades de muestreo	66
	Anexo No.6: Listado de plantas determinadas	67

I. RESUMEN

Se presenta el estudio base para implementar el programa de monitoreo de la vegetación en la Zona de Influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá –PNLL–, el cual formará parte en la elaboración de un plan de manejo con enfoque alternativo que contemple la continuidad espacial de la diversidad biológica en el área.

Se determinaron ocho tipos de clases vegetales reconocidos por los pobladores locales: Bosque, Bosque con Cardamomo, Guamil I (inicial), Guamil II (intermedio), Guamil III (final), Potrero, Potrero con Guamil y Cultivo. Estas clases, que son entre otros elementos, producto del uso de la tierra, se tomaron como base para el diseño del estudio. Para cada clase identificada, se seleccionaron 12 unidades de muestreo, en donde se caracterizaron vegetativamente los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo. Se obtuvieron 1568 registros, agrupados en 664 especies y morfoespecies que se distribuyen en 73 familias. En términos de diversidad y abundancia florística, las familias mayor representadas son Asteraceae, Rubiaceae, Lauraceae, Euphorbiaceae, Cyperaceae, Fabaceae (Leguminosae), Melastomaceae, Lamiaceae, Arecaceae, Clusiaceae, Moraceae y Mimosaceae (Leguminosae). Con datos de distribución, abundancia, composición y estructura vegetal, se realizaron análisis de agrupamiento jerárquico, correspondencia rectificada (DCA), anidamiento y extrapolación de especies (Jackknife de 1er. orden).

Los análisis sugieren que las clases vegetales reconocidas por los pobladores convergen con las clases identificadas ecológicamente, basándose en los valores de distribución, composición, abundancia y estructura (diámetro a la altura del pecho y altura total) de la diversidad vegetal. Los mismos valores establecen que la vegetación se estructura en un patrón anidado. El análisis ecológico sugiere que el continuo espacial del paisaje, generado en el tiempo por la interacción de factores geológicos, climáticos, biológicos, etc., aún persiste, es decir que el uso al que la tierra ha sido sometida por los pobladores Q'eqchi'es, no ha generado una discontinuidad vegetal completa en el área.

El estudio revela que los valores estructurales de diámetro a la altura del pecho y altura total, y la distribución espacial de las especies exclusivas, deben ser considerados como caracteres básicos medibles, en la implementación de un programa de monitoreo vegetal en la región.

II. INTRODUCCIÓN

El Parque Nacional Laguna Lachuá –PNLL– es un área protegida de Guatemala que ha sido establecida para conservar aspectos relacionados a belleza escénica y no relacionados a procesos evolutivos y culturales, razón por la que posiblemente su diseño y manejo pueden no ser los más adecuados a la realidad ecológica, social y cultural de la región. Los parques nacionales son considerados intocables, con límites bien definidos y resguardados celosamente. Sin embargo, los organismos vivos que habitan dentro y fuera de ellos no conocen límites y por lo tanto interactúan directa e indirectamente en todas las zonas del Parque (Bruner et al., 1998).

La zona de influencia –ZI–, región que rodea al PNLL, comprende un mosaico de hábitats definidos según el uso antrópico de la tierra. Las áreas agrícolas y ganaderas avanzan continuamente dejando al PNLL como un remanente aislado de lo que fue originalmente un Bosque Tropical Húmedo (Monzón, 1999). Es por ello necesario buscar formas alternativas de manejo de los recursos que permitan al PNLL, jugar su papel en el desarrollo integral de las comunidades humanas de la ZI, sin que ello altere los procesos evolutivos de la diversidad biológica del área.

Uno de los primeros pasos para establecer un plan de manejo alternativo para el PNLL y su ZI, es determinar y entender los procesos ecológicos en la región (Saunders et. al., 1991). Para ello, la Escuela de Biología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, ha puesto en marcha estudios multitaxonómicos que permitirán a través del tiempo evaluar la dinámica de estos procesos en la región, combinando conocimientos científicos y locales del manejo y clasificación de los recursos.

Esta investigación es la base para los estudios futuros dirigidos hacia la realización del monitoreo de la vegetación en el PNLL y su ZI. Se ha logrado caracterizar la vegetación del área en base al uso y al manejo Q'eqchi' de la tierra, involucrando a las comunidades locales en la identificación de las clases vegetales y en la determinación de la estructura vertical-horizontal, distribución, composición y diversidad florística de la región, elementos que deben ser incluidos para la evaluación periódica futura de los cambios en la dinámica vegetal de la región.

III. ANTECEDENTES

Marco Teórico:

3.1 PROTECCIÓN DE RECURSOS NATURALES EN GUATEMALA.

AREAS PROTEGIDAS: PARQUES NACIONALES

Según el Decreto 4-89 de la Ley de Áreas Protegidas (SIGAP, 1996) se definen como tales aquellas "áreas, incluidas sus respectivas zonas de amortiguamiento, las que tienen por objeto la conservación, el manejo racional y la restauración de la flora y fauna silvestre, recursos conexos y sus interacciones naturales y culturales, que tengan alta significancia por su función o sus valores genéticos, históricos, escénicos, recreativos, arqueológicos y protectores, de tal manera de preservar el estado natural de las comunidades bióticas, de los fenómenos geomorfológicos únicos, de las fuentes y suministros de agua, de las cuencas críticas de los ríos, de las zonas protectoras de los suelos agrícolas, de tal modo de mantener opciones de desarrollo sostenible".

Cada área protegida ha sido zonificada para su mejor manejo, de tal forma existen Parques Nacionales que son áreas relativamente extensas, esencialmente intactas por la actividad humana, contenedoras de ecosistemas, rasgos o especies de flora y fauna de valor científico y/o maravillas escénicas de interés nacional o internacional en la cual los procesos ecológicos y evolutivos han podido seguir su curso espontáneo con un mínimo de interferencia (SIGAP, 1996).

Estos procesos pueden incluir acontecimientos que alteran los ecosistemas, pero excluyen necesariamente los disturbios de cualquier índole causados por el humano. Un Parque Nacional tiene como objetivos principales de manejo la protección, conservación y mantenimiento de los procesos naturales y la diversidad biológica en un estado inalterado, de tal manera que el área esté disponible para estudios e investigación científica, monitoreo del medio ambiente, educación y turismo ecológico limitado. El área debe perpetuar un estado natural, muestras representativas de regiones fisiográficas, comunidades bióticas y recursos genéticos (Ley Áreas Protegidas, 1990).

El diseño de áreas protegidas no ha sido una prioridad en muchos países. Generalmente los parques nacionales han sido escogidos en base de criterios estéticos, recreativos o por ser lugares poco productivos e inaccesibles. Es necesario entonces poner mucho énfasis a su forma y

funcionamiento si se quiere que funcionen como protectores y sustentores de la diversidad biológica, la cual en una región determinada es consecuencia de una serie de factores que promueven la aparición de nuevos genotipos y fenotipos (Graham 1998) y es en sí un proceso evolutivo durante el cual se producen adaptaciones y especiaciones en donde la selección natural actúa.

La conservación de la diversidad biológica tiene su fundamento en aquello que puede considerarse necesario y útil para las poblaciones humanas. Muchos de los estudios para conservación de dicha diversidad (e.g. vegetación) se han centrado en aquellas áreas que han sido declaradas zonas de protección, sin embargo no podemos esperar que los procesos evolutivos se mantengan únicamente en dichas áreas, pues sabemos que son procesos dinámicos y continuos en espacio-tiempo.

Para el estudio de la diversidad biológica en una región se deben considerar los tres atributos primarios de la misma: Composición, estructura y función (ECOTONO, 1997). Por lo tanto los estudios de la diversidad biológica deben efectuarse en diversos niveles de organización y a diversas escalas temporales y espaciales (Noss, 1990). De esta forma un estudio de trayectoria bien desarrollado puede responder muchas preguntas relacionadas al ecosistema, como por ejemplo: ¿Cómo cambian las poblaciones de especies en un sitio?, ¿Dónde se localizan las áreas más importantes para una especie?, ¿Cuáles son los requerimientos de hábitat para una especie?, ¿Cómo responden las poblaciones a los cambios en el manejo del ecosistema? (Sutherland, 2000).

Los estudios de diversidad biológica implementados en áreas protegidas deben ser capaces de detectar los cambios graduales más profundos en la misma y en sus alrededores. Sin embargo, hasta la actualidad, en muchas de las áreas bajo protección los cambios siguen sin cuantificarse (ECOTONO, 1997). La medición periódica de estos cambios ha servido en varios países como una herramienta de presión al gobierno para establecer medidas de protección en las áreas estudiadas que han permitido minimizar los impactos negativos en las mismas (Wells et. al., 1993). Es importante considerar de igual forma que, los estudios de monitoreo pueden causar perturbación en los procesos de las especies bajo estudio y en las ligadas directamente a ellas, por lo que deben considerarse las condiciones necesarias para minimizar la perturbación y determinar los beneficios del estudio.

3.2 ANÁLISIS DE LA VEGETACIÓN

Es considerado que debido a la carencia de evidente movimiento físico de las plantas, son un grupo fácil de evaluar, sin embargo, estos individuos varían enormemente y se hace difícil saber con certeza los parámetros que deben medirse (Olvera et. al., 1996).

Un estudio periódico de la vegetación permite comprender los cambios ocurridos en periodos prolongados de tiempo, incluyendo el crecimiento y desarrollo de las especies, la composición de las mismas, volúmenes y otros indicadores que permiten evaluar el impacto del manejo de la tierra en una región. Generalmente los estudios de inventarios florísticos y de dinámica de la vegetación, se realizan mediante la elaboración de parcelas de estudio (Dallmeier, 1992 en Laurance et. al, 1998). En este sentido, el establecimiento de unidades de muestreo permanentes es una de las herramientas más útiles para evaluar los cambios en el sistema y los efectos y cambios de la dinámica vegetal producto del uso de la tierra. (Olvera et. al., 1996).

3.3 ESTUDIOS EN EL ÁREA

Entre los estudios de vegetación realizados en el PNLL y su ZI se encuentran el realizado por Monzón (1999) sobre los recursos agua, suelo y tierra, en el que según el análisis presentado respecto al uso de la tierra, identificó una delimitación en consociaciones y complejos, pudiendo diferenciarse: cultivos limpios, complejos de cultivos, pastos, guamil y bosque, bosques intervenidos y bosques densos.

En 1997 Castañeda realizó un estudio florístico del PNLL, en el cual fueron determinadas varias comunidades vegetales, así como un índice de importancia familiar de algunas especies, comparación de unidades de estudio y diagramas de perfil. Según este estudio, el bosque denso presenta aproximadamente 108 especies arbóreas, presentes en tres estratos: el superior con árboles de 20 a 35 metros y de mayor precio comercial; el medio con árboles y arbustos de 10 a 20 metros; y el inferior con especies arbustivas y herbáceas, sobresaliendo las especies de las familias Arecaceae, Rubiaceae, Liliaceae y Melastomaceae. Este último estrato también es representado por abundantes géneros de orquídeas, bromelias y lianas.

En 1998, la Escuela de Biología de la USAC, inició las primeras investigaciones con relación a la flora y fauna del PNLL (PIMEL, 2001). El objetivo principal de los mismos era describir las características del Parque y su zona de influencia en cuanto a la diversidad biológica, abundancia y distribución de especies. Este tipo de interiorización de las condiciones ecológicas específicas del área, es un elemento clave para formular una estrategia de conservación a largo plazo (INAB, 2002).

Morales (2000) realizó un informe de vegetación para el proyecto Lachuá-Escuela de Biología, en el que se presenta un análisis de la vegetación del PNLL. En el mismo año Calderón (2000) realizó un estudio de fenología con nueve especies vegetales del PNLL, seleccionadas por su importancia como germoplasma de plantas de uso maderero y comercial.

En el área etnobotánica se han realizado dos estudios. El primero de ellos fue llevado a cabo por Girón (1998), de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala. En dicho estudio involucró tres comunidades de la zona de influencia y reportó 64 especies pertenecientes a 38 familias vegetales entre árboles, arbustos, hierbas y lianas, todas utilizadas con fines medicinales. El segundo estudio fue realizado por Cleaves (2001) de la Escuela de Biología, cuya tesis de etnobotánica médica participativa involucró a siete comunidades del área de influencia del PNLL y reportó 209 especies vegetales medicinales, cada una de ellas con su descripción botánica y la forma de ser utilizada.

IV. JUSTIFICACIÓN

A pesar de la importancia atribuida a las áreas protegidas, éstas han sido diseñadas sin tener en cuenta estudios biológicos que permitan elaborar planes de manejo que consideren los procesos ecológicos, evolutivos y culturales que ocurren en el área. Como consecuencia de ello, el PNLL es una región sujeta a perturbación y su ZI es un paisaje heterogéneo producto de la diversidad de usos que interactúan entre sí. Sin embargo, es posible contemplar un enfoque alternativo de manejo al de áreas protegidas aisladas, que tome en cuenta la continuidad espacial y temporal de la diversidad biológica en el escenario de las actividades humanas (Saunders et. al., 1991). Este tipo de visión "Integral de Paisajes" permitiría la reestructuración del plan actual de manejo en el PNLL y contribuiría a la incorporación del conocimiento y manejo local con el conocimiento y manejo científico occidental.

Para la elaboración de un plan de manejo alternativo, se debe conocer las dinámicas de los procesos ecológicos y la influencia que sobre ellos tiene el manejo cultural humano. En este sentido, es de importancia prioritaria el conocimiento de la dinámica de comunidades vegetales, ya que las mismas constituyen el escenario para el desarrollo de muchos otros organismos (Thomas, 1999; Morales, 2001). La información generada en este estudio, será la base para los proyectos de monitoreo de la vegetación en la región. El estudio además, forma parte de la investigación multitaxonómica, a partir de la cual se propondrán formas participativas de manejo en el PNLL.

V. OBJETIVOS

5.1 Generales

- 5.1.1 Determinar la influencia generada por el uso local Q'eqchi' de la tierra, en los patrones ecológicos de la vegetación de la Zona de Influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá.
- 5.1.2 Proponer los elementos básicos para estudios de monitoreo de la vegetación en la Zona de Influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá.

5.2 Específicos

- 5.2.1 Identificar las clases vegetales resultantes del uso local Q'eqchi' de la tierra.
- 5.2.2 Determinar la composición y estructura vegetal de las clases vegetales identificadas.
- 5.2.3 Analizar el patrón ecológico y espacial de las clases vegetales identificadas.

VI. HIPÓTESIS.

El uso y el manejo de la tierra en la Zona de Influencia del PNLL responde a variantes culturales Q'eqchi'es, que dan como resultado la formación de paisajes heterogéneos en términos de abundancia, distribución, diversidad y composición de las especies vegetales.

VII. MATERIALES Y MÉTODOS

7.1 Universo de Trabajo

7.1.1 *Ubicación Geográfica*

La investigación se desarrolló en el área que conforma la ZI del Parque Nacional Laguna Lachuá, Alta Verapaz Guatemala (Anexo 1). El PNLL se encuentra ubicado en el municipio de Cobán, Alta Verapaz, limita con la Franja Transversal del Norte, región de aproximadamente 90,000 hectáreas y que abarca porciones de los departamentos de Izabal, Alta Verapaz, Quiché y Huehuetenango. (DIGEBOS, 1992).

El PNLL y su Zona de Influencia se encuentran localizados dentro de las coordenadas 15°46'54", 15°49'16", 15°59'11", 15°57'19" latitud norte y 90°45'14", 90°34'48", 90°29'56", 90°45'26" longitud oeste, limitadas por los ríos Chixoy e Icbolay y la parte alta de las montañas de La Sultana y el Peyán. (DIGEBOS, 1995)

7.1.2 *Historia*

Toda la región, fue declarada zona de desarrollo agrario por Decreto Ley No. 60-70 con el fin de impulsar el proceso de colonización de la zona, la que con la posterior construcción de caminos y vías de acceso se convirtió en una región con presiones demográficas muy fuertes (INAB, 2002).

En el año de 1974 se decidió delimitar un polígono de 10,000 hectáreas de bosque tropical por el INTA (Instituto Nacional de Formación Agraria) con el estatus de Reserva Natural no susceptible a colonización, con el motivo de proteger la belleza escénica de la laguna llamada Lachuá. Catorce años después, en 1989 se instauró el Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas y declaró la región como Área de Protección Especial (INAB, 2002). Hasta en el año de 1996 fue declarado Parque Nacional (Monzón, 2001). Sin embargo, las evaluaciones en el área para establecer el manejo de la misma se iniciaron en el año de 1978 a través de la Universidad de San Carlos y el Instituto Nacional Forestal –INAFOR-.

El PNLL comprende 14,500 hectáreas y su zona de influencia aproximadamente 27,500 hectáreas. Los primeros asentamientos humanos (Salacuim y Rocja Purribal) llegaron en los años cincuenta, sin embargo en los años sesenta y setenta la población creció drásticamente, causando una gran

demanda por la tierra de la región. En la época más violenta de la guerra interna del país (década del 80) muchas personas indígenas del área murieron y otros huyeron a México y Honduras (Freyermuth y Hernández, 1992).

7.1.3 Zonificación

Según Monzón (1999) el área presenta las siguientes zonas: zona de Usos Múltiples, zona de Uso Especial, zona Núcleo, zona de Uso intensivo, zona de Uso Extensivo, zona de Recuperación Natural y zona de Influencia (Anexo 2).

7.1.4 Fisiología y Geología

La totalidad del área se encuentra dentro de la clasificación correspondiente a la región fisiográfica de las Tierras Altas Sedimentarias, sobresaliendo una región de colinas paralelas con altitudes de 300 a 700 m.s.n.m. y otra región de tierras planas con altitudes promedio de 180 m.s.n.m.

Las formaciones geológicas más importantes están identificadas como: a. Terciario superior oligoceno-plioceno, b. Cretácico y c. Cretácico-terciario. En algunos sitios se encuentran aluviones como formaciones de sedimentos del cuaternario. Sin embargo, la región en general está constituida por sedimentos marinos y cuencas intermontanas de sedimentos terrestres (Monzón, 1999).

Los suelos de la zona presentan origen calcáreo y se desarrollan a elevaciones medianas y bajas, son relativamente bien drenados y presentan un pH de 6.5 a 7, con afloramientos rocosos en las colinas cársticas de elevada susceptibilidad a erosión (DIGEBOS, 1995). Según Simmons (1959) el área se encuentra dentro de las series edáficas denominadas Chacalté y Tzejá. La serie edáfica de Chacalté presenta una superficie de 15 centímetros de profundidad con predominancia de arcilla. Su estructura puede ser granular, fina o gruesa. Su pH está dentro del rango de 6.5 a 7 y es leve o fuertemente calcáreo. El subsuelo es generalmente arcilla café con estructura cúbica bien desarrollada. La serie Tzejá presenta una profundidad menor de un metro, es generalmente bien drenada y con una textura franco arcillosa a franco limosa con material orgánico. En relación a la capacidad de uso del suelo, el área en general presenta la clase VI que recomienda la zona para fines de bosque y agroforestería. (Simmons, 1959, citado por Monzón)

7.1.5 Clima

La precipitación promedio anual es de 3300 mm, con una humedad relativa de 91.02% y una temperatura promedio anual de 25.3°C. La época lluviosa está extendida durante todo el año, sin embargo los meses de mayor precipitación corresponden de junio a octubre, existiendo solamente cuatro meses de baja precipitación (época seca) que van de febrero a mayo, siendo el mes de abril el que presenta la menor precipitación (Monzón, 1997).

Según la clasificación de Holdridge, la zona corresponde a Bosque Muy Húmedo Subtropical Cálido (siendo ésta la zona más extensa en nuestro país) y Bosque Subtropical Pluvial, en la cual la topografía es accidentada con elevaciones de hasta 1,200 m.s.n.m. en el sur del Parque, en la región que ocupan los remanentes de la Sierra de Chamá (La Sultana y El Peyán) (De la Cruz, 1982). Según la clasificación de biomas de Guatemala, corresponde al grupo de Selva Tropical Lluviosa. (Villar, 1998).

7.1.6 Vegetación Característica

El área está cubierta por un tipo de bosque latifoliado, que es característico de regiones ubicadas a latitudes bajas y está formado por especies de hojas anchas como el cedro (*Cedrela odorata* L.), caoba (*Swietenia macrophylla* G. Ring in Hook), danto (*Vateria* sp.), zapote (*Achras zapota* L.), pimienta (*Pimenta dioica* (L.) Merrill), entre otros. Según el inventario forestal del Parque realizado en 1980 se logró determinar 78 géneros de especies forestales entre ellas: tamarindo (*Dialium guianensis* (Aubl.) Stand.), santa maría (*Calophyllum brasiliense* var. *Rekoi* Stand.), canshan (*Terminalia amazonia* (J. F. Gmel.) Exell), san juan (*Vochysia guatemalensis* Donn. Smith.); y de menor frecuencia pero indicadoras de la zona de vida característica de la región: ceiba (*Ceiba pentandra* (L.) Gateen.), caoba (*Swietenia macrophylla* G. Ring in Hook) y corozo (*Orbignya cohune* (Mart.) Dahelgren) (Castañeda, 1997).

Castañeda (1997) caracteriza las comunidades vegetales dentro del Parque, identificándolas como: chicozapote, bosque heterogéneo, zapotón-pucté, bosque con izote, canshan-palo sangre, caoba, canshan-caoba, ceiba, bosque bajo en el bajo, antiguo cardamomal, reciente cardamomal, la pista, antigua siembra, zapotón con lirio, bajo herbáceo, márgenes del Peyán.

La vegetación que se presenta en cada una de las áreas con distinto uso de la tierra, hace que dichas áreas puedan diferenciarse y agruparse en forma diferente (Anexo 2). Así el cultivo limpio presenta plantaciones principalmente de maíz (*Zea mays* L.), y el bosque intervenido lo representa el sistema agroforestal de cardamomo (*Elettaria cardamomum* L.), con extracción selectiva de árboles tales como la caoba (*Swietenia macrophylla* G. Ring), rosul (*Dalbergia* sp.), santa maría (*Callophylum brasiliense* var. *Rekoi* Standl.), canshan (*Terminalia amazonia* (Gmel) Exell), palo sangre (*Viola koschnyi* Warb.), entre otros. En los potreros la vegetación se reduce a herbáceas y en mayor grado a la siembra de pastos.

7.1.7 Poblaciones Humanas

Dentro de la ZI del parque se encuentran establecidas actualmente 49 comunidades humanas (Cleaves, 2001) (Anexo 3) con aproximadamente 12,500 habitantes y de las cuales 19 colindan con los límites del PNLL. Las comunidades humanas son en su mayoría (95%) de origen Q'eqchi' (INAB, 2002). Del total de comunidades de la ZI, 17 fueron involucradas en el estudio: Santa Lucía, San Benito I, San Benito II, Río Tzetoc, San Luis Vista Hermosa, San Marcos, Santa Elena, Santa Cruz, El Peyán, Las Promesas, El Triunfo, Tortugas, Salinas Nueve Cerros, Nuevo León, San Jorge, Pie del Cerro, y Brisas del Chixoy.

El uso de la tierra por las comunidades Q'eqchi'es esencialmente gira en torno a la formación de potreros y sembradíos de distintas especies, sobresaliendo el maíz, frijol, sandía, chile y cardamomo. Para 1996 esta categoría ocupaba aproximadamente 4,640 hectáreas de tierra en la zona. En la actualidad, el bosque intervenido o bosque con cardamomo en el cual existe extracción selectiva de especies, representa aproximadamente el 19.84% del área. El bosque denso representa aún un estado aceptable de conservación, siendo las zonas de las comunidades Salinas Nueve Cerros, El Triunfo y Lagunetas de Tortugas las que conjuntamente con el PNLL aún tienen cobertura boscosa aceptable.

7.2 Medios

7.2.1 Recursos Materiales

- Estación Biológica Santa Lucía. Escuela de Biología, USAC.
- Vehículo tipo pick-up, doble transmisión. Escuela de Biología, USAC.

- Mapa del PNLL y su zona de Influencia
- Fotografías aéreas del PNLL
- Geoposicionador satelital (GPS)
- Computadora e impresora
- Cámara digital
- Estereoscopio
- Grabadora portátil y cassettes
- Libreta de campo
- Cinta métrica y diamétrica
- Binoculares
- Cinta de marcaje
- Tijera de podar de mango largo
- Machete y tijeras de campo
- Papel periódico, cartón y prensas de herbario
- Bolsas de colecta
- Regla, lápices y lapiceros
- Alcohol isopropílico (96%)
- Brújula
- Claves botánicas
- Agujas de disección
- Goma, agujas y conos de hilo blanco

7.2.2 Recursos Humanos

- M. Sc. Carlos Enrique Avendaño Mendoza (Asesor Tesis)
- Lic. Julio Enrique Morales Can (Asesor Tesis)
- Licda. Roselvira Barillas de Klee (Revisora Tesis)
- Administrador general y guardarrecursos del Parque Nacional Laguna Lachuá
- Informantes clave de las comunidades Q'eqchi'es

7.3 Procedimiento

7.3.1 Diseño experimental

Se modificó el diseño original para el estudio de la vegetación en la ZI del PNLL, que establecía la utilización de dos tipos de clases vegetales: Bosque y Mosaico, permitiendo la incorporación del conocimiento local Q'eqchi' y la utilización de dicho conocimiento para la identificación de los tratamientos evaluados.

El estudio se realizó en la región norte y este de la ZI, e involucró a 17 comunidades Q'eqchi'es. Se utilizó como unidad de muestreo la parcela modificada de Whittaker de 0.1 hectárea (Anexo 4). Las clases vegetales reconocidas por los pobladores locales (ver resultados) fueron los tratamientos evaluados y de cada uno se elaboraron 12 réplicas, obteniendo 96 sitios de muestreo distribuidos equitativamente en la región estudiada (Anexo 5). Con este diseño, se muestreó un área de 9 hectáreas del total de la ZI y en cada unidad de muestreo se caracterizó vegetativamente a los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo, obteniendo datos de distribución, composición, riqueza y estructura vegetal.

7.3.2 Método

7.3.2.1 *Inmersión Comunitaria e Identificación de Clases Vegetales*

En un mapa del área, escala 1:25,000 se ubicaron las 17 comunidades Q'eqchi'es involucradas en el estudio. En cada comunidad se identificó y seleccionó a informantes clave, definidos como personas capaces de reconocer en el campo las clases vegetales formadas por el uso y manejo de la tierra (Estrada, 1996). La selección se realizó en cada comunidad, a excepción de Santa Lucía, San Luis Vista Hermosa, San Benito I y Río Tzetoc, en las cuales el Programa de Investigación y Monitoreo de la Ecorregión Lachuá –PIMEL– de la Escuela de Biología, cuenta con personal local contratado.

Los informantes clave fueron visitados periódicamente y a través de entrevistas informales (Russell, 1994) se recabó información que permitió establecer las formas de reconocimiento y diferenciación de las clases vegetales. La información, que incluye características principales de cada clase y sus nombres en español y Q'eqchi', fue comparada entre todas las comunidades, lo que permitió la selección de las clases vegetales reconocidas en la totalidad de comunidades involucradas.

7.3.2.2 *Referenciación, Ubicación Geográfica y Selección de Unidades de Muestreo*

Se recorrió el área bajo estudio reconociendo e identificando las diferencias entre las clases vegetales. Cada clase en el área fue ubicada geográficamente en un mapa, por medio del registro de coordenadas según el Sistema de Unidad Transversal de Mercator utilizando el GPS (Global Positioning System, por sus siglas en inglés).

Con esta información se obtuvo un mapa, en el que a cada clase vegetal le fue asignado un color distinto para conocer su ubicación. En el mapa se seleccionaron y ubicaron las unidades de muestreo en base a la accesibilidad, cooperación del propietario y la extensión territorial de la clase vegetal.

7.3.2.3 *Caracterización vegetal del Área*

Se utilizó la Parcela Modificada de Whitaker, que permite a través de la realización de subparcelas, la medición de diferentes estratos florísticos. Fue elaborada de la siguiente forma:

- Una parcela principal de 20 x 50 mts orientada de norte a sur, en la que se registraron los árboles con DAP mayor de 10 cms. Se obtuvo la identidad de cada especie y se realizaron mediciones de altura total, diámetro a la altura del pecho, altura a la primera ramificación y diámetro de copa.
- Una subparcela de 15 x 20 mts, en la que se registraron árboles y arbustos con DAP entre 5.1 y 10 cms. Se anotaron las mismas características que en la parcela principal.
- Dos subparcelas de 5 x 2 mts en esquinas opuestas, dentro de la parcela principal. Se registraron arbustos con DAP entre 1.1 y 5 cms, con datos de identidad y abundancia.
- Cuatro subparcelas de 1 x 1 mts en las cuatro esquinas de la parcela principal. Se registró la vegetación con DAP menor de 1 cm en estado adulto (excluyendo regeneración), con datos de identidad y abundancia (en ocasiones con porcentaje).
- Un transecto de 50 x 2 mts, en el cual se registró la distancia entre árboles con DAP mayor de 10 cms.

Se colectó cinco muestras de cada especie y fueron herborizadas según las normas estándar de herbario. Las muestras de la familia Asteraceae fueron determinadas en el Herbario BIGUA de la Escuela de Biología y el resto de muestras, en el Herbario USCG del Centro de Estudios Conservacionistas de la Universidad de San Carlos de Guatemala. La determinación de las especies vegetales permitió elaborar listados con las especies más abundantes de cada clase vegetal, las cuales se plantean para ser utilizadas durante la implementación de un programa de monitoreo vegetal en la ZI.

7.3.2.4 *Ordenamiento y Análisis de Datos*

La registros obtenidos en cada unidad de muestreo fueron ingresados al programa Excel (Microsoft, 2000), en donde se elaboró la base de datos con la información taxonómica de cada especie vegetal. Para la elaboración del inventario de especies, se utilizó todos los registros del muestreo y los datos obtenidos fuera de los muestreos sistemáticos, que no fueron utilizados en el análisis estadístico.

La proporción de las especies colectadas respecto a las especies esperadas en cada clase vegetal fue determinada con el método Jackknife de primer orden. Se utilizó el programa PC-ORD (MJM, 1999), que calcula la proporción basándose en el número de especies colectadas en una unidad de muestreo. Palmer (1990) afirma que éste método es el más preciso y menos sesgado para extrapolar la riqueza de las especies. La idea básica de este análisis dicta que las tendencias y errores estándar de un estadístico encontrado, pueden ser estimadas recalculando el estadístico con un grupo de datos (Dixon en Scheiner, 1993). De esta manera, el análisis Jackknife es usado para estimar la precisión de muestreo, así como la precisión en varias medidas de similitud que incluyen semejanza de dietas, comunidades y traslape de nichos ecológicos (Manly en Scheiner, 1993).

Se analizó el patrón ecológico vegetal a través de los datos de distribución, abundancia, composición y estructura de especies. La heterogeneidad paisajística, la complementariedad entre clases, la distribución y la abundancia de las comunidades vegetales, fue determinado con un análisis jerárquico de agrupamiento (distancia euclidiana relativa y agrupación de promedio de grupos) y de correspondencia rectificado (DCA).

El análisis jerárquico de agrupamiento que se muestra en un dendrograma, es una manera explícita de identificar grupos en la matriz de datos y ayuda a encontrar una estructura lógica de los mismos. Con este análisis se puede inferir acerca de la ocurrencia de especies (estructura interna), del establecimiento de los tipos de comunidades en estudios descriptivos y detectar relaciones entre comunidades y el ambiente a través de los grupos formados respecto a las variables ambientales. Los datos son relacionados en base a similitudes y disimilitudes de las variables (Jongman et. al., 1995).

La técnica multivariante DCA ordena las unidades de muestreo a lo largo de ejes, en base a datos de composición, abundancia o estructura de las especies (Braak en Fortín, 1997). Esta técnica fue utilizada para detectar patrones de variación en la vegetación. La ordenación expresa no sólo un patrón de variación, sino la relación principal entre la vegetación y cada una de las variables analizadas (estructura vegetal), pues combina aspectos de ordenación regular con aspectos de regresión (Legendre, 1989). El resultado del análisis de correspondencia rectificado en dos dimensiones (dos ejes), es un diagrama de ordenación, en el que los sitios son representados por puntos en un espacio bidimensional, de tal forma que los puntos cercanos corresponden a sitios de composición similar, y los puntos lejanos corresponden a sitios disímiles en composición (Jongman et. al., 1995).

El patrón de distribución de las comunidades vegetales fue determinado con el programa Nestedness Temperature Calculator (Atmar y Patterson, 1995) a través del método de Monte Carlo. Este análisis evalúa si el patrón de distribución corresponde a un tipo aleatorio o bien a un tipo anidado, por medio de mediciones termodinámicas del orden y desorden de un grupo de datos. El patrón anidado establece que el sitio con mayor riqueza de especies, incluye al resto de sitios como subconjuntos. La temperatura del grupo de datos aumenta debido a la ausencia de especies en los sitios en que se esperaba encontrarlas y a la presencia de especies en los sitios en que no se esperaba encontrarlas (Jonsson, 2001). Esto implica, que a una menor temperatura obtenida, existe más orden en la distribución y por lo tanto, corresponde a un tipo de distribución anidado, y refleja que las especies se encuentran en determinadas regiones, debido a la interacción de factores ambientales y de los procesos ecológicos a los que están sujetas, y sugiere además, que la probabilidad de que el patrón de distribución sea modificado, es relativamente improbable.

La matriz de datos utilizada relaciona la presencia o ausencia de cada especie vegetal en cada unidad de muestreo de las regiones norte y este de la zona de influencia. Cada región fue analizada por separado, debido a la capacidad de almacenamiento del programa, que no permitió analizar la región como un solo conjunto. Según el método del programa, la matriz de datos de orden perfecto tiende a una temperatura de cero grados, mientras que una matriz sin algún orden tiende a los cien grados (Jonsson, 2001).

VIII. RESULTADOS

8.1 Percepción local del paisaje: clasificación vegetal

Las ocho clases de vegetación, que se muestran en el cuadro 1, fueron identificadas en base a entrevistas y caminatas con los informantes clave, y son resultado del uso Q'eqchi' de la tierra. El reconocimiento de las clases está ligado al tiempo de abandono del terreno, y se logra a través de la observación de caracteres estructurales de las especies que las componen. Entre los pobladores existen distintos nombres para designar a cada clase, sin embargo se presentan aquellos con mayor aceptación dentro de las comunidades.

Cuadro No. 1 Clases vegetales identificadas en la zona de influencia del PNLL

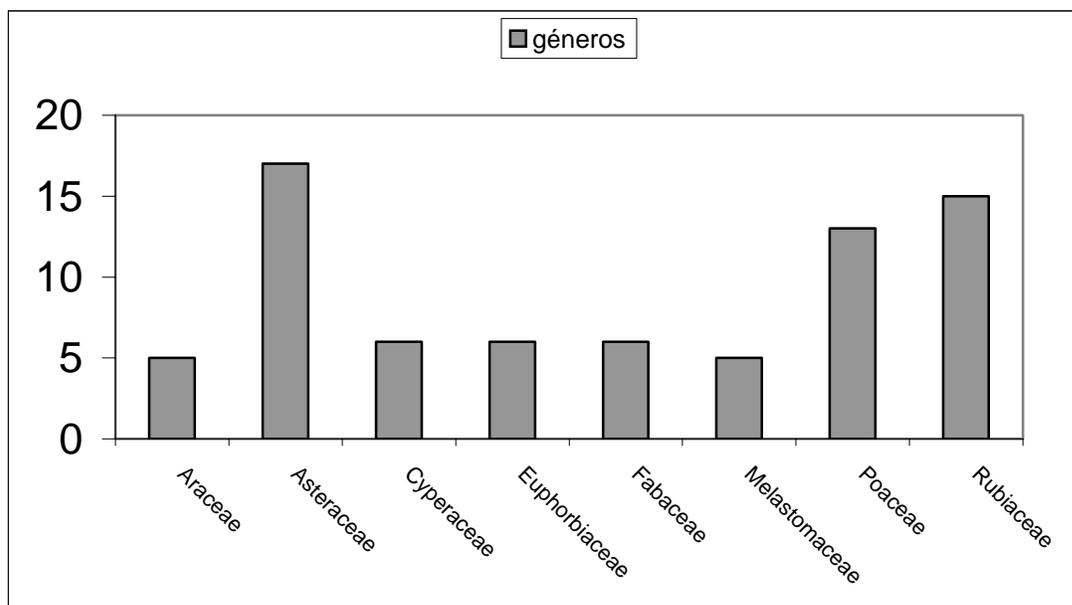
No.	Clase Vegetal	Nombre Q'eqchi'	Características
1.	Bosque	K'iche'	Domina el estrato arbóreo. Escaso sotobosque. Incluye las regiones afectadas por incendios y que poseen árboles de crecimiento secundario.
2.	Bosque con cardamomo	Ninrú	Presencia de árboles altos y gruesos que brindan sombra a extensas plantaciones de cardamomo. Sotobosque generalmente ausente.
3.	Guamil I (0 - 2.9 años)	Kalemb'il	Incluye milpa luego de la cosecha. Presenta herbáceas y algunos arbustos, con alturas entre 0.1 a 3 metros.
4.	Guamil II (3 - 5.9 años)	Alk'al	Dominancia de árboles delgados como <i>Cecropia</i> y <i>Schizolobium</i> . Arbustos de 4 a 6 metros de altura.
5.	Guamil III (6 - 15 años)	Alk'al k'iche'	Dominan árboles y arbustos con altura mayor a los 7 metros. Árboles con diámetros bajos. Presencia de pocas herbáceas.
6.	Cultivo	Maíz: ixim Frijol: keenq' Ayote: k'um Chile: ik Arroz: aros	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 presencia de árboles, los que son utilizados para sombra de ganado. Presenta palmas como <i>Orbignya</i> y algunos arbustos pequeños. Ciertas zonas son inundables. Predominancia de gramíneas.
8.	Potrero con guamil		Potrero con al menos un año de abandono. Presenta herbáceas y algunos arbustos altos.

8.2 Diversidad florística

Se colectaron 2019 muestras con las que se obtuvieron 1568 registros vegetales. Del total de colectas, cien muestras fueron identificadas únicamente hasta familia, pues la ausencia de

estructuras reproductivas impidió que se determinara su género o especie. De las muestras restantes se determinaron 191 géneros que se distribuyen en 73 familias vegetales (Anexo 6). El mayor número de géneros determinados pertenece a la familia Asteraceae (Fig. 1).

Figura No.1 Familias más abundantes. El eje "Y" indica el número de géneros determinados por familia.

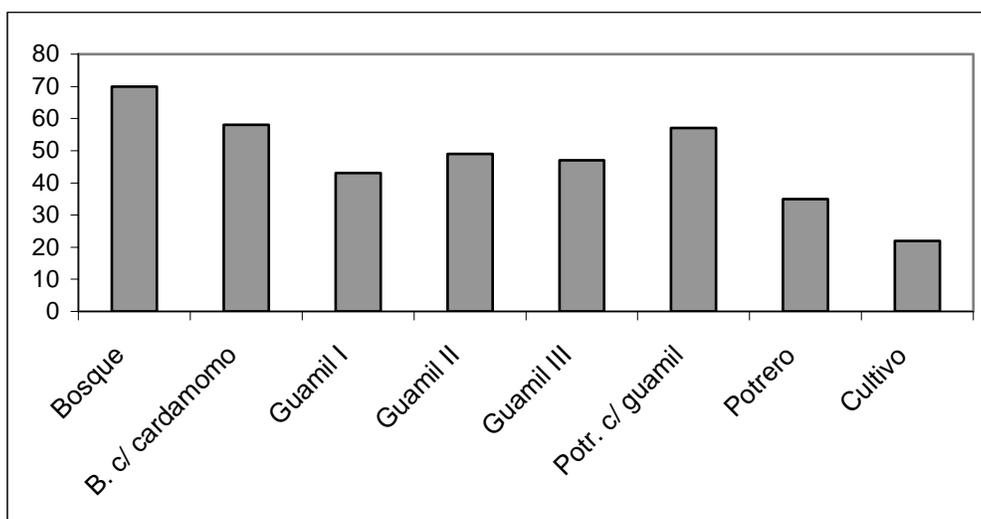


Los resultados muestran que la clase "bosque" presenta la mayor riqueza de géneros (Cuadro 2 y Fig. 2), la cual tiene 12 géneros más que la clase vegetal siguiente: el "bosque con cardamomo". En los tres tipos de "guamil", el máximo de riqueza se presenta en el rango intermedio y disminuye hacia los extremos. Las clases vegetales "potrero" y "cultivo" son las que presentan la menor riqueza de géneros debido a la homogeneidad de sus cultivos. El "potrero con guamil" presenta un número de géneros elevado pues su estado de abandono ha permitido la invasión de plantas, sin embargo es de importancia mencionar que casi la totalidad de géneros pertenecen al estrato herbáceo y en menor medida al arbustivo. Es importante señalar que estos resultados podrán mostrar alguna variación al ser determinadas la totalidad de las muestras hasta especie vegetal, lo que no fue logrado por la carencia de estructuras reproductoras de las mismas.

Cuadro No.2 Abundancia de géneros identificados en las distintas clases vegetales

	Abundancia (géneros)
Bosque	70
Bosque c/ cardamomo	58
Guamil I	43
Guamil II	49
Guamil III	47
Potrero con guamil	57
Potrero	35
Cultivo	22

Figura No.2 Abundancia de géneros identificados en las clases vegetales. El eje "Y" indica el número de géneros identificados.



Se identificaron 47 géneros que son compartidos en al menos dos clases vegetales. De éstos, los más compartidos fueron *Aspidosperma* sp., *Blepharidium* sp., *Calathea* sp., *Cecropia* sp., *Cephaelis* sp., *Costus* sp., *Desmodium* sp., *Inga* sp., *Orbignya* sp. y *Solanum* sp. Se identificó un total de 58 géneros exclusivos, que se presentan únicamente en una clase vegetal. Los géneros compartidos y los exclusivos de las clases vegetales, son de gran importancia pues su presencia o ausencia son una característica que las define, según el conocimiento local.

8.2.1 Esfuerzo de colecta vegetal

El esfuerzo de colecta fue determinado en base al análisis Jackknife de primer orden. El cuadro 3 muestra el porcentaje de especies colectadas por clase vegetal, en sus doce unidades de muestreo.

El cuadro 4 muestra el número de especies colectadas en cada clase vegetal y el número de especies que realizando el mismo esfuerzo, se esperaría haber colectado. Las columnas que muestran valores de 1 y 2 presencias, reflejan que la clase “bosque” es la que posiblemente presenta el mayor número de especies exclusivas.

Cuadro No.3 Porcentaje de especies colectadas en cada clase vegetal.

Clase vegetal	% de colecta
Bosque	61.04
B. con cardamomo	59.78
Guamil I	59.97
Guamil II	59.88
Guamil III	60.84
Potr. con guamil	59.42
Potrero	61.77
Cultivo	59.75
Promedio	59.92

Cuadro No.4 Extrapolación de riqueza de especies con el método Jackknife de primer orden, por cada clase vegetal. 1 presencia: presente sólo con un individuo; 2 presencias: presente sólo con dos individuos.

	Observado	Esperado	1 presencia	2 presencias
Bosque	204	334.2	142	27
B. c/ Cardamomo	158	264.3	116	23
Guamil I	92	153.4	67	16
Guamil II	93	155.3	68	12
Guamil III	94	154.5	66	12
Potr. c/ guamil	106	178.4	79	14
Potrero	74	119.8	50	7
Cultivo	68	113.8	50	9
Total	565	943.0	382	57

8.3 Ecología del paisaje: agrupamiento y ordenación de la vegetación

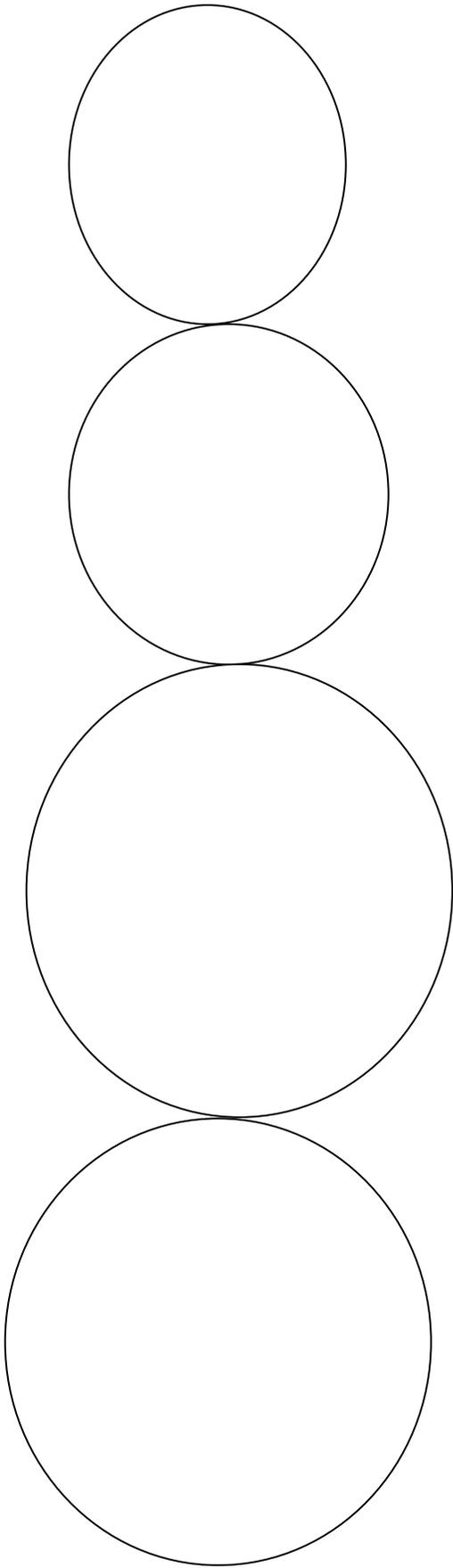
Los resultados de los análisis ecológicos de agrupación y ordenación, manifiestan amplia semejanza con los criterios locales, respecto al reconocimiento de las clases vegetales. Los pobladores identifican cada clase en base a presencia, cantidad, altura y grosor de las plantas. Los análisis ecológicos con datos de presencia, abundancia y estructura de la vegetación, formaron agrupaciones que permiten reconocer las mismas clases, de esta forma, se reúnen las unidades de muestreo dominadas por: a. Vegetación arbórea, b. Vegetación arbórea con desarrollo parcial, c. Vegetación arbustiva y, d. Vegetación herbácea.

La figura 3 muestra el dendrograma del análisis de agrupamiento realizado como una sola matriz a los datos de composición y abundancia de especies en todas las unidades de muestreo de las ocho clases vegetales, y muestra la formación de cuatro grupos que relacionan clases vegetales en donde existe uso semejante de la tierra. Estos cuatro grupos formados se unen por arriba de la distancia relativa Euclidiana 62.173, que equivale aproximadamente a un 25 %, y que indica la existencia de semejanza en la distribución, composición y riqueza de especies. Cada grupo formado presenta, en su organización interior, nuevas agrupaciones que asocian unidades de muestreo con mayor relación entre sí.

El diagrama de ordenación (Fig. 4), complementa lo encontrado en los análisis de agrupamiento. El análisis de ordenación fue aplicado a los datos de distribución y abundancia de especies en todas las unidades de muestreo, como una matriz general de datos y muestra que las mismas se distribuyen en tres grupos reuniendo las clases que responden a un tipo de uso de la tierra y reflejan un grado de perturbación específico (Fig. 5). En un grupo se encuentran aquellas unidades en las que existe uso total de la tierra (gran perturbación) y reúne a las clases "potrero", "potrero con guamil" y "cultivo"; el siguiente, reúne unidades con uso moderado (perturbación media) e incluye a los tres tipos de "guamil"; y, por último, se agrupan las unidades con uso mínimo, que permiten la conservación del estrato arbóreo dominante y reúne las clases "bosque" y "bosque con cardamomo".

Debido a que el análisis de ordenación se realizó en base a la distribución y abundancia de vegetación, la figura 4 muestra zonas de intersección, que indican clases vegetales con especies semejantes. La figura 5 muestra que las unidades con baja perturbación presentan mayor riqueza vegetal y las unidades con alta perturbación, una riqueza baja, en donde la vegetación se limita a un reducido número de especies dominantes.

Con el análisis de agrupamiento se relacionaron las 96 unidades de muestreo en base a sus valores promedios de estructura (diámetro, altura total, altura a la primera rama, altura al dosel y diámetro de dosel) (Fig. 6). Tomando las agrupaciones formadas por arriba de una distancia euclidiana relativa de 4.919 (60% aprox.), se puede apreciar la formación de 4 grupos, que reúnen a las clases de la misma forma descrita anteriormente. El primer grupo reúne a las clases "bosque" y "bosque con cardamomo", que presentan los valores de estructura más altos entre la vegetación arbórea. En el segundo grupo, se asocian las clases "bosque", "bosque con cardamomo" y "guamil III". Nótese que



en ellas predomina el estrato arbóreo. El tercer grupo muestra semejanza entre las clases “potrero con guamil” y “guamil II”. Ambas con predominancia de especies arbustivas debido al abandono de la tierra, luego de un uso antrópico severo. El último grupo muestra la semejanza existente entre las clases con vegetación predominantemente herbácea y homogénea. La vegetación de las clases “potrero” y “cultivo”, se mantiene homogénea debido a la poda continua de los pobladores y el ganado, en el segundo de las clases. Otra clase agrupada con ellas, “guamil I” es de corta duración, por lo que la vegetación que presenta, suele mantenerse con valores bajos de altura y DAP.

Figura No.4 DCA de la totalidad de unidades de muestreo (96 parcelas). Los óvalos representan grupos similares según distribución y abundancia de especies.

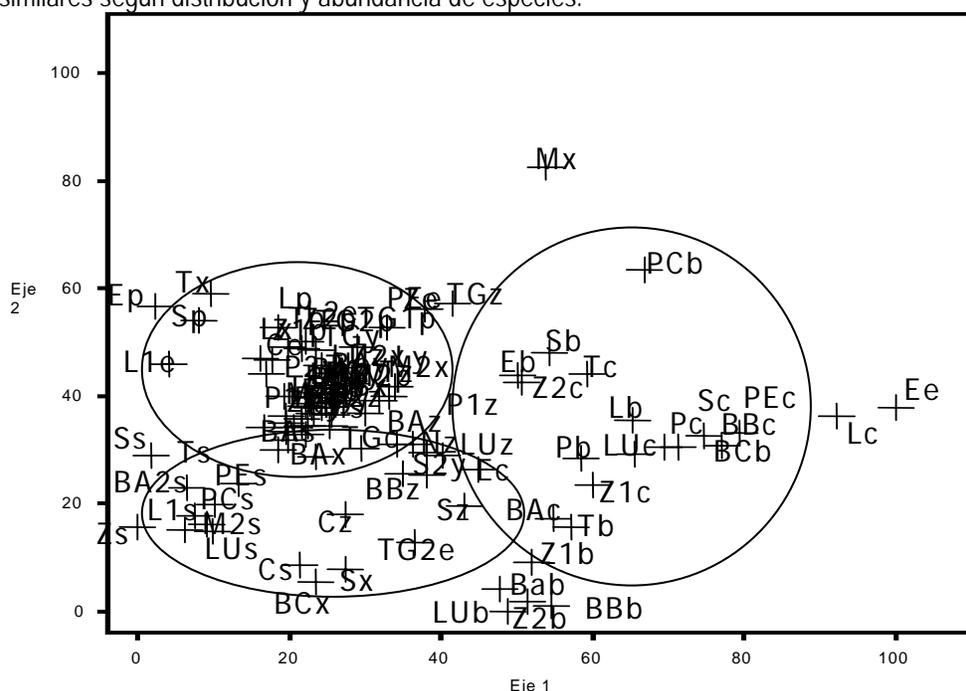
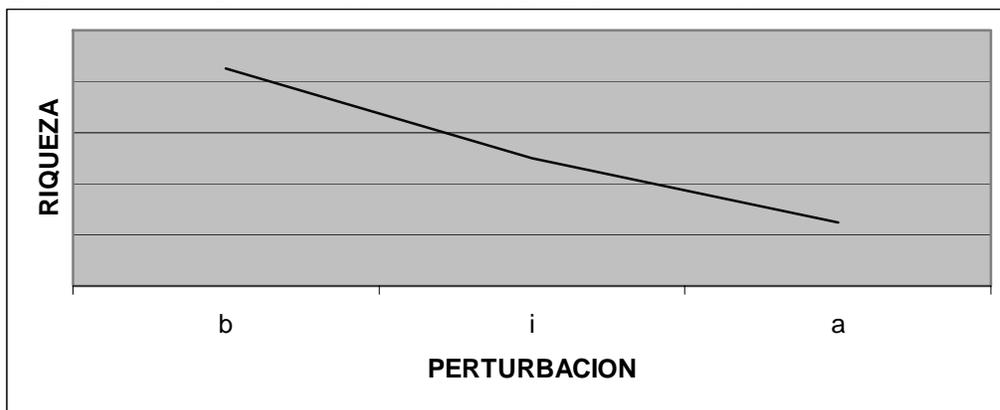
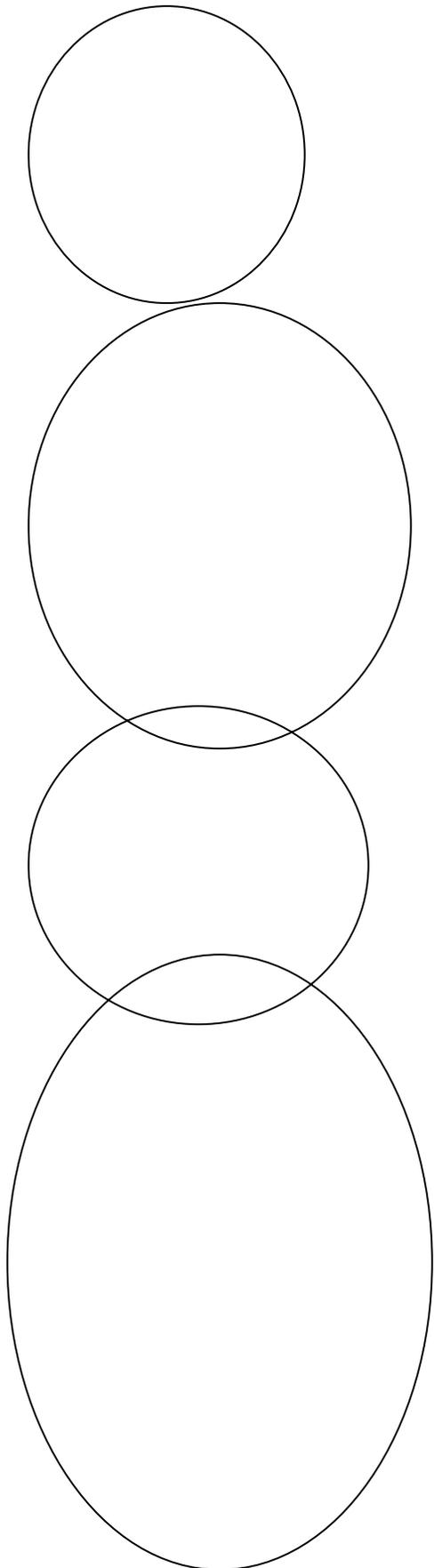


Figura No. 5 Riqueza vegetal vs. perturbación en las unidades de muestreo. Según los análisis DCA se agrupan en tres categorías: alta (a), mediana (i) y baja perturbación (b).





El dendrograma de la Fig. 7 muestra los resultados de analizar las ocho clases de vegetación en base a sus valores promedios de estructura. Los resultados, similares a los anteriores, forman claramente dos agrupaciones. Una de las agrupaciones reúne las clases con vegetación arbórea (bosque, bosque con cardamomo y guamil III) y la siguiente agrupación, a las clases con vegetación arbustiva y herbácea (potrero, potrero con guamil, guamil I, guamil II y cultivo).

8.4 Ecología del paisaje: patrón ecológico espacial

El cuadro No.5 muestra las temperaturas obtenidas a través del método Monte Carlo, para la región norte y la región este de la zona. Los resultados muestran que la temperatura observada es relativamente baja y diferente de la observada luego de 5,000 aleatorizaciones. La tendencia observada supone que los datos de las matrices utilizadas no resultan de una distribución al azar y son resultado de una distribución anidada.

Cuadro No. 5 Análisis de anidamiento para la vegetación de las regiones norte y este de la ZI. La "P" indica el valor de probabilidad de ocurrencia.

Región Norte:

T° observada: 25.22°

T° aleatoria (5000 aleatorizaciones): 31.86°; desviación estándar: 1.65°

P(T°<10°): 1.54 e-36

P(T°<20°): 3.85 e-13

Probabilidad muy baja de que el patrón de distribución sea al azar

Región Este:

T° observada: 24.36°

T° aleatoria (5000 aleatorizaciones): 33.63°; desviación estándar: 1.63°

P(T°<10°): 1.56 e-41

P(T°<20°): 3.84 e-17

Probabilidad muy baja de que el patrón de distribución sea al azar

8.5 Elementos ecológicos utilizables para el monitoreo de las clases vegetales

Sin duda alguna, la evaluación periódica de algunas especies vegetales seleccionadas en cada clase vegetal, será un elemento a incluir en el monitoreo de la vegetación para la ZI del PNLL. Esta evaluación periódica permitirá la detección de patrones espaciales de variación para comprender la dinámica vegetal en la zona. En el cuadro 6 se presentan las especies vegetales con mayor abundancia en cada clase vegetal, que podrían ser utilizadas para el programa de monitoreo.

Cuadro No. 6 Especies vegetales más abundantes en cada clase vegetal.

Clase vegetal	Especies más abundantes
Bosque	<i>Anthurium aunderes</i> , <i>Calathea microcephala</i> , <i>Dialium guianense</i> , <i>Dracaena americana</i> , <i>Inga</i> sp., <i>Orbygnia cohune</i> , <i>Philodendron</i> sp., <i>Piper psilorhachis</i> , <i>Trophis racemosa</i> , <i>Lonchocarpus</i> sp., <i>Asplenium</i> sp., <i>Lacistema agregatum</i> , Bayal, Luin blanco.
B. cardamomo	<i>Acacia</i> sp., <i>Asplenium</i> sp., <i>Costus</i> sp., <i>Dialium guianense</i> , <i>Elephantopus</i> sp., <i>Elettaria cardamomun</i> , <i>Hyptis</i> sp., <i>Orbygnia cohune</i> , <i>Sauraria</i> sp., <i>Viola koschnyi</i> , <i>Vismia camparaguey</i> , <i>Zuelania guidonia</i> , Pompté.
Potr. guamil	<i>Tetramerium nervosum</i> , <i>Vismia camparaguey</i> , <i>Sida rhombifolia</i> , <i>Scleria melaleuca</i> , <i>Rynchospora cephalotes</i> , <i>Paspalum conjugatum</i> , <i>Paspalum lentiginosum</i> , <i>Lasiacis divaricata</i> , <i>Hyparrhenia rufa</i> , <i>Fimbristylis dichotoma</i> , <i>Digitaria sanguinalis</i> , <i>Desmodium canum</i> , <i>Coelorachis racemosa</i> , <i>Blepharidium guatemalense</i> , <i>Ageratum</i> sp., chispa.
Potrero	<i>Spermacoce</i> sp., <i>Siparuna nicaraguensis</i> , <i>Sida rhombifolia</i> , <i>Scleria melaleuca</i> , <i>Digitaria sanguinalis</i> , <i>Rynchospora cephalotes</i> , <i>Paspalum conjugatum</i> , <i>Panicum pilosum</i> , <i>Desmodium canum</i> , <i>Coelorachis racemosa</i> , <i>Brachiaria decumbens</i> , <i>Blepharidium guatemalense</i> , <i>Bulbostylis</i> sp., San Martín.
Guamil III	<i>Vochysia hondurensis</i> , <i>Solanum umbellatum</i> , <i>Rynchospora cephalotes</i> , <i>Paspalum lentiginosum</i> , <i>Luehea</i> sp., <i>Digitaria sanguinalis</i> , <i>Cecropia</i> sp., <i>Costus</i> sp., <i>Schizolobium parahybum</i> , mahagua, Qaa ché, Suu chaj.
Guamil II	<i>Brachiaria decumbens</i> , <i>Coelorachis racemosa</i> , <i>Desmodium canum</i> , <i>Hyparrhenia rufa</i> , <i>Paspalum</i> sp., <i>Rynchospora cephalotes</i> , <i>Scleria melaleuca</i> var. <i>pterota</i> , <i>Cecropia</i> sp., <i>Cyperus</i> sp., <i>Piper</i> sp., <i>Wedelia trilobata</i> , Chaip, Chispa, Hoja timida.
Guamil I	<i>Blepharidium guatemalense</i> , <i>Coelorachis racemosa</i> , <i>Dalbergia glabra</i> , <i>Desmodium canum</i> , <i>Euphorbia</i> sp., <i>Heliconia</i> sp., <i>Hyparrhenia rufa</i> , <i>Lasiacis divaricata</i> var. <i>divaricata</i> , <i>Panicum pilosum</i> , <i>Paspalum lentiginosum</i> , <i>Rynchospora cephalotes</i> , <i>Sida rhombifolia</i> , <i>Solanum</i> sp., <i>Spermacoce</i> sp., Ak, Chispa, Navajuelón.
Cultivo	<i>Coelorachis racemosa</i> , <i>Conyza bonariensis</i> , <i>Digitaria sanguinalis</i> , <i>Hyparrhenia rufa</i> , <i>Manisuris ramosa</i> , <i>Paspalum conjugatum</i> , <i>Paspalum lentiginosum</i> , <i>Spermacoce</i> sp., <i>Zea mayz</i> , <i>Scleria melaleuca</i> var. <i>pterota</i> , Chispa, Frijol abono.

En complemento, los análisis ecológicos llevados a cabo, indican que los caracteres estructurales de la vegetación son los que definen claramente a cada una de las clases. Los resultados que se muestran en el dendrograma de la Fig. 8, reflejan que el valor estructural que establece diferencias claras en las clases, es el diámetro a la altura del pecho (DAP). Sin embargo, los valores de altura total, que presenta un valor de semejanza del 60% aproximadamente; y, en menor medida, el diámetro de copa (útil solamente en clases vegetales con estrato arbóreo), también establecen diferencias importantes. Los demás valores estructurales no son relevantes para diferenciar las clases vegetales. Los valores estructurales promedio, utilizados para los análisis de ordenación, pueden apreciarse en el cuadro No. 7, y las figuras No. 9 y No.10 muestran, para los valores estructurales promedio de altura total y DAP (que establecen diferencias entre clases vegetales), la variabilidad de dichos valores entre las clases vegetales a través de barras de error, elaboradas en el programa estadístico SPSS, el cual las construye con el valor promedio de la mediana y desviación estándar ± 2 , la que incluye el 98% del total de datos obtenidos. Las figuras muestran en un cuadrado, el valor estructural promedio de la vegetación, y la línea que se extiende hacia el extremo superior e inferior indica el valor de las dos desviaciones estándar utilizadas, las cuales reflejan la variabilidad de los valores estructurales que se grafican.

Cuadro No. 7 Valores estructurales promedio para cada clase vegetal identificada.

	DAP	Altura total	Diámetro de COPA	Altura a primera rama	Altura a la copa
Bosque	17.952	10.709939	6.2124752	6.6555276	7.6310106
B. cardamomo	26.55022	12.153	7.9795745	6.9232143	7.5149265
Potr. guamil	4.5773585	6.6	4.55	1.833333333	3.05
Potrero	2.863158	6.875	5.3975	2.325	0.5
Guamil III	10.92713	10.98649	5.2460317	5.74109589	8.30983607
Guamil II	4.816842	5.70842	5.230714286	4.96428571	7.1375
Guamil I	2.33875	3.108438	2.1875	4.6625	3
Cultivo	1.8625	2.69375	0	0	0

Figura No. 9 Comparación de los valores promedio de DAP entre las clases vegetales, a través de barras de error, con 2 desviaciones estándar.

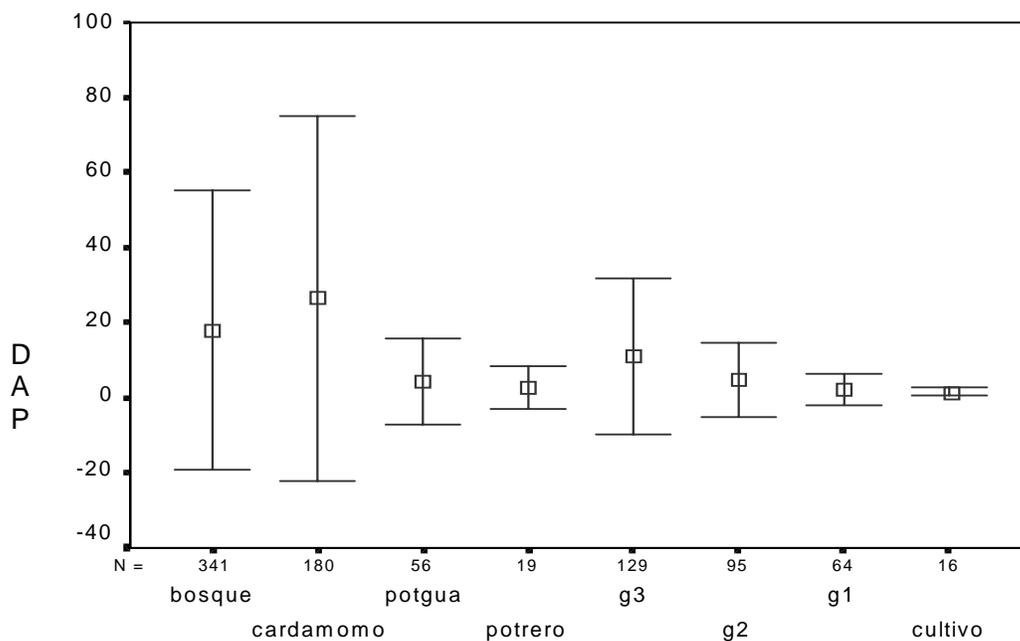
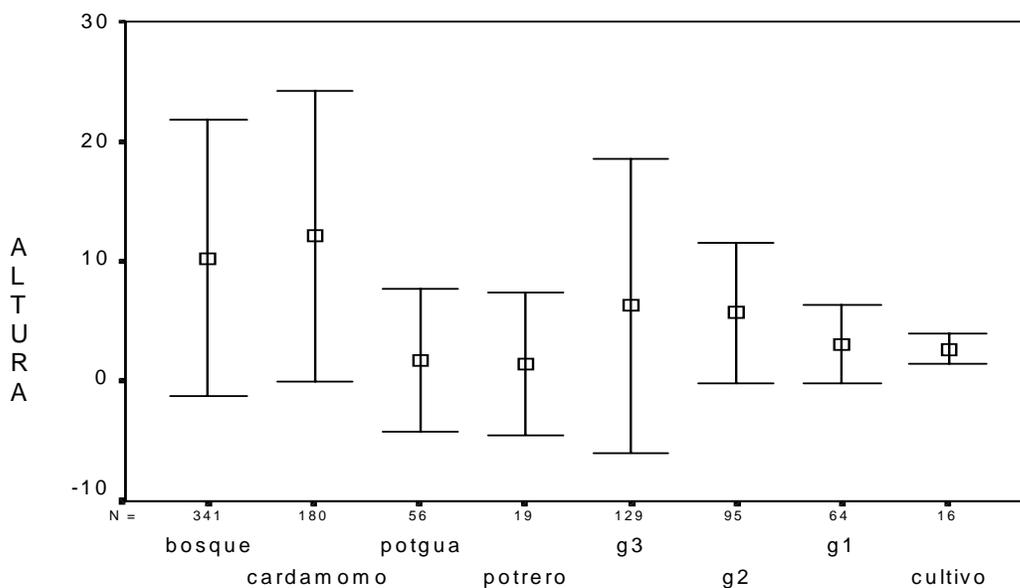
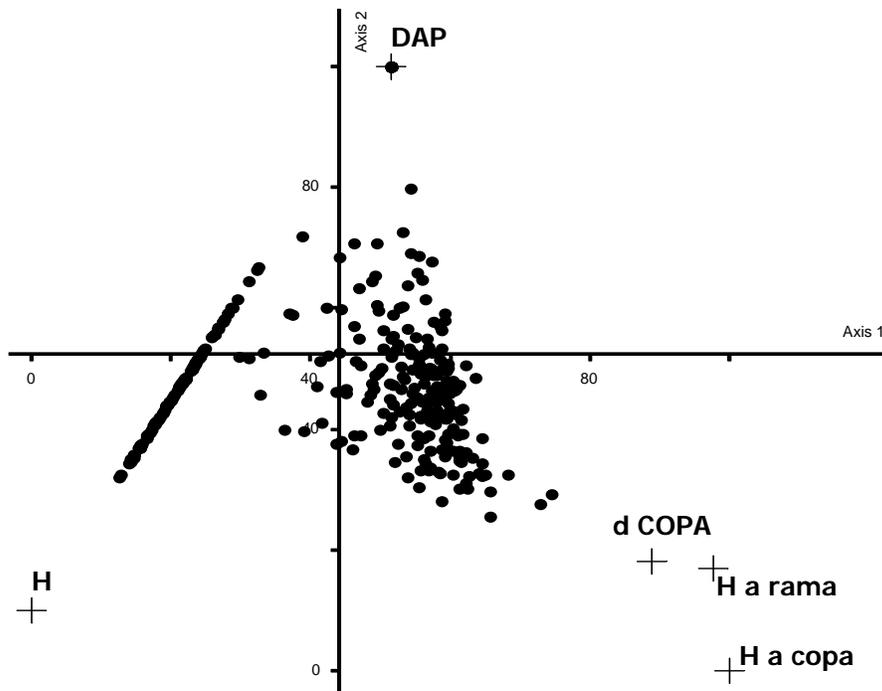


Figura No. 10 Comparación de los valores promedio de altura total entre las clases vegetales, a través de barras de error, con dos desviaciones estándar.



Con los valores mostrados en el cuadro No. 7, se realizó un análisis de ordenación para esclarecer totalmente cuales eran los caracteres estructurales que definen a cada clase vegetal. La primera matriz de datos, relacionó los valores estructurales promedio de las especies (Fig. 11), y el diagrama refleja que la vegetación tiende a aglomerarse hacia las variables de diámetro de copa, altura de dosel y diámetro de dosel, lo que sugiere que no son caracteres que permitan una diferenciación clara de las clases. Por el contrario, la vegetación adyacente a las variables de DAP y altura total (H), tiende a segregarse. La vegetación se aprecia en “línea recta” entre las dos variables. Esta relación sugiere que pueden usarse estas dos variables como elementos principales de diferenciación de las clases y, la alteración de sus valores puede servir para monitorear la dinámica en el cambio de la vegetación.

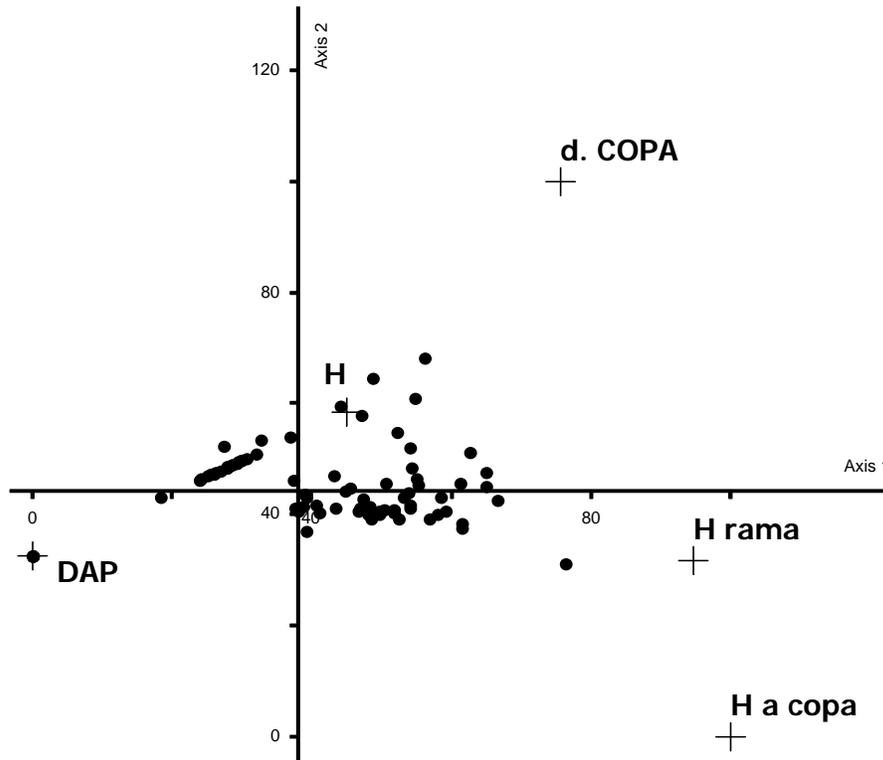
Figura No.11 Análisis DCA de la matriz general de datos. El análisis relaciona los valores de estructura en cada especie.



La segunda matriz de datos relacionó los valores promedio de la vegetación por unidad de muestreo (clases vegetales, n =96). El resultado se muestra en la Fig. 12, y complementa lo reflejado en el DCA anterior, pues si los caracteres que definen a cada clase vegetal son la altura total (H) y el DAP, es de suponer que las clases que presenten valores semejantes para estos caracteres, tiendan a

agruparse. Esto se refleja en la cercanía de los puntos que giran alrededor de los dos valores de estructura en mención.

Figura No.12 Análisis DCA de la matriz general de datos. El análisis relaciona los valores estructurales de la vegetación en la totalidad de unidades de muestreo.



IX. DISCUSIÓN

Este estudio se suma a los proyectos interesados en descubrir la diversidad biológica en zonas adyacentes a las áreas protegidas (Wells, 1993), debido a que se ha reconocido que dichas zonas influyen de manera prioritaria en los procesos y en la diversidad de especies de las áreas protegidas. Gracias a ello, se han incrementado los estudios en los que se involucra a las comunidades locales en la elaboración de planes de manejo del área, de tal forma que se fomenta la conservación del área y se incrementa el desarrollo local, social y económico de los pobladores. Casos recientes de ello se ejemplifican en la Península Osoa en Costa Rica, la Reserva Sian Ka'an en México y la Selva Central en Perú, entre otros (Ecotono, 1997).

La región que se ha estudiado presenta una gran variedad de recursos naturales y los pobladores Q'eqchi'es tienen amplio conocimiento de las riquezas naturales y de la forma de utilizarlas (Cleaves, 2001; Ávila, 2003). Prueba de ello es, que para la misma zona, se reportan 13 categorías de uso de la vegetación (Ávila, 2003). Se apreciaba anteriormente que cada persona se esforzaba para que en sus terrenos existiera un equilibrio entre el aprovechamiento de los recursos y la conservación de los mismos (Hatse y De Ceuster, 2000). En la actualidad, esta acción va disminuyendo debido al aumento significativo en la densidad poblacional, que asociado a la distribución no equitativa de la tierra, el avance acelerado de la frontera agrícola y el menor tiempo para el descanso de la tierra, provocan una pérdida irrecuperable de los recursos naturales en la región. Los tratamientos estudiados reflejan que la pérdida de diversidad florística aumenta según el grado de intervención al que sea sometida la tierra, de esta forma la clase "bosque" reporta 204 especies y la clase "cultivo" 68 especies. Los aspectos en mención, conllevan transformaciones continuas del paisaje e interrupciones de procesos biológicos y evolutivos que reflejan, entre otras consecuencias, la formación y simplificación de clases vegetales distintas en composición, riqueza, distribución y estructura vegetal.

9.1 Diversidad florística

El PNLL corresponde al último remanente de bosques tropicales lluviosos del norte de Guatemala y del sureste de México, los cuales conforman el mayor macizo forestal más septentrional después de la Amazonía (Mendoza y Dirzo, 1999). Esta localización hace que la región cuente con abundante diversidad florística de especies provenientes de regiones del norte y del sur (neárticos y

neotropicales). Los 1568 registros obtenidos, las 73 familias encontradas y los 100 géneros determinados confirman que la región es una de las más diversas del país.

Los datos obtenidos en este estudio permitieron realizar una comparación con las publicaciones de Gentry (1988) y Kalliola (1993) de otros bosques tropicales de tierras bajas. La utilización del número de especies aportadas al sistema, permitió la identificación de las familias más abundantes. Kalliola (1993) reporta, para los bosques de tierras bajas de Sudamérica, entre las familias más abundantes a Leguminosae, Lauraceae, Rubiaceae, Moraceae, Arecaceae y Euphorbiaceae. Por su parte, Gentry (1988) reporta a Leguminosae y Moraceae, entre otras. En la ZI del PNLL, se encontró que el grupo de familias más abundantes incluye a Rubiaceae, Euphorbiaceae, Lauraceae, Fabaceae (Leguminosae), Arecaceae, Moraceae y Mimosaceae (Leguminosae). Esto confirma además, lo reportado por García (2001) en un estudio previo realizado en una sección de la ZI. García reportó que las familias Moraceae y Leguminosae se presentan como las más abundantes.

La clase vegetal "bosque" aporta la mayor cantidad de especies al sistema, agrupadas en 70 géneros, de los cuales 12 son exclusivos para sí y el resto los comparte en al menos una ocasión, con otra clase vegetal, que la mayoría de las veces es "bosque con cardamomo" y en menor frecuencia "guamil III".

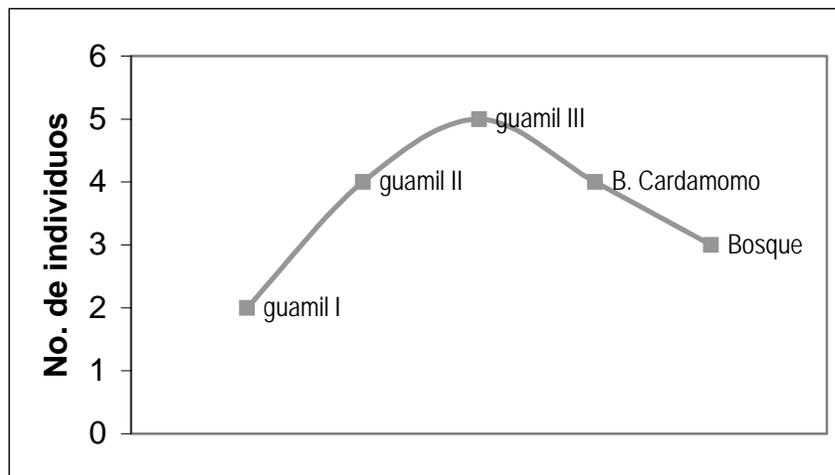
La clase vegetal "bosque con cardamomo" aportó 58 géneros, siendo la segunda clase con mayor diversidad florística. Estos resultados se complementan con lo expuesto por Morales (1999) en su estudio de comparación entre paisajes de "bosque" y "mosaico" en el PNLL, en donde el "bosque" presenta mayor diversidad florística y aporta 22 especies vegetales exclusivas. En el otro extremo, las clases vegetales "potrero" y "cultivo" reportan los valores de diversidad florística más bajos. Estas clases presentan valores de hasta 48 géneros menos que la clase con mayor aporte al sistema.

En estudios de la Amazonía, se reporta que las zonas cubiertas por pastizales presentan las abundancias más bajas (Fujisaka *et. al*, 1998). Es posible comparar estas zonas de pastizales con las grandes extensiones de la ZI utilizadas para potreros, en donde la vegetación dominante son gramíneas (pastos) destinadas a la alimentación del ganado y en las cuales se reporta, junto a la clase "cultivo", la abundancia florística más baja de la zona. Esto puede complementarse con lo

expuesto por Gentry (1988), que hace referencia a que la diversidad de las familias se relaciona directamente con la disponibilidad de nutrimentos en el suelo y para el caso de los “potreros”, su historial de uso los convierte en zonas altamente perturbadas con suelos pobres, en donde solamente algunas especies se logran adaptar.

Las especies que son compartidas entre las distintas clases vegetales, son utilizadas en algunos casos como elementos complementarios que definen relaciones de sucesión entre clases. El ejemplo más claro se tiene con el género *Cecropia* sp. (Fig. 13), el cual es utilizado por los pobladores para reconocer que la zona ha sufrido intervención humana pues solo crece en vegetación secundaria y su aumento relativo en número y en caracteres estructurales indica la edad y la clase vegetal en la que se encuentra. Este patrón ya se ha reportado anteriormente para la Amazonía, en donde el género *Cecropia* sp. es utilizado por los indígenas para reconocer bosques secundarios (Fleck *et. al*, 2000).

Figura No. 13 Representación idealizada de la distribución y abundancia del género *Cecropia* sp. en las clases vegetales. El eje “Y” indica el aumento y/o disminución de individuos en cada clase.



La identificación de especies exclusivas para las clases vegetales, da idea de las condiciones ambientales, climáticas y edafológicas necesarias para que las mismas se desarrollen únicamente en dichas clases, además se ha descrito que la presencia de algunas plantas puede afectar positiva o negativamente en la presencia y el arreglo espacial de otras (Dale, 1999). Los datos muestran que la mayor cantidad de especies exclusivas es aportada por el “bosque”, acontecimiento que era

esperado, pues esta clase vegetal posee la mayor diversidad florística en la región. Este resultado ya fue descrito anteriormente por Morales (1999) y García (2001) en la misma región y resultados similares se obtuvieron en los estudios de Fujisaka *et. al.* (1998) en la Amazonía y Backes (2001) en Kenya.

La caracterización de la ZI permitió la colecta e identificación de *Lacistema aggregatum* Berg. de la familia Lacistemaceae, que había sido reportada en una sola ocasión para la región. Esta especie se encuentra reportada para la clase vegetal "bosque" en abundancias moderadas y puede motivar a la realización de estudios interesados en ampliar la distribución de la especie vegetal.

En relación a la intensidad del muestreo, los análisis de Jackknife de primer orden, estiman que con las 9 hectáreas caracterizadas se reportó el 60% de la totalidad de diversidad florística que se esperaba encontrar en la región. García (2001), reporta el 67% de las especies esperadas con un muestreo de 3 hectáreas en la misma zona. La diferencia del porcentaje estimado entre este estudio y el de García, radica en la extensión de área muestreada que en el primero de los casos tuvo mayor número de unidades de muestreo. En el presente estudio, la caracterización vegetal en cada una de las clases no logra reportar más del 62% de la diversidad florística, siendo la clase "potrero" la que reporta el valor más alto (61.77%). Estos resultados sugieren que es necesaria la elaboración de un mayor número de unidades de muestreo de cada clase vegetal para lograr la colecta de especies que puedan estar presentes en áreas no muestreadas.

9.2 Ensamble ecológico de la vegetación

En los estudios de ecología vegetal es prioritaria la identificación y cuantificación de los patrones espaciales (Fortín, 1997), y es que en la naturaleza, los seres vivos no están ni distribuidos uniformemente ni distribuidos al azar, más bien, se segregan en parches, forman gradientes u otro tipo de estructuras espaciales (Legendre, 1989). La determinación de estos patrones permite esclarecer la afirmación de que "todo se relaciona a todo lo demás, pero las cosas cercanas están más relacionadas que las cosas distantes" (Fortín, 1997). Haining (en Fortín, 1997) describe que con la obtención de patrones, existe mejor oportunidad de predecir los valores de los atributos para una unidad ecológica. Los análisis ecológicos utilizados en este estudio permitieron determinar patrones de agrupación y ordenación de la vegetación, resultando en la formación de asociaciones que

permiten diferenciar distintas clases vegetales en base a caracteres de abundancia, composición, distribución y estructura vegetal.

El análisis de los caracteres mencionados permitieron establecer, a través de la interpretación de los dendrogramas y las gráficas de ordenación, que la clasificación de la vegetación, según la cosmovisión de los pobladores, es complementaria a los patrones ecológicos determinados. El uso al que es sometida la tierra, conjugado con otros factores, resulta en la formación de ocho clases de vegetación que son identificados por los pobladores a través de la observación de caracteres estructurales como altura, grosor y presencia de especies. Usando los mismos caracteres para determinar patrones ecológicos, nos damos cuenta que se forman agrupaciones que permiten reconocer a las clases vegetales identificadas por los pobladores, y esta semejanza y complementariedad en la identificación de clases vegetales, permite utilizar ecológicamente el criterio de clasificación como herramienta para la evaluación periódica de la vegetación, que detectará cambios en la dinámica vegetal y enfocará el plan de manejo del área de tal forma, que incluya la cosmovisión Q'eqchi' en el desarrollo y conservación de los recursos del área.

La interpretación de cada análisis permite comprender de mejor forma la semejanza entre los criterios locales de clasificación y los patrones ecológicos formados en los métodos de agrupamiento y ordenación. Para referencia de la clasificación Q'eqchi', se ha de mencionar que su sistema reconoce las clases vegetales "bosque" y "bosque con cardamomo", en donde predominan las especies arbóreas con alturas elevadas y troncos gruesos. Los "guamiles", que presentan vegetación que vuelve a crecer luego del abandono de la tierra después de la cosecha y en los cuales predominan especies herbáceas y arbustivas; los árboles, aunque pueden desarrollar grandes alturas, generalmente son delgados. Los "potreros", en los que predominan los pastos y los árboles, son en su mayoría corozos. El "potrero con guamil" aunque presenta vegetación arbustiva, aún conserva pastos y otras plantas características del "potrero", y "cultivo", que se reduce a siembras homogéneas de alguna especie.

El análisis ecológico de agrupamiento relacionó la diversidad florística (presencia y abundancia) en cada unidad de muestreo y reunió en cada grupo formado (Fig. 3), la vegetación con valores semejantes. De esta forma, las agrupaciones ecológicas resultantes evidencian la sucesión vegetal

en el área. El primero de los cuatro grupos formados agrupa unidades de muestreo con especies arbóreas: "bosque" y "bosque con cardamomo". El segundo agrupamiento muestra la relación estrecha entre las unidades de "bosque con cardamomo", el "guamil III" y algunas unidades de "cultivo". La similitud entre estas tres clases se debe a la presencia de las especies herbáceas de *Costus* sp., *Calathea* sp., *Coelorachis* sp. y *Scleria* sp., las que se comparten en abundancias bajas, pero significativas para agruparse. La tercera agrupación reúne las unidades de muestreo, con vegetación que se desarrolla luego de una temporada de "cultivo". Este grupo reúne a las unidades de cultivo y a los tres tipos de "guamil" reconocidos. La última agrupación contiene las unidades de "potrero" y "potrero con guamil", en las cuales la vegetación predominante se centra en las gramíneas.

Es indiscutible que los grupos formados presentan semejanzas claras con las clases reconocidas por los pobladores y que cada grupo formado reúne en sí, unidades de muestreo de las clases vegetales que en el paisaje se relacionan estrechamente, que poseen una diversidad florística semejante y que, según la cosmovisión de los pobladores son semejantes en la naturaleza: potrero y potrero con guamil; bosque, bosque con cardamomo y guamil III; cultivo, guamil I, guamil II y guamil III.

Un segundo análisis de agrupamiento, en base a valores estructurales (Fig. 6), reflejó nuevamente la formación de cuatro grupos principales, en los cuales se mantuvo la tendencia de la matriz general que agrupó en base a presencia y abundancia de especies. Cada grupo vuelve a reunir las clases que los pobladores consideran como muy semejantes y de esta forma, el grupo inicial reúne unidades de "bosque con cardamomo" y "bosque", las que por presentar vegetación arbórea, presentan los valores estructurales más altos. El segundo grupo reúne también clases con vegetación arbórea pero con valores de estructura más bajos que la anterior agrupación y es debido a que agrupa las unidades que experimentan transformación de una clase a otra. Este grupo incluye las clases "bosque con cardamomo", "bosque" y "guamil III". El tercer grupo asocia las clases "potrero" con "guamil" y "guamil II". Estas clases no necesariamente comparten la misma vegetación, sin embargo debido al abandono de los terrenos, la vegetación arbustiva se asemeja bastante en sus valores de estructura. La última agrupación contiene a las clases vegetales con predominancia de especies herbáceas, las que presentan valores de estructura muy bajos. Esta agrupación reúne a

las clases "guamil I", "potrero", "cultivo" y a las unidades de muestreo "potrero con guamil" y "guamil II" que están en las fases iniciales de desarrollo vegetal.

Los valores estructurales utilizados para análisis de ordenación, fueron comparados previamente a través de barras de error construidas con 2 desviaciones estándar. Las gráficas resultantes permiten observar que en relación al DAP, las clases vegetales "bosque", "bosque con cardamomo" y "guamil III" presentan la variabilidad más amplia, es decir que la vegetación presente en ellas posee valores de DAP altos y bajos. Sin embargo, es interesante notar que esta comparación permite confirmar el proceso de sucesión vegetal, de tal forma que la clase "guamil III" refleja valores más pequeños que el "bosque" y el "bosque con cardamomo", pues está en una etapa de regeneración vegetal. Tendencia similar se observa en las clases "guamil I, II y III", en las que, debido al descanso otorgado a la tierra, se observa de nuevo el proceso de sucesión. Por otro lado, la homogeneidad de la vegetación en las clases "cultivo", "potrero" y "potrero con guamil", se refleja en la escasa amplitud de variabilidad.

La tendencia observada con los datos promedios del DAP, se vuelve a presentar al comparar los valores de altura total, de este modo la mayor variabilidad se presenta en las clases "bosque con cardamomo", "bosque" y "guamil III". La comparación de los valores estructurales de DAP y altura total, permiten afirmar que las clases vegetales con menor perturbación (menor intervención antropogénica) reflejan, en relación a estos valores, una mayor heterogeneidad en la vegetación, debido a que la misma presenta valores altos (árboles antiguos) y valores bajos (regeneración).

Las agrupaciones formadas con los métodos de ordenación son un complemento a lo observado con los análisis de agrupamiento, pues las unidades de muestreo que se agrupan en ambos análisis responden a las mismas semejanzas de características que permiten a los pobladores identificar las clases vegetales según sus propios criterios. El método DCA (Fig. 4) refleja la formación de tres agrupaciones, que se caracterizan por aglomerar unidades de muestreo que presentan estrecha relación debido a su grado de perturbación como resultado de la intensidad de uso al cual han sido sometidas. De esta forma una agrupación reúne las unidades con alto grado de perturbación, un segundo grupo engloba unidades con perturbación intermedia, y la tercera agrupación incluye unidades con baja perturbación. La tendencia formada, representada en una gráfica (Fig. 5) permite

deducir que la riqueza y la composición florística de una determinada clase vegetal, disminuyen como consecuencia directa del aumento de la perturbación en el área.

Los patrones de variación observados en la estructura vegetal y que se reflejan en la figuras de ordenación, determinan que los caracteres que permiten diferenciar cada clase vegetal, son el diámetro del tronco (DAP) y la altura total del individuo. La segregación que estas variables ejercen en la distribución de la vegetación, confirman que son caracteres determinantes en el establecimiento de diferencias evidentes entre cada clase. Por otro lado, las agrupaciones que se muestran en la figura 8, confirman que estas dos variables permiten agrupar únicamente a las unidades de muestreo de las clases con relaciones biológicas muy estrechas, pues solamente ellas presentan valores de estructura semejante. Si se quisiera agrupar unidades de muestreo en base a características estructurales como altura de la rama principal, diámetro del dosel y altura del dosel, se obtendrían agrupaciones que se acoplarían únicamente a las unidades con vegetación de estrato arbóreo, pues solamente ellas presentan valores significativos de estos caracteres y establecer diferencias claras en las agrupaciones con unidades de muestreo que no presenten valores significativos en dichos caracteres, sería prácticamente imposible.

9.2.1 Patrón ecológico espacial

La interpretación del análisis de anidamiento permite establecer el patrón de la distribución vegetal para una región, a través de un grupo de datos obtenidos. Como se ha mencionado, el patrón de distribución espacial se realiza generando series de números aleatorios y observando aquella fracción de números que obedezcan a ciertas propiedades (Ruiz, 1996). El análisis de anidamiento con el método Monte Carlo, permitió determinar que la distribución de la vegetación en la ZI del PNLL obedece a un tipo anidado. Anteriormente otros estudios habían descrito que los patrones de distribución de las especies en hábitats fragmentados (como ocurre en la ZI del PNLL), exhibían una tendencia marcadamente anidada (Atmar y Patterson, 1993).

Aunque los valores de temperatura obtenidos para las regiones este y norte no son estrictamente bajos (24.36° y 25.22° , respectivamente), no son superiores a los resultados obtenidos con las matrices de datos, luego de 5000 aleatorizaciones (31.88° y 33.63° , respectivamente). La diferencia entre los valores de temperatura observada y aleatorizada para ambas regiones, sugiere que la

distribución de la vegetación en la zona responde a un patrón anidado, que implica que la distribución observada responde a la interacción de elementos edafológicos, climáticos, ambientales y de procesos ecológicos a los que está sujeta, lo que hace que la vegetación se encuentre en determinadas regiones del área de estudio.

9.3 Manejo local del paisaje

Muchos estudios confirman que los patrones espaciales de la vegetación así como la variación en su distribución de especies es debida a tres factores: a) morfológicos, que se basan en el tamaño y crecimiento de las plantas; b) ambientales, que generalmente generan clases heterogéneas; y c) de interacción de otros grupos de plantas, que inciden directamente en el patrón de otras especies (Dale, 1999). Para comprender la dinámica de la vegetación en la ZI del PNLL, es necesario agregar un factor más y puede además, clasificarse como el más importante en la variación y determinación de los patrones vegetales: d) el factor antropogénico, que causa la perturbación del ambiente, cuya importancia en la regeneración vegetal radica en la formación de ciclos de mosaicos vegetales. En este sentido, la vegetación conforma un mosaico de parches de distintas edades, con diferentes etapas de formación y con diferentes procesos de decaimiento, extinción y regeneración (Dale, 1999).

9.3.1 Clases, dinámica vegetal y conservación de la diversidad florística

La vegetación es un continuo complejo de poblaciones, por lo que cualquier clasificación de ella se refiere a unidades arbitrarias y por lo tanto artificiales (Krebs, 1985). Sin embargo, las clases vegetales reconocidas en la ZI del PNLL son el resultado de transformaciones debido al uso del paisaje a meso-escala, por lo que es válido utilizar la clasificación artificial de los pobladores para determinar cambios y patrones espaciales de la vegetación a través de los años.

Este estudio revela que en la ZI, son ocho las clases vegetales reconocidas (Bosque, Bosque con cardamomo, Guamil I, Guamil II, Guamil III, Potrero, Potrero con guamil, Cultivo), mismas que interactúan entre sí influyendo en la composición, distribución y riqueza de especies, aspectos que hacen difícil la diferenciación exacta entre ellas. Estas clases pueden variar continuamente, existiendo como tales por cortos periodos de tiempo o permanecer abandonadas hasta convertirse en áreas homogéneas con especies adultas y estratos vegetales definidos.

El manejo local se basa en principios generales de la cosmovisión maya, la que hoy en día todavía influye en algunos de los pobladores (Hatse y De Ceuster, 2001). Cada una de las clases vegetales presenta características propias de composición, riqueza, distribución y estructura, que permiten determinar que la diversidad florística sí esta siendo influenciada y determinada por el manejo de la tierra.

Diversos estudios en los que se ha involucrado a las comunidades locales, afirman que muchos de los elementos de la diversidad vegetal son clasificados de acuerdo a la percepción de los pobladores, quienes se basan en el origen, forma, estructura, usos, hábitat y propiedades de las especies (Jain, 2000). Con este estudio, se demostró lo afirmado por Jain (2000), pues las clases vegetales reconocidas por los pobladores Q'eqchi'és, son identificadas basándose en la percepción visual de características de estructura vegetal, es decir que los pobladores son capaces de identificar las clases únicamente observando el tamaño (altura) y el grosor (diámetro) de la vegetación que las componen.

En algunas ocasiones, la percepción de caracteres estructurales y la diversidad florística, son aspectos que en conjunto, permiten confirmar la identidad de la clase. En este aspecto, se ha descrito que la diversidad florística de una región con manejo comunitario, está influenciada por dos factores: a) el mantenimiento de la región como unidad y b) la continuidad de las prácticas de uso de la tierra (Backes, 2000). Estos factores de utilización local de la tierra, provoca que algunas especies crezcan únicamente en ciertas clases vegetales (exclusividad de especies). Por citar un ejemplo, en la clase vegetal "Bosque con Cardamomo" se ha reportado la presencia de un número no despreciable de especies exclusivas (Morales, 2000), las que se ven favorecidas por la intervención humana a la que es sometida el área y entre la que se incluye la eliminación selectiva de la vegetación agresiva con comportamiento de maleza. Reafirmando lo reportado por Morales, este estudio reporta la presencia de siete especies vegetales con carácter de exclusividad para la misma clase vegetal.

La clase vegetal "Bosque" puede considerarse como el sistema productivo más antiguo, una herencia del pueblo prehistórico (Hatse y De Ceuster, 2000), y como sistema productivo, presenta la mayor diversidad de especies en la región, y es utilizado además como proveedor de recursos

hídricos, alimenticios, medicinales y ornamentales, entre otros (Jain, 2000). Como clase, el "Bosque" es reconocido fácilmente por las características estructurales de su vegetación dominada por árboles de gran tamaño. El uso Q'eqchi' de la tierra, ha hecho que los remanentes de "Bosque" vayan aumentando en número y sigan aislándose cada vez mas. Al visitar el área se pensará que con todo y el manejo comunitario aún se observan grandes extensiones de esta clase, sin embargo al internarse en la región se comprende que el mismo manejo transforma los bosques en otra clase vegetal reconocida: "los sembrados de Cardamomo (Bosques con cardamomo)".

Aunque la clase "bosque con cardamomo" puede verse como un sitio que mantiene la diversidad, no puede ser considerada como remanente de "bosque", pues las condiciones de bosque original cambian con la intervención al eliminar los estratos secundarios y dominados, provocando cambios en la sucesión vegetal del área. En muchos casos, luego de varios años de cultivo del cardamomo, los terrenos son talados completamente para la siembra de la milpa (clase vegetal "Cultivo"), que puede tomarse como el sistema productivo más importante en la región.

Los "cultivos", que tienden a ocupar la segunda posición respecto a área ocupada (7-20%) (Hatse y De Ceuster, 2000), generalmente son grandes extensiones de monocultivo, sin embargo, en base a la experiencia en el campo se ve que los "cultivos" son más que sitios de trabajo y producción de maíz, frijol, sandía, chile, etc. En estos sitios se recolectan hierbas silvestres comestibles al igual que hongos, además representa un lugar accesible que permite el abastecimiento de carne, pues es frecuentado por mamíferos de regular tamaño como tepezcuintles, pizotes, coches de monte y otros. Estas regiones (ecológicamente altamente perturbadas) cumplen función de sumideros o sitios de apareamiento y de alimentación para ciertas especies animales (Krebs, 1985).

Cuando se ha cosechado el producto de la siembra, los campesinos generalmente dejan descansar la tierra algunos años. Durante este tiempo empieza a regenerar la vegetación transformando el área en una compleja clase vegetal, que denominan "guamil". La vegetación del "guamil" inicia al terminar la cosecha y es agrupada según los pobladores en tres grupos: a) guamil I (0-2.9 años), b) guamil II (3-5.9 años) y, c) guamil III (6-15 años), y se caracterizan por presentar abundantes especies de gramíneas de variados tamaños y árboles en estado regeneracional con troncos delgados. Los árboles que crecen dentro de los guamiles son fácilmente diferenciables de los que se encuentran

en el "bosque", pues la disponibilidad de nutrimentos en el suelo y la elevada tasa de radiación solar, los hacen diferentes estructuralmente (Salisbury, 1994).

En la clase "guamil I", aparecen las especies vegetales pioneras en la sucesión vegetal, que generalmente son de hábito herbáceo que declinan rápidamente. Estas especies son sustituidas por vegetación arbustiva, que presenta un máximo de abundancia y desarrollo en la etapa del "guamil II". A medida que las especies arbóreas siguen desarrollándose, las de hábito herbáceo y arbustivo disminuyen su presencia en el "guamil III". De esta forma el "guamil I" está compuesto por 43 géneros, el "guamil II" por 49 géneros y el "guamil III" por 47 géneros. Esta tendencia es expuesta por estudios en la Amazonía, los cuales reportan que luego de la siembra, la vegetación de uno o dos años se compone de 155 especies, la de tres a cinco años de 200 y la vegetación de más de cinco años se compone de 148 especies (Fujisaka et. al, 1998).

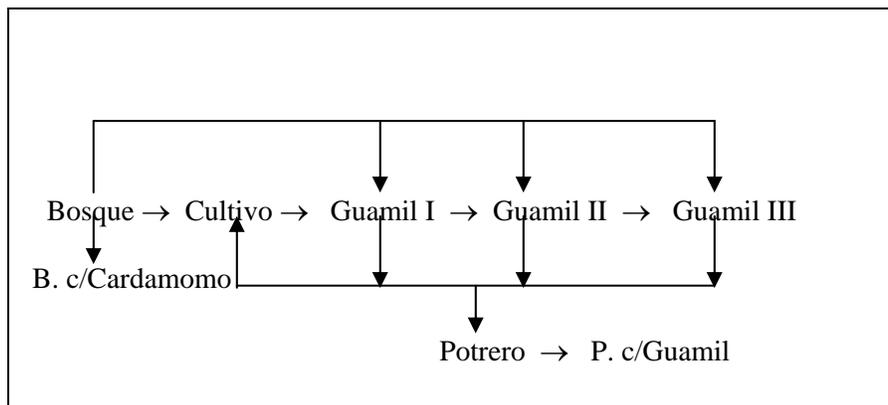
El uso del "guamil" depende exclusivamente del propietario del terreno, pues él decide cuánto tiempo permite descansar la tierra o si la abandona definitivamente para formar a los muchos años, un nuevo parche de bosque. Los pobladores consideran "guamil", a un área regenerada hasta que ha estado aproximadamente quince años en abandono. A este tiempo, el área pierde la mayor parte de sotobosque y los árboles han crecido en altura lo suficiente para ser considerada área de "bosque". Un área considerada "guamil" puede experimentar varias transformaciones que dependen del uso al que se someta. Si se abandona, da lugar a la clase "bosque", pero si la vegetación es eliminada completamente puede surgir una de dos clases: "cultivo" o "potrero".

Los potreros Q'eqchi'es son considerados sistemas de producción no tradicional (Hatse, 2001), se derivan de los guamiles y nunca surgen como productos de la tala del bosque, como ocurre con los ganaderos o finqueros. Siempre los potreros presentan una dominancia vegetal de gramíneas nativas o introducidas (*Brachiaria decumbens*, *Bulbostylis* sp., *Coelorachis ramosa* (Fourn) Nash., *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop., *Panicum pilosum* Swartz, *Scleria melaleuca* Reichb.), que tienden a colonizar el área de una forma acelerada, llegando incluso a invadir y desplazar especies en otros hábitats cercanos. En algunos potreros puede darse la presencia de árboles dispersos que generalmente son utilizados para proporcionar sombra al ganado (e.g. *Orbignya cohune* (Mart.) Dahelgren). Existen potreros en la región que presentan la característica de estar enmontados, y son

denominados por los pobladores como “potreros con guamil”. Estas áreas generalmente ya no albergan al ganado y los cercos que lo delimitaban han sido removidos y generalmente son destinados para “cultivo”. Sin embargo, la recuperación de la tierra en estos terrenos es muy difícil, ya que se ha compactado demasiado debido a la fuerza de las patas del ganado.

La figura que se presenta a continuación (Fig. 14) nos da idea general del proceso de transformación que sufren las clases vegetales en la región, como resultado del uso que un poblador destina a un área específica.

Figura No. 14 Transformación que sufre una clase vegetal a otra, debido al manejo de la tierra. Las flechas indican hacia que clase se transforma.



9.4 Elementos para un programa de monitoreo de la vegetación en la ZI

Luego de analizar los patrones ecológicos de la vegetación, los criterios de percepción local Q’eqchi’ y los patrones estructurales de variación vegetal, es factible establecer algunos elementos que resultan básicos para la implementación de un plan de monitoreo de la vegetación.

En principio, es válido recalcar que la complementariedad existente entre los patrones ecológicos y los criterios de clasificación vegetal Q’eqchi’, permiten utilizar las ocho clases vegetales identificadas como tratamientos a evaluarse en proyectos de monitoreo. Las características descritas para cada clase permitirán su identificación en el campo y su empleo para el establecimiento de sitios (parcelas) permanentes de muestreo.

El patrón de distribución y abundancia que exhibe el género *Cecropia* sp. (Fig. 13), sugiere que puede ser utilizado como uno de los indicadores vegetales para la determinación de cambios ecológicos en las clases, que permitirán esclarecer las tendencias de la dinámica vegetal. De igual manera, la evaluación periódica de las especies más abundantes y de las especies exclusivas de cada clase, centra su importancia en que los cambios en su distribución y abundancia, permitirán detectar el nivel de perturbación de las clases en las que se desarrollan. Sin embargo, será necesario evaluar suficientes unidades de muestreo por clase vegetal, incluso más de las 12 propuestas en este estudio, pues los índices de presencia y abundancia de las especies exclusivas tienden a ser bajos.

Entre las especies exclusivas, se incluyen *Anthurium scolopendrium* (Ham) Kunth, *Aspidosperma megalocarpon* Muell. y *Bachtris trichophylla* Burret, que existen en la clase "bosque"; *Bellotia campbelli* Sprague, *Phaeosphaerion leiocarpum* (Benth.) Hassk, *Trichilia* sp., en la clase "bosque con cardamomo"; *Conyza* sp., *Dalbergia glabra* (Mill) Standl., *Perymenium* sp., en la clase "guamil I"; *Chrysophyllum cainito* L., *Solanum schlechtendalianum* Dunal, *Wedelia trilobata* L., en la clase "guamil II"; *Appunia guatemalensis* Donn. Smith., *Coccoloba* sp., *Aegiphila* sp., en la clase "guamil III"; *Borreria suaveolens* G.F.W., *Euphorbia hirta* L., *Pennisetum purpureum* Schumac., en la clase "cultivo"; *Amaranthus spinosus* L., *Caperonia palustris* L., *Chromolaena laevigata* King., en la clase "potrero con guamil"; *Cuphea carthagenensis* Jacq., *Euphorbia gramínea* Jacq., *Hyptis atrorubens* Poit., en la clase "potrero", entre muchas otras.

Por último, es obligatorio que en la evaluación periódica de la vegetación, los estudios de monitoreo incluyan los caracteres estructurales de altura total y diámetro del tronco de las especies vegetales seleccionadas para tal actividad. Como se ha presentado, estos caracteres son elementos que diferencian claramente las clases vegetales y por lo tanto, los valores que presente determinada vegetación permitirán detectar variaciones en la dinámica vegetal del paisaje.

X. CONCLUSIONES

1. La caracterización vegetal revela que entre las familias más abundantes en términos del aporte en abundancia y presencia de géneros al sistema, se encuentran Asteraceae, Rubiaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Lamiaceae, Lauraceae, Arecaceae, Clusiaceae, Moraceae y Mimosaceae. A excepción de Asteraceae, las familias enumeradas se reportan en diversos estudios como las más abundantes para los bosques de tierras bajas.
2. La clase vegetal "bosque" presenta la mayor diversidad, riqueza y composición florística en la región. Esta clase vegetal aporta 12 géneros más que la clase vegetal "bosque con cardamomo", la segunda en aportar la mayor cantidad de géneros vegetales al sistema.
3. La distribución de la vegetación muestra que existen 47 géneros vegetales con presencia en al menos dos clases vegetales distintas. Además se determinó que 58 géneros vegetales se presentan exclusivamente para alguna de las clases vegetales identificadas.
4. Debido a la heterogeneidad del área y a la extensión del área muestreada, el esfuerzo realizado en la caracterización vegetal de la zona muestra, que según el análisis Jackknife de primer orden, se logró reportar el 60% de la diversidad esperada.
5. El uso de la tierra en la ZI del PNLL, además de los factores morfológicos, ambientales, climáticos y geológicos, entre otros, determina la formación de paisajes heterogéneos en términos de abundancia, estructura, distribución y composición florística.
6. La cosmovisión Q'eqchi' de los pobladores de la región permite que, en base a diferencias y similitudes físicas, estructurales y de presencia-ausencia de la vegetación, se logre identificar nombrar y reconocer ocho tipos diferentes de clases vegetales en la ZI del PNLL.
7. Los ocho tipos de formaciones (clases) vegetales reconocidos por las comunidades Q'eqchi'es en la ZI son bosque, bosque con cardamomo, guamil I, guamil II, guamil III, potrero, potrero con guamil y cultivo.

8. Debido al manejo al que se somete la tierra, las ocho clases vegetales identificadas conforman un mosaico heterogéneo y dinámico, en el que la intervención y la alteración de una clase vegetal, conduce a la formación de otra vegetal con características propias.
9. Los patrones obtenidos con la caracterización vegetal de la ZI, permiten asegurar que las clases vegetales identificadas por las poblaciones Q'eqchi'es, son válidas y complementarias con los análisis ecológicos de agrupamiento, ordenación y anidamiento.
10. Los cuatro grupos formados en los métodos jerárquicos de agrupamiento, ensamblan la vegetación de la ZI de acuerdo a semejanzas en los valores de presencia, distribución, estructura y abundancia. Los grupos formados responden a estrechas relaciones biológicas entre las clases vegetales agrupadas. Cada agrupación formada se asemeja, en los mismos términos, a las asociaciones reconocidas en la clasificación local Q'eqchi' de la vegetación.
11. El análisis ecológico (a través del DCA) permite diferenciar a las clases vegetales según el grado de intervención humana, en unidades con baja perturbación (1. bosque-bosque con cardamomo; 2. bosque-guamil III); unidades en recuperación o de mediana perturbación (3. guamil I y guamil II); y, unidades con alta perturbación (4. potrero, potrero con guamil y cultivos).
12. Se estableció en base al análisis de anidamiento, que la distribución de la vegetación en la ZI del PNLL, obedece a un patrón anidado, y por lo tanto las especies se encuentran distribuidas de tal forma que responden a la interacción de factores ambientales, climáticos, edafológicos, de disponibilidad de nutrimentos, recurso hídrico, etc.
13. El patrón de distribución espacial de la flora en los paisajes del área, suponen que la región aún presenta cierta continuidad. Los cambios del paisaje producto de la perturbación antropogénica, no han sido determinantes para el establecimiento de una clara diferenciación espacial en la distribución de la vegetación.

14. La medición periódica (cosecha de verano e invierno) de la flora compartida y la exclusiva de las clases vegetales (variación en pérdida, abundancia y distribución), forman parte de los patrones evaluables en estudios de trayectoria de la vegetación en la ZI del PNLL.

15. La interpretación de análisis DCA, permitió determinar que los valores estructurales de altura total y diámetro del tronco, son caracteres que definen y diferencian claramente cada clase vegetal, aspecto que debe incluirse en programas de monitoreo de la vegetación.

XI. RECOMENDACIONES

1. Utilizar los datos generados en este estudio para la elaboración de proyectos encaminados al monitoreo de la vegetación en la ZI del PNLL, con el fin de comprender los procesos biológicos de la dinámica vegetal y establecer mecanismos de conservación de la diversidad florística en el área.
2. Involucrar definitivamente a las poblaciones humanas de la ZI del PNLL, en la conservación y manejo de los recursos de la región. Que las poblaciones se integren participativamente en la elaboración y evaluación periódica de los planes de manejo del área, pues son ellas y el manejo local de la tierra, las que determinan entre otros factores, la distribución, abundancia y pérdida de las especies y de los procesos biológicos de la zona.
3. Incentivar a estudiantes y profesionales en la elaboración de estudios que permitan caracterizar todos los estratos vegetales de la ZI así como las regiones oeste y sur, que no fueron incluidas en este estudio. La obtención de datos de todas las formaciones y asociaciones vegetales de la región, permitirá la implementación de la evaluación completa de los cambios en la vegetación a través de los años.
4. El haber determinado que la clasificación vegetal de la región norte y este de la ZI es complementaria a los patrones ecológicos de ordenación, agrupamiento y distribución de la vegetación. Se recomienda utilizar la clasificación local como base para evaluar otros taxa en los paisajes de la zona.

XII. REFERENCIAS

Atmar, W. y Patterson, B. 1993. *The Measure of Order and Disorder in the Distribution of Species in Fragmented Habitat*. AICS Research, Inc. *Oecologia* 96: 373-382.

Atmar, W. y Patterson, B. 1995. *The Nestedness Temperature Calculator: A visual basic program including 224 presence-absence matrices*. AICS Research, University Park and The Field Museum, Chicago. USA.

Avendaño, C. 2002. *Diversidad de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) en un paisaje tropical de la Región Lachuá, Guatemala*. Informe de Tesis. El Colegio de la Frontera Sur, México.

Avila, R. 2003. *Diversidad de flora y sus usos en paisajes no protegidos de la Ecorregión Lachuá: Etnobotánica, conocimiento local Q'eqchi'*. Informe final de EPS. Escuela de Biología, Universidad de San Carlos de Guatemala.

Backes, M. 2000. *The role of indigenous trees for the conservation of biocultural diversity in traditional agroforestry land use systems: The Bungoma case study*. *Agroforestry Systems*: 52: 119-132. Kluwer Academy Publishers. Netherlands.

Barbour, M., Burk, J., Pitts, W. 1987. *Terrestrial Plant Ecology*. Second Edition. The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc. Menlo Park, California, USA.

Bruner, A., Gullison, R., Rice, R., Da Fonseca, G. 1998. *Parks and Factors in Their Success*. Science's COMPASS.

Cáceres, A. 1996. *Plantas de Uso Medicinal en Guatemala*. Primera Edición. Editorial Universitaria. Guatemala, Centro América.

Calderón, C. 2000. Informe Final de Ejercicio Profesional Supervisado –EPS-. *Investigación: Fenología de Especies Vegetales Selectas: los Estudios Base para su Establecimiento*. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC.

Castañeda, C. *Estudio de composición y estructura de la vegetación en la parte este y oeste, 200 metros a partir de la orilla de la laguna Lachuá*. Facultad de Agronomía, USAC. Guatemala.

Castañeda, C. 1997. *Estudio Florístico en el Parque Nacional Laguna Lachuá, Alta Verapaz, Guatemala*. Informe de Tesis Ingeniero Agrónomo, Facultad de Agronomía, USAC. Pp. 75.

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 Ciencias Químicas y Farmacia, USAC.

Dale, M. 1999. *Spatial Pattern Analysis in Plant Ecology*. Cambridge Studies in Ecology. Cambridge University Press. United Kingdom.

De la Cruz, S. 1982. *Clasificación de Zonas de Vida de Guatemala a Nivel de Reconocimiento*. Guatemala. Instituto Nacional Forestal .

DIGEBOS, UICN; PAFG. 1995. *Proyecto Conservación del PNLL y Desarrollo Sostenible de su Zona de Influencia*. Documento de Proyecto Guatemala. 49: 7-13.

ECOTONO, 1997. *Anatomía y Fisiología de áreas protegidas: Monitoreo de la Diversidad Biológica*. Boletín del Programa de Investigación Tropical. Centro para la Biología de la Conservación.

Estrada, E. 1996. *Etnobotánica forestal en Santa Isabel Chalma, Amecameca, México*. Tesis Maestría en Ciencias especialista en Botánica. Colegio de Postgraduados. Instituto de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas. Instituto de Recursos Naturales. Programa de Botánica. Montecillo, México.

Fleck, D. y Harder, J. 2000. *Matses Indian Rainforest Habitat Classification and Mammalian Diversity in Amazonian Peru*. Journal of Ethnobiology 20(1): 1-36.

Fortin, M. 1997. *Spatial Statistics in Landscape Ecology*. Documento Pp. 253-279.

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

Fujisaka, S., Escobar, G. y Veneklaas, E. 1997. *Plant community diversity relative to human land uses in an Amazon forest colony*. Biodiversity and Conservation 7, 41-57. Chapman y Hall.

García, M. 2001. *Estructura y composición florística de los estratos arbustivo y arbóreo en la zona de influencia del PNLL entre las comunidades Santa Lucía y Río Tzetoc*. Informe EDC. Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC. Guatemala.

Gentry, A. 1995. *Patterns of Diversity and Floristic Composition in Neotropical Montane Forests*. Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forest. The New York Botanical Garden Press. NY, USA.

Harper, K. y McDonald, S. 2001. *Structure and Composition of Riparian Boreal Forest: New Methods For Analyzing Edge Influence*. Ecological Society of America. Vol. 82 No. 3.

Hatse, I. y De Ceuster, P. 2001. *Prácticas agrosilvestres Q'eqchi'es: Mas allá del Maíz y Frijol*. Textos AK' KUTAN No.19. Centro Bartolomé de las Casas. Cobán, A.V. Guatemala.

Hulbert, S. 1984. *Pseudoreplication and the design of ecological field experiments*. Ecological monographs. 54: 187-211.

INAB, Fundación Solar, MS América Central. 2002. *Parque Nacional Laguna Lachuá: Su Historia, Flora y Fauna*. Litografía Técnica Gráfica Géminis 6. Guatemala.

Jaeger, J. 2000. *Landscape Division, Splitting Index, and Effective Mesh Size: New Measures of Landscape Fragmentation*. Center of Technology Assessment in Baden-Wurttemberg. Stuttgart, Germany.

Jain, S. 2000. *Human aspects of Plant Diversity*. Economic Botany 54(4) pp. 459-470. The New York Botanical Garden Press. Bronx, NY. USA.

Jones, S. 1986. *Sistemática Vegetal*. Primera edición en Español. México.

Jongman, R. Teer Braak, C. y Van Tongeren, O. 1995. *Data Analysis in Community and Landscape Ecology*. Cambridge University Press. New York, USA.

Jonsson, B. 2001. *A null model for randomization tests of nestedness in species assemblages*. Oecologia. 127:309-313.

Kalliola, R., Puhakka, M. y Dajoy, W. 1993. *Amazonía Peruana, Vegetación húmeda tropical en el llano subandino*. Proyecto Amazonía, Universidad de Turku. Finlandia.

Krebs, C. 1985. *Ecología. Estudio de la Distribución y la Abundancia*. Segunda Edición. Editorial Harla, México.

Laurance, W., Ferreira, L., Rankin-de Merona, J. y Hutchings, R. 1998. *Influence of Plot Shape on Estimates of Tree Diversity and Community Composition in Central Amazonia*. BIOTROPICA 30(4): 662-665.

Legendre, P. y Fortin, M. 1989. *Spatial pattern and ecological analysis*. Vegetatio 80: 107-138. Kluwer Academic Publishers. Belgium.

Méndez, C. y Morales, J. 2001. *Resumen Ejecutivo Programa de Monitoreo Ecológico Lachuá y Fortalecimiento de la Escuela de Biología, USAC*.

Mendoza, E. y Dirzo, R. 1999. *Deforestation in Lacandonia (Southeast México): Evidence for the declaration of the northernmost tropical hot-spot*. Biodiversity and Conservation 8:1621-1641.

MJM Software Design (1999) PC-ORD: multivariate analysis of ecological data, version 4.0

Monzón, R. 1999. *Estudio general de los recursos agua, suelo y del uso de la tierra en el Parque Nacional Laguna Lachúa y su zona de influencia, Cobán, Alta Verapaz*. Informe de Tesis Ingeniero Agrónomo, Facultad de Agronomía, USAC. Pp. 97.

Morales, J. 1999. *Caracterización vegetal del PNLL*. Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC. Guatemala.

Morales, J. 2001. *Vegetación acuática del Parque Nacional Laguna del Tigre. Departamento del Petén, Guatemala*. Informe de Tesis. Biólogo. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC.

Nelson, R., Kimes, D., Salas, W. y Routhier, M. May 2000. *Secondary Forest Age and Tropical Forest Biomass Estimation Using Thematic Mapper Imagery*. BioScience Vol. 50 No. 5.

Noss, R. 1990. *Indicators for Monitoring Biodiversity: A hierarchical approach*. Conservation Biology. 4: 355-364.

Olvera, M., Moreno, S. y Figueroa, B. 1996. *Sitios Permanentes para la Investigación Silvícola. Manual para su Establecimiento*. Primera Edición. Colección Libros técnicos del Instituto Manantlán. Universidad de Guadalajara, Jalisco, México. Pp. 60.

Organización de los Estados Americanos, Unión Panamericana. 1966. *Guía de campo del Investigador Social*. Manuales Técnicos XII. Secretaria General de la OEA. Washington, D.C. USA.

Palmer M (1990). *The estimation of species richness by extrapolation*. Ecology 71: 1195-1198

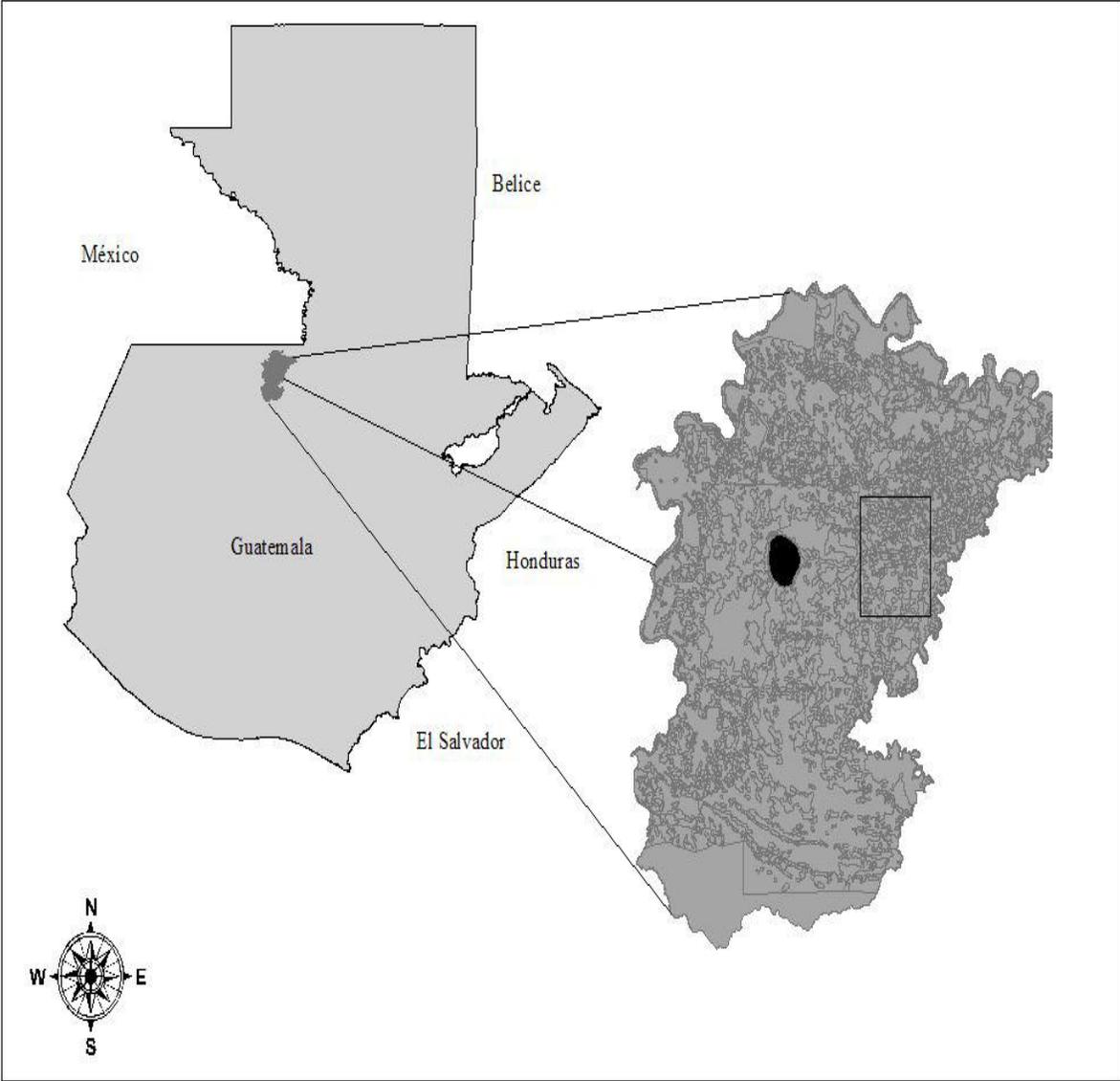
Reynolds, J. y Li, H. 1994. *A Simulation Experiment to Quantify Spatial Heterogeneity in Categorical Maps*. Duke University, USA.

- Ruíz, G. 1996. *Métodos cuasi, Monte Carlo en la resolución de problemas*. Documento.
- Rusell, B. 1994. *Methods in Anthropology: qualitatives and quantitatives*. Documento.
- Sader, A., Sever, T. Smoot, J. y Richards, M. 1994. *Forest Change Estimates for the Northern Peten Region of Guatemala*. 1986-1990. *Human Ecology*, Vol. 22 No. 3.
- Shumaker, N. 1996. *Using Landscape Indices to Predict Habitat Connectivity*. University of Washington, USA.
- Salisbury, F. y Ross, C. 1994. *Fisiología Vegetal*. Grupo Editorial Iberoamérica S.A. de C.V. México, D.F.
- Scheiner, S. y Gurevitch, J. 1993. *Design and analysis of ecological experiments*. Chapman and Hall. USA.
- SIGAP. 1996. *Ley de Áreas Protegidas y su Reglamento. Decreto No. 4-89*. Consejo Nacional de Áreas Protegidas. Guatemala.
- Sutherland, W. 2000. *The Conservation Handbook: Research Management and Policy*. Blackwell Scnz. UK.
- Wells, P. y Brandon, K. 1993. *The Principles and Practice of Buffer Zones and Local Participation in Biodiversity Conservation*. *AMBIO* Vol. 22: 157-161.

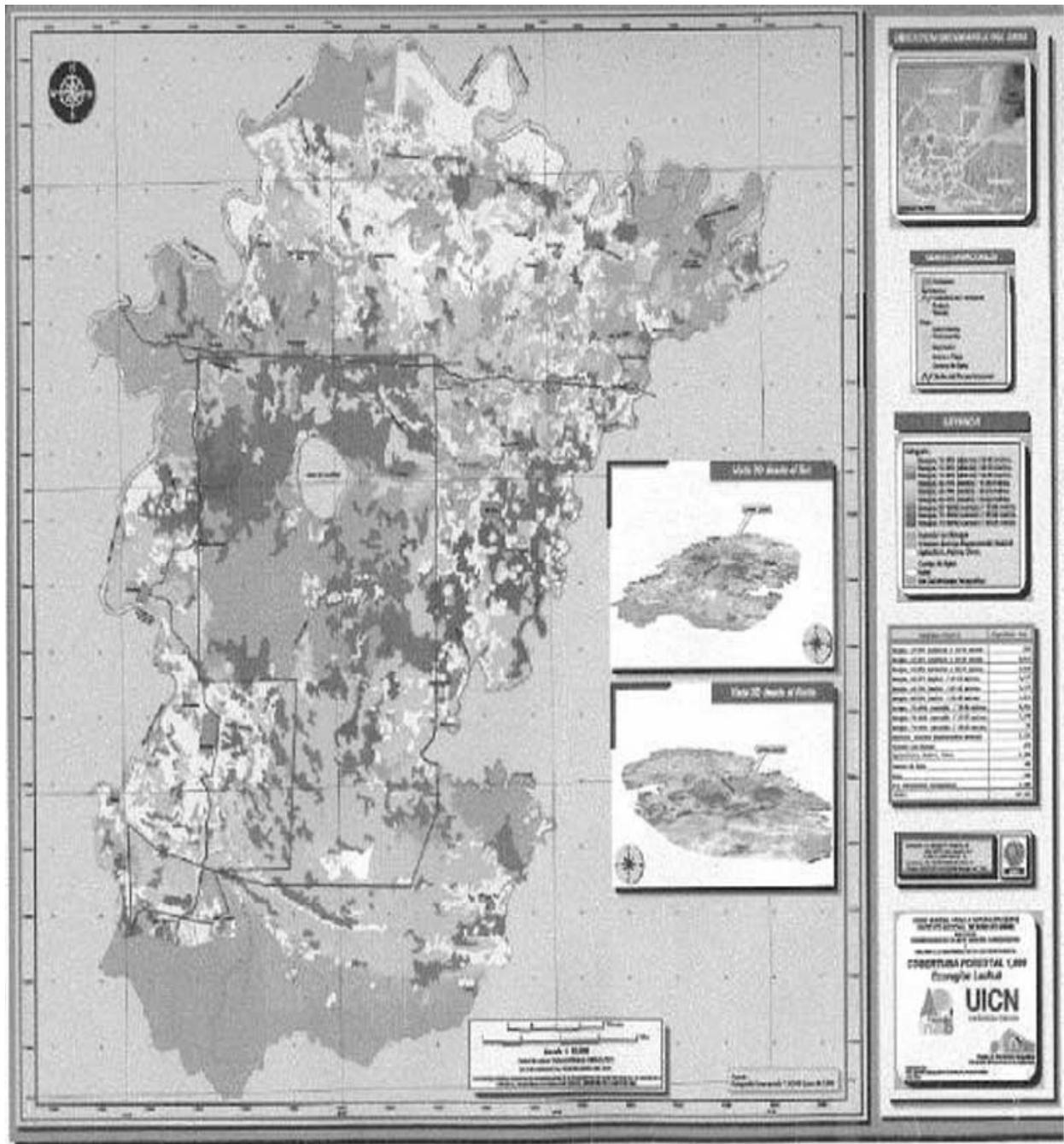
XIII. ANEXOS

ANEXO No. 1

Ubicación geográfica del Parque Nacional Laguna Lachuá –PNLL–



ANEXO No. 2 Mapa de Cobertura Vegetal en el PNLL y su Zona de Influencia

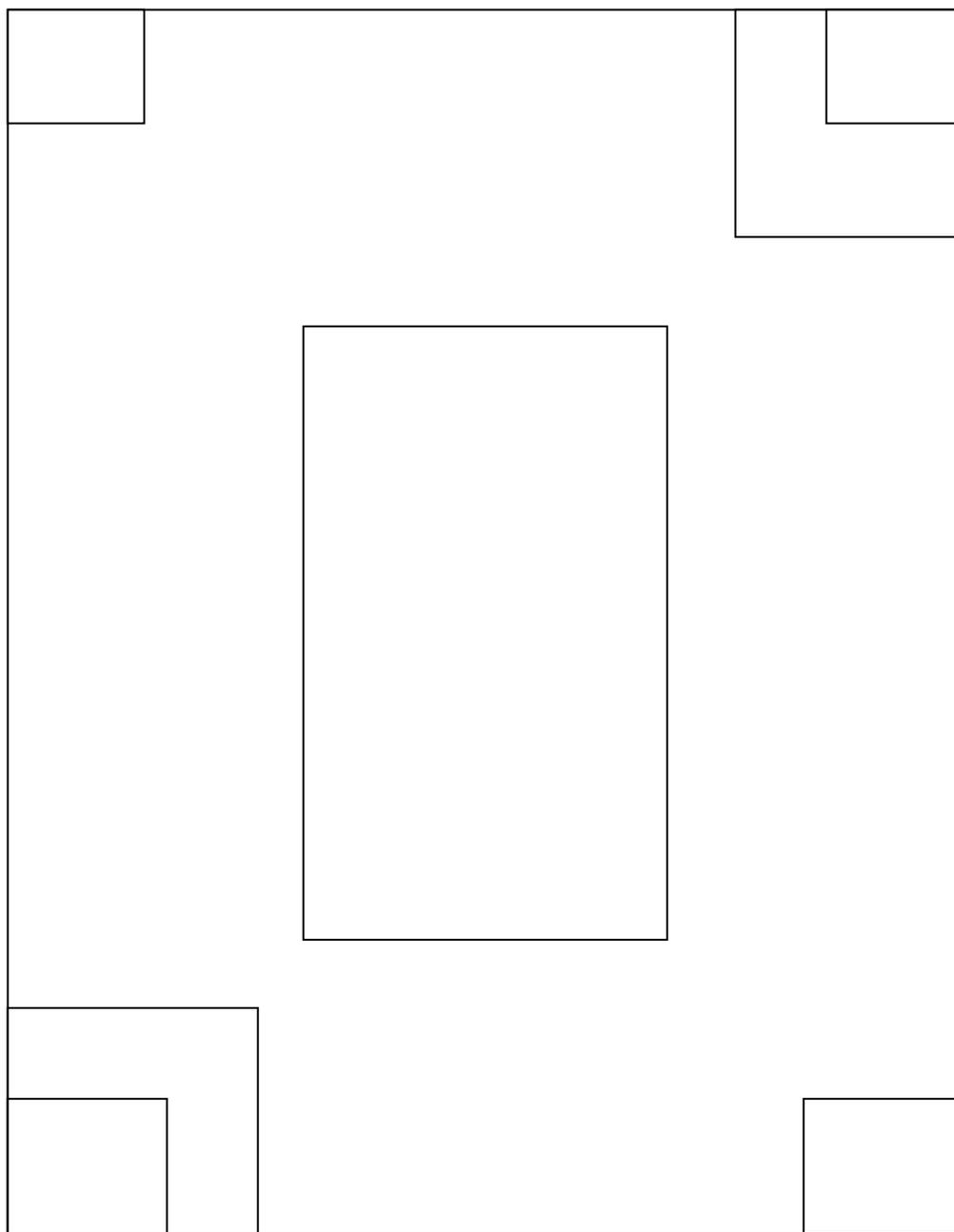


ANEXO No. 3 Comunidades humanas establecidas en la Zona de Influencia del PNLL.

ANEXO No. 4

Parcela modificada de Whittaker con subparcelas.

- a. Parcela para especies con $DAP \geq 10$ cms (20 x 50 mts)
- b. Parcela para especies con DAP 6-10 cms (15 x 20 mts)
- c. Parcelas para especies con DAP 1-5 cms (2 x 5 mts)
- d. Parcelas para especies con $DAP \leq 1$ cms (1 x 1 mts)



ANEXO No. 5 Localización de las 96 unidades de muestreo en la Zona de Influencia

ANEXO No. 6 Listado de plantas determinadas.

FAMILIA	ESPECIE
Acanthaceae	<i>Blechnum brownnei</i> Juss. Ann.
Acanthaceae	<i>Justicia</i> sp. L.
Acanthaceae	<i>Tetramerium nervosum</i> Ness in Benth.
Amaranthaceae	<i>Amaranthus spinosus</i> L.
Amaranthaceae	<i>Iresine</i> sp. P. Browne
Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i> Jacq.
Anacardiaceae	<i>Spondias mombin</i> L.
Anacardiaceae	<i>Spondias</i> sp. L.
Annonaceae	<i>Guatteria amplifolia</i> Triana & Planch
Annonaceae	<i>Xylopia frutescens</i> Aubl. Pl.
Apiaceae	<i>Eryngium foetidum</i> L.
Apocynaceae	<i>Aspidosperma megalocarpon</i> Muell. Arg. L.
Apocynaceae	<i>Aspidosperma</i> sp. Martius & Zuccarini
Apocynaceae	<i>Stemmadenia donell-smithii</i> (Rose) Woodson
Apocynaceae	<i>Thevetia ahovai</i> (L.) A. DC in DC.
Araceae	<i>Anthurium scandens</i> (Aubl.) Engler in Mart.
Araceae	<i>Anthurium scolopendrium</i> (Ham) Kunth
Araceae	<i>Anthurium</i> sp. Schott
Araceae	<i>Dieffenbachia seguina</i> (L.) Schott.
Araceae	<i>Dieffenbachia</i> sp. Schott.
Araceae	<i>Monstera</i> sp. Adanson
Araceae	<i>Philodendron</i> sp. Schott
Araceae	<i>Syngonium podophyllum</i> Schott
Araceae	<i>Syngonium</i> sp. Schott
Arecaceae	<i>Astrocaryum mexicanum</i> Liebm. Dansk.
Arecaceae	<i>Bactris trichophylla</i> Burret
Arecaceae	<i>Chamaedorea elegans</i> Martius L.
Arecaceae	<i>Chamaedorea oblongata</i> Martius
Arecaceae	<i>Chamaedorea</i> sp. Willdenow
Arecaceae	<i>Chrysoophyla argentea</i>
Aspleniaceae	<i>Asplenium</i> sp.
Asteraceae	<i>Ageratum</i> Linnaeus
Asteraceae	<i>Bidens</i> Linnaeus
Asteraceae	<i>Chromolaena laevigata</i> King & Robinson
Asteraceae	<i>Chromolaena</i> sp.
Asteraceae	<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist, Bull.
Asteraceae	<i>Conyza</i> sp. Linnaeus

Asteraceae	<i>Dahlia sp. Cavanilles</i>
Asteraceae	<i>Elephantopus sp. Linnaeus</i>
Asteraceae	<i>Eupatorium sp. L.</i>
Asteraceae	<i>Lasianthaea DC.</i>
Asteraceae	<i>Liabum Adanson</i>
Asteraceae	<i>Mikania micrantha HBK. Nov. Gen.</i>
Asteraceae	<i>Mikania sp. HBK.</i>
Asteraceae	<i>Perezia Lagasca</i>
Asteraceae	<i>Perymenium Schrader</i>
Asteraceae	<i>Plucerea sp. Cassini</i>
Asteraceae	<i>Tournefortia sp. L.</i>
Asteraceae	<i>Verbesina Linnaeus</i>
Asteraceae	<i>Vernonia Schreb.</i>
Asteraceae	<i>Vernonia Schreb.</i>
Asteraceae	<i>Wedelia sp. Jacquin</i>
Asteraceae	<i>Wedelia trilobata(L.) Hitchc.</i>
Bignoniaceae	ND
Bombacaceae	<i>Hampea sp. Schlechtendal</i>
Bombacaceae	<i>Quararibea sp. Aublet</i>
Boraginaceae	<i>Borreria oxyphylla Standl.</i>
Boraginaceae	<i>Cordia CF bicolor A. DC in DC.</i>
Boraginaceae	<i>Cordia spinescens L.</i>
Boraginaceae	<i>Tournefortia sp. L.</i>
Burseraceae	<i>Protium copal (Schlecht & Cham) Engler in DC</i>
Burseraceae	<i>Protium sp. Burmann</i>
Caesalpiniaceae	<i>Dialium guinense (Aubl.) Sandwith in A.C. Smith</i>
Caesalpiniaceae	<i>Pterocarpus sp. L.</i>
Caesalpiniaceae	<i>Schizolobium parahybum (Vell) Blake</i>
Caesalpiniaceae	<i>Swartzia standleyii (Britt & Rose) Standl.</i>
Cannaceae	<i>Calathea microcephala (Poepp. & Endl.) Koernicke</i>
Cannaceae	<i>Calathea sp. G.F.W. Meyer</i>
Capparidaceae	<i>Forchhammeria trifoliata Radlk.</i>
Clusiaceae	<i>Callophyllum brasiliense var. Rekoii Standl.</i>
Clusiaceae	<i>Clusia quadrangula Bartlett</i>
Clusiaceae	<i>Rheedia edulis Triana & Planch</i>
Clusiaceae	<i>Vismia camparaguey Sprague & Riley</i>
Clusiaceae	<i>Vismia sp. Vandelli</i>
Combretaceae	<i>Terminalia amazonia (J.F. Gmel) Exell in Pulle.</i>
Commelinaceae	<i>Campelia standleyi Steyermark in Standl. & Sleyerm</i>
Commelinaceae	<i>Campelia zanonii (L.) HBK</i>

Commelinaceae	<i>Phaeosphaerion leiocarpun</i> (Benth) Hassk
Convolvulaceae	<i>Ipomoea indica</i> (Burn) Merrill
Convolvulaceae	<i>Jacquemontia hirtiflora</i> (Mart. & Gal.) O'Donell
Cucurbitaceae	<i>Gurania makoyana</i> (Lem.) Cogn
Cycadaceae	<i>Zamia monticola</i> Chamaberlain
Cyperaceae	<i>Bulbostylis</i> sp.
Cyperaceae	<i>Cyperus</i> sp.
Cyperaceae	<i>Fimbristylis dichotoma</i> (L.) Xahl.
Cyperaceae	<i>Hypolytrum longifolium</i> subsp. Longifolium (Rich.) Ness
Cyperaceae	<i>Hypolytrum longifolium</i> subsp. Nicaraguense (Liebm.) T.
Cyperaceae	<i>Rhynchospora cephalotes</i> (L.) Vahl
Cyperaceae	<i>Scleria melaleuca</i> Reich ex Schldl.
Cyperaceae	<i>Scleria melaleuca</i> var. <i>pterota</i> (Reich.) Vittien
Cyperaceae	<i>Scleria secans</i> (L.) Urban
Cyperaceae	<i>Scleria</i> sp. Berg
Dilleniaceae	<i>Davilla kunthii</i> St. Hil. Usuel.
Dioscoreaceae	<i>Dioscorea</i> sp. L.
Euphorbiaceae	<i>Caperonia palustris</i> (L.) St. Hil.
Euphorbiaceae	<i>Dalechampia laevigata</i> Standl.
Euphorbiaceae	<i>Drypetes brownii</i> Standl.
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia dentata</i> Michx.
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia graminea</i> Jacq.
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia heterophylla</i> L.
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia hirta</i> L.
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia hypericifolia</i> L.
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia</i> sp. L.
Euphorbiaceae	<i>Phyllanthus compressus</i> HBK
Euphorbiaceae	<i>Sebastina longicuspis</i> Standl.
Fabaceae	<i>Acacia</i> sp. L.
Fabaceae	<i>Calliandra</i> sp. Bentham.
Fabaceae	<i>Dalbergia glabra</i> (Mill.) Standl.
Fabaceae	<i>Dalbergia</i> sp.L.
Fabaceae	<i>Desmodium canum</i> (J.F.Gmel.) Schinz & Thellung
Fabaceae	<i>Desmodium</i> sp.
Fabaceae	<i>Erythrina</i> sp. L.
Fabaceae	<i>Lonchocarpus</i> sp. HBK
Fabaceae	<i>Pterocarpus</i> sp. L.
Flacourtiaceae	<i>Casearia sylvestris</i> Swartz
Flacourtiaceae	<i>Zuelania guidonia</i> (Swartz.) Britton & Klillsp.
Iridaceae	<i>Neomarica gracilis</i> (Herb.) Sprague

Iridaceae	<i>Neomarica sp. Sprague</i>
Lacistemaceae	<i>Lacistema agregatum</i> (Berg.) Rusby.
Lamiaceae	<i>Hyptis atrorubens</i> Poit.
Lamiaceae	<i>Hyptis capitata</i> Jacq.
Lamiaceae	<i>Hyptis mutabilis</i> (L. Rich) Briq.
Lamiaceae	<i>Hyptis recurvata</i> Poit.
Lamiaceae	<i>Hyptis</i> sp. Jacquin.
Lamiaceae	<i>Ocimum micranthum</i> Willd.
Lamiaceae	<i>Salvia occidentalis</i> Swartz
Lamiaceae	<i>Stachys</i> sp. L.
Lauraceae	<i>Licania</i> sp.
Lauraceae	<i>Licaria</i> sp. Aublet
Lauraceae	<i>Ocotea eucuneata</i> Luddell
Lauraceae	<i>Phoebe</i> Ness.
Lecythidaceae	<i>Grias</i> sp. L.
Liliaceae	<i>Dracaena americana</i> L.
Loganiaceae	<i>Spigelia humboltiana</i> Chan & Schlecht
Loranthaceae	<i>Phoradendron piperoides</i> (HBK) Trel.
Lythraceae	<i>Cuphea carthagenensis</i> (Jacq.) Macbride
Lythraceae	<i>Cuphea</i> sp. Adanson
Malpighiaceae	<i>Bunchosia guatemalensis</i> Niedenzu
Malpighiaceae	<i>Stigmaphyllon humboldtianum</i> (O.C.) Juss
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i> Linneo
Marantaceae	<i>Calathea microcephala</i> (Poepp. & Endl.) Koernicke
Marantaceae	<i>Calathea</i> sp. G.F.W. Meyer
Melastomaceae	<i>Bellucia grussularioides</i> Triana
Melastomaceae	<i>Bellucia</i> sp. Rafinesque
Melastomaceae	<i>Clidemia aff petiolaris</i> (Schlecht & Cham) Schlecht ex Triana
Melastomaceae	<i>Clidemia capitellata</i> var. <i>Neglecta</i> (D.Donn.) L.
Melastomaceae	<i>Clidemia octona</i> (Bonpl.) L.
Melastomaceae	<i>Clidemia</i> sp. D. Donn.
Melastomaceae	<i>Leandra dichotoma</i> (D. Donn.) Cogn in Mart
Melastomaceae	<i>Leandra mexicana</i> (Naudin) Cogn.
Melastomaceae	<i>Miconia</i> Ruiz & Pavon
Melastomaceae	<i>Topobea</i> sp. Aublet.
Meliaceae	<i>Swietenia macrophylla</i> G. King in Hook
Meliaceae	<i>Trichilia</i> sp. L.
Menispermaceae	ND
Mimosaceae	<i>Acacia</i> sp. L.
Mimosaceae	<i>Inga aff. Recordii</i> Britt. & Rose in Standl.

Mimosaceae	<i>Inga</i> sp. Willdenow
Mimosaceae	<i>Mimosa pudica</i> L.
Mimosaceae	<i>Mimosa</i> sp. L.
Mimosaceae	<i>Phitecolobium donell-smithii</i> (Britt. & Rose) Standl.
Mimosaceae	<i>Pithecolobium</i> sp. Martius
Monimiaceae	<i>Mollinedia guatemalensis</i> Perkins
Monimiaceae	<i>Siparuna nicaraguensis</i> Hemsl.
Moraceae	<i>Brosimum</i> Swartz.
Moraceae	<i>Ficus</i> sp. L.
Moraceae	<i>Pourouma aspera</i> Trécul Ann.
Moraceae	<i>Trophis racemosa</i> (L.) Urban
Moraceae	<i>Trophis</i> sp. L.
Musaceae	<i>Heliconia psittacorum</i> L.
Musaceae	<i>Heliconia</i> sp. L.
Myristicaceae	<i>Virola guatemalensis</i> (Hemsl.) Warb.
Myristicaceae	<i>Virola koschnyi</i> Warb.
Myrsinaceae	<i>Parathesis oblanceolata</i> Lundell.
Myrsinaceae	<i>Yunckeria</i> sp. Lundell
Myrtaceae	<i>Calyptantes</i> sp.
Myrtaceae	<i>Eugenia</i> sp. L.
Ochnaceae	<i>Ouratea nitida</i> (Swartz) Engler in Mart.
Ochnaceae	<i>Ouratea</i> sp. Aublet
Onagraceae	<i>Ludwigia octovalvis</i>
Phytolaccaceae	<i>Phytolacca rivinoides</i> Kunth & Bouché
Piperaceae	<i>Peperomia aff griggsii</i> C.DC.
Piperaceae	<i>Peperomia cobana</i> C. DC. In Donn. Smith
Piperaceae	<i>Peperomia crassiuscula</i> Millsp.
Piperaceae	<i>Peperomia griggsii</i> C.DC.
Piperaceae	<i>Peperomia</i> sp. L.
Piperaceae	<i>Peperomia</i> sp. Ruiz & Pavon
Piperaceae	<i>Piper aeroginosibaccum</i> Trelease Journ
Piperaceae	<i>Piper auritum</i> HBK
Piperaceae	<i>Piper psilorhachis</i> C. DC. Ann. Cogns. Jard.
Piperaceae	<i>Piper scabrum</i> Swartz.
Piperaceae	<i>Piper</i> sp. L.
Piperaceae	<i>Piper tuerckheimii</i> C. DC. Ex Donn. Smith.
Poaceae	<i>Chusquea</i> sp. Kunth. Emend.
Poaceae	<i>Coerolachis ramosa</i> (Fourn) Nash.
Poaceae	<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.
Poaceae	<i>Digitaria</i> sp. Heist.

Poaceae	<i>Hyparrhenia rufa</i> (Ness) Stapf. In Prain.
Poaceae	<i>Lasiacis divaricata</i> var. <i>divaricata</i> (L.) Hitchc.
Poaceae	<i>Lasiacis scabrior</i> A. Hitchc.
Poaceae	<i>Manisuris ramosa</i> (Fourn) Hitch.
Poaceae	<i>Olyra glaberrima</i> L.
Poaceae	<i>Orthoclada laxa</i> (L. Rich.)
Poaceae	<i>Panicum pilosum</i> Swartz.
Poaceae	<i>Paspalum conjugatum</i> Bergius
Poaceae	<i>Paspalum</i> L.
Poaceae	<i>Paspalum lentiginosum</i> J.S. Presl.
Poaceae	<i>Pennisetum purpureum</i> Schumach. Beskr.
Poaceae	<i>Scleria melaleuca</i> var. <i>pterota</i>
Poaceae	<i>Scleria</i> sp. Berg
Poaceae	<i>Urochloa plantaginea</i> (Link) R. Webster
Poaceae	<i>Zea mays</i> L.
Polygonaceae	<i>Coccoloba</i> sp. L.
Polypodiaceae	<i>Polypodium triseriale</i> Sw. J.
Rhamnaceae	<i>Belotia campbellii</i> Sprague.
Rhamnaceae	<i>Gouania lupuloides</i> (L.) Urban
Rhamnaceae	<i>Gouania</i> sp. L.
Rosaceae	<i>Hirtella panamericana</i> Swartz.
Rosaceae	<i>Hirtella paniculata</i> Swartz.
Rosaceae	<i>Hirtella racemosa</i> Lam.
Rubiaceae	<i>Alibertia edulis</i> (L. Rich) A. Rich ex DC.
Rubiaceae	<i>Alseis yucatanensis</i> Standl.
Rubiaceae	<i>Appunia guatemalensis</i> Donn-Smith.
Rubiaceae	<i>Blepharidium guatemalense</i> Standl. Journ.
Rubiaceae	<i>Borreria laevis</i> (Lam.) Griseb.
Rubiaceae	<i>Borreria ocymoides</i> (Burm.) DC.
Rubiaceae	<i>Borreria</i> sp. G.F.W. Meyer
Rubiaceae	<i>Borreria suaveolens</i> G.F.W. Meyer
Rubiaceae	<i>Borreria verticillata</i> (L.) G.F.W. Meyer
Rubiaceae	<i>Cephaelis glomerulata</i> Donn.
Rubiaceae	<i>Cephaelis tomentosa</i> (Aubl.) Vahl.
Rubiaceae	<i>Hamelia</i> sp.
Rubiaceae	<i>Hoffmannia</i> sp. Swartz.
Rubiaceae	<i>Manettia reclinata</i> L. Mant.
Rubiaceae	<i>Palicourea</i> sp. Aublet.
Rubiaceae	<i>Posoqueria latifolia</i> (Rudge) R. & S.
Rubiaceae	<i>Psychotria aff fruticetorum</i> Standl.

Rubiaceae	<i>Psychotria CF Trichotoma</i> Mart & Gal
Rubiaceae	<i>Psychotria officinalis</i> (Aubl.) Sendwith
Rubiaceae	<i>Psychotria patens</i> Swartz
Rubiaceae	<i>Psychotria pubescens</i> Swartz.
Rubiaceae	<i>Psychotria</i> sp. L.
Rubiaceae	<i>Rondeletia</i> sp. Linnaeus
Rubiaceae	<i>Spermacoce</i> L.
Rutaceae	<i>Zanthoxylum</i> sp. L.
Sapindaceae	<i>Cupania auriculata</i> Standl.
Sapindaceae	<i>Cupania</i> sp. L.
Sapindaceae	<i>Serjania</i> sp. L.
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum cainito</i> L.
Sapotaceae	<i>Pouteria</i> sp. Aubl.
Saurauiceae	<i>Sauraria</i> sp. Willdenow
Schizeaceae	<i>Schizea elegans</i>
Solanaceae	<i>Lycianthes lenta</i> (Car.) Bitter, Abh.
Solanaceae	<i>Solanum globiferum</i> Dunal in DC.
Solanaceae	<i>Solanum jamaicense</i> Miller
Solanaceae	<i>Solanum rogosum</i> Dunal in DC.
Solanaceae	<i>Solanum schlechtendalianum</i> Dunal in DC.
Solanaceae	<i>Solanum</i> sp. L.
Solanaceae	<i>Solanum torvum</i> Swartz.
Solanaceae	<i>Solanum umbellatum</i> Millerd
Sterculiaceae	<i>Ayenia pusilla</i> L.
Symplocaceae	<i>Symplocos bicolor</i> L. Wms.
Symplocaceae	<i>Symplocos</i> Jacquin
Tiliaceae	<i>Luehea</i> sp. Willdenow
Tiliaceae	<i>Luehea speciosa</i> Willd.
Tiliaceae	<i>Sloanea tuerckheimii</i> Donn. Smith.
Tiliaceae	<i>Triumfetta</i> sp. L.
Ulmaceae	<i>Ampelocera hottlei</i> Standl. Trop.
Ulmaceae	<i>Trema micrantha</i> Loureiro
Urticaceae	<i>Rousselia humilis</i> (Swartz) Urban
Verbenaceae	<i>Aegiphila</i> sp.
Verbenaceae	<i>Lantana hispida</i> HBK
Verbenaceae	<i>Lantana</i> sp. L.
Verbenaceae	<i>Priva lappulaceae</i> (L.) Pers.
Verbenaceae	<i>Stachitapheta cayennensis</i> (L. Rich) Vahl
Violaceae	<i>Rinorea guatemalensis</i> (Wats.) Bartlett
Vochysiaceae	<i>Vochysia guatemalensis</i> Donn. Smith.

Vochysiaceae	<i>Vochysia hondurensis</i> Standl.
Zingiberaceae	<i>Costrus cangestus</i> Rowlee
Zingiberaceae	<i>Costus pulverulentus</i> Presl.
Zingiberaceae	<i>Costus</i> sp. L.
Zingiberaceae	<i>Elettaria cardamomum</i>

Rafael Carlos Ávila Santa Cruz

Autor

M. Sc. Carlos Enrique Avendaño Mendoza

Asesor

Lic. Julio Enrique Morales Can

Asesor

Licda. Roselvira Barillas de Klee

Revisora

Lic. José Fernando Díaz Coppel

Director Escuela de Biología

M. Sc. Gerardo Leonel Arroyo Catalán

Decano