



Solutions for environment and development  
Soluciones para el ambiente y desarrollo

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL  
DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA

ESCUELA DE POSGRADO

**Identificación y caracterización de tipos de bosque y su relación con  
variables ambientales, en un paisaje fragmentado al Norte de  
Honduras**

por

Lilia Suyapa Doblado Amador

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

*Magister Scientiae* en Manejo y Conservación de  
Bosques Tropicales y Biodiversidad

Turrialba, Costa Rica, 2011

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


**MAGISTER SCIENTIAE EN MANEJO Y CONSERVACIÓN DE  
BOSQUES TROPICALES Y BIODIVERSIDAD**

**FIRMANTES:**




---

Bryan Finegan, Ph.D.  
**Consejero Principal**




---

Diego Delgado, M.Sc.  
**Miembro Comité Consejero**



---

Nelson Zamora, M.Sc.  
**Miembro Comité Consejero**

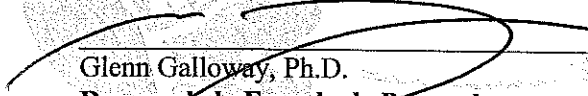


---

Ciro Navarro, M.Sc.  
**Miembro Comité Consejero**


---

Sergio Velásquez, M.Sc.  
**Miembro Comité Consejero**



---

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



---

Liffa Suyapa Doblado Amador  
**Candidata**

“En la década de los años setenta, visité por primera vez Texíguat, en aquel entonces no existía el Sistema de Áreas Protegidas en nuestro país, ni mucho menos planes de manejo de bosques latifoliados...Si tuviéramos una fotografía aérea de ese entonces y la comparáramos con una de la actualidad nos damos cuenta que la mayoría de vegetación primaria entre la Reserva Biológica Lancetilla (RBL) y la zona de amortiguamiento de Texíguat, (Campo nuevo, San José de Texíguat, Cabeza de Negro) ha desaparecido, quedando áreas fraccionada por pequeños parches de bosque, lo cual queda evidenciado en este trabajo de investigación. Lo encontrado y a la vez observado en RBL, nos ubica en una posición bastante delicada ya que somos un gran parche aislado entre Texíguat y Pico Bonito. Pero este estudio nos da la oportunidad de tomar los criterios de grandes botánicos, Dr. John Pipoly y el Dr. Nelson Zamora, que reconocen la importancia de la flora que hay en estas áreas de conectividad... nos alienta saber que toda la red de agua que alimenta el corredor de Tela-Progreso proceden de estas áreas y nos da la esperanza y alternativa que la vegetación se puede mantener pero también la alternativa de unificar los parches mediante la restauración de vegetación por medio de sistemas agroforestales, plantaciones forestales, sistemas silvopastoriles, conservación de microcuencas y así permitir el flujo de especies de flora y fauna, y no permitir que nuestra área protegida este aislada. ¿Qué hacer, ahora? este estudio no debe estar almacenado en una biblioteca, sino incidir en la autoridades locales y regionales, proyectos (PROCORREDOR), sistemas de áreas protegidas, sistemas de protección de cuencas hidrográficas, proyectos de cooperación, y por último, que sea una base para seguir investigando. El JBL será el ente encargado de incidir para utilizar está herramienta de conservación, en la cual el equipo técnico de nuestra institución formamos parte”.

**Ciro Ahmed Navarro**

**Director JBL/ESNACIFOR**

## **DEDICATORIA**

A mi familia, al Jardín Botánico Lancetilla y

A los bosques, en que trabajamos y dormíamos, porque nos dejaron salir de ellos.

...Y a nosotros dos también, por tanto que ganamos y perdimos durante tantos años...

## **AGRADECIMIENTOS**

A los organismos y personas que han financiado mi estadía y estudios en CATIE; familia Dillingham (USA), Posgrado CATIE, Proyecto FINNFOR, Organización Internacional de Maderas Tropicales (OIMT) y Jardín Botánico Lancetilla (JBL)/ a través de fondos del Proyecto PROCORREDOR-Honduras.

A cada uno de los integrantes del comité asesor por su desmedido apoyo, en especial al Profe Bryan y a Diego. A todos los colaboradores, en Honduras; con cariño al Ing. Ciro Ahmed Navarro. En la realización del diseño de muestreo, al Lic. Johnny Pérez e Ing. Jorge Gómez de ESNACIFOR. Al Botánico N. Zamora, por su viaje al JBL para la identificación botánica, Zoila Ávila, José Linares, Wilson Zúñiga por su apoyo también en la identificación. En CATIE a todos los que hacen posible el proceso, Don Hugo Brenes y a Sergio Vilchez, en el cálculo y análisis de datos, a Sergio por ser un asesor más de esta tesis.

Al equipo de trabajo (Los incachables) del JBL, por el duro pero gratificante trabajo de campo, nos denominábamos de diferentes nombres compartíamos y sobrevivíamos en los arduos días en que trabajamos. En especial, a Wendy Cerrato, y a vos Cirito, gracias por tu invaluable apoyo para este estudio y haber compartido “la etapa CATIE” conmigo.

Asimismo, a cada uno de los guías locales y familias que nos acogían en el proceso. A instituciones que brindaron apoyo, FUNDACION PROLANSATE, ICF Tegucigalpa y Yoro.

A mi padre por orientarme a seguir su carrera, en la cual cada día quiero desarrollarme más, a mi madre, abuela y hermanas que me soportan y aman.

A los compañeros de Maestría, en especial a los boscos@s, por compartir tantos momentos personales, de trabajo y experiencias multiculturales, en este País Pura Vida.

# CONTENIDO

DEDICATORIA .....	IV
AGRADECIMIENTOS .....	V
CONTENIDO .....	VI
RESUMEN .....	VIII
SUMMARY .....	IX
ÍNDICE DE CUADROS .....	XI
ÍNDICE DE FIGURAS .....	XII
LISTA DE UNIDADES, ABREVIATURAS Y SIGLAS .....	XIII
1 INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 Objetivos del estudio .....	2
<i>1.1.1 Objetivo general</i> .....	2
<i>1.1.2 Objetivos específicos</i> .....	2
2 MARCO CONCEPTUAL .....	3
2.1 Destrucción y fragmentación de hábitat .....	3
2.2 Manejo del paisaje para la conservación .....	3
2.3 Identificación y caracterización de tipos de bosque .....	4
2.4 Estructura, composición y diversidad arbórea .....	5
<i>2.4.1 Índices de diversidad</i> .....	5
2.5 Variables ambientales y su influencia en la determinación de tipos de bosque para conservación .....	6
<i>2.5.1 Variable ambiental: altitud y clima</i> .....	7
<i>2.5.2 Variable ambiental: suelo</i> .....	8
<i>2.5.3 Perturbaciones naturales</i> .....	10
3 MATERIALES Y MÉTODOS .....	11
3.1 Descripción del área de estudio .....	11
3.2 Diseño de muestreo.....	13
<i>3.2.1 Elaboración de mapas preliminares</i> .....	13
<i>3.1.2 Establecimiento de parcelas temporales de muestreo</i> .....	16
3.2 Análisis de datos .....	18

3.2.1	<i>Identificación y caracterización de comunidades</i>	18
3.2.2	<i>Determinación y comparación de la estructura, composición y diversidad de los tipos de bosque</i>	19
3.2.3	<i>Relación de los tipos de bosque con las variables ambientales</i>	20
4	RESULTADOS	22
4.1	Resultados generales	22
4.2	Identificación y caracterización de comunidades	23
4.3	Descripción de los tipos de bosque encontrados	27
4.4	Comparación de los tipos de bosque por sus variables de estructura, composición y de diversidad arbórea	30
4.2	Relación de los tipos de bosque y las variables ambientales	33
4.2.1	<i>Correlación entre variables ambientales</i>	33
4.2.2	<i>Variación de la composición arbórea con las variables ambientales</i>	35
4.2.3	<i>Autocorrelación espacial: composición arbórea y variables ambientales</i>	36
5	Discusión	37
5.1	Caracterización general	37
5.2	Relación de tipos de bosques con las variables ambientales	40
5.3	Variación de la composición arbórea con las variables ambientales	41
6	CONCLUSIONES	42
7.	Recomendaciones	43
8.	BIBLIOGRAFÍA	44
	ANEXOS	50

## RESUMEN

La fragmentación de bosques naturales es evidente en la región centroamericana, y muchas comunidades o tipos de bosque, se están perdiendo sin haber sido identificados y/o caracterizados. Las herramientas ecológicas, tales como el conocimiento de las comunidades arbóreas, son parte del manejo sostenible y manejo de paisajes, por lo que pueden ser utilizadas para una adecuada planificación, ordenamiento y estrategias de conservación. El siguiente trabajo pretende contribuir a la conservación de la biodiversidad en una sección, de la propuesta de Corredor Biológico del Caribe Hondureño, a través de la identificación y caracterización de tipos de bosque y su determinación y relación con variables ambientales de clima, elevación y suelo. Dentro de la zona se seleccionaron parches de bosque latifoliado poco intervenidos con área mayor a 5 ha donde se establecieron parcelas temporales de muestreo de 0.25 ha para la medición arbórea.

En las 30 parcelas establecidas se midió los árboles  $\geq 30$  cm dap y palmas  $\geq 5$  cm dap. Las parcelas se ubicaron a lo largo de un gradiente altitudinal y dos tipos de suelo, se midieron 758 individuos, representados en 189 especies de árboles y palmas, agrupadas en tres tipos de bosque, a través de análisis multivariados. Los tres tipos de bosque identificados; fueron denominados como bosque húmedo a elevaciones bajas y altas (BHB de *Tetrorchidium* y *Attalea*, BHA de *Virola guatemalensis*), y un bosque seco a elevaciones bajas (BSB de *Brosimum* y *Astronium*). Los tres tipos de bosques se compararon estadísticamente para las variables de riqueza, composición, estructura e índices de diversidad  $\alpha$  Fisher, Shannon y Simpson. También, se correlacionaron las variables ambientales estudiadas entre sí. Además, las variables ambientales se compararon entre los tipos de bosque, obteniendo que los bosques se diferencian significativamente para todos los elementos del suelo, el clima y la elevación. Para explorar la variación de la composición arbórea, con las variables ambientales (clima, elevación y suelo) se realizaron técnicas de coordenadas principales con matrices de proximidad, análisis de ordenación y redundancia canónica, obteniendo que la distancia geográfica (22%), variables de suelo (14%), clima (11%) en este orden, explican la composición arbórea de la comunidad estudiada. La autocorrelación espacial entre pares de parcelas con respecto a la composición arbórea y variables ambientales, se estudió mediante correlogramas multivariados de Mantel, los que indicaron que en general, las variables de clima no mostraron relación entre pares de parcelas en ninguna clase de distancia. La



composición arbórea y elevación presentaron similares tendencias, conforme aumentó la distancia, perdiéndose la correlación hasta una distancia aproximada de 16 km. En cuanto a las variables de suelo mostraron correlación positiva en las tres primeras clases de distancia, indicando que pares de parcelas son similares en factores químicos y físicos del suelo hasta una distancia aproximada de 700 metros.

Esta investigación representa un trabajo pionero para el área de estudio, además, pretende ser una base metodológica para la identificación y caracterización de tipos de bosque y una herramienta sólida para la gestión, planificación sistemática, diseño de Corredores Biológicos y conservación de la biodiversidad en el Caribe Hondureño.

Palabras Clave: Bosques Naturales; Clasificación; Conservación de la naturaleza; Factores ambientales; Suelo; Centroamérica; Corredor Biológico del Caribe Hondureño.

## **SUMMARY**

Natural forest fragmentation is evident in Central America, and many communities or forest types are being lost without being identified and/or characterized. The ecological tools such as knowledge of tree communities are part of sustainable management and of landscape management, so they can be used for proper planning, management and conservation strategies. The following paper aims to contribute to the conservation of biodiversity in a section of the proposed Honduran Caribbean Biological Corridor through the identification and characterization of forest types and their determination and their relation to environmental variables of climate, elevation and soil. In the study area patches of broadleaf forests having little intervention and an area greater than 5 ha were selected, where temporary sampling plots (0.25 ha) were established for measuring trees.

In 30 plots established measurements were made on trees  $\geq 30$  cm dbh and palms  $\geq 5$  cm dbh. The plots were located along an altitudinal gradient with two soil types; we measured 758 individuals, representing 189 species of trees and palms grouped into three types of forest, using multivariate analysis. The three forest types were identified as moist forest at low and high elevations (BHB of *Tetrorchidium* and *Attalea*, BHA of *Virola guatemalensis*) and a dry forest at a lower elevation (BSB of *Brosimum* and *Astronium*). The three forest types were

compared statistically for the variables of richness, composition, structure and Fisher  $\alpha$  diversity indices, Shannon and Simpson. Also, environmental variables studied were correlated with each other. In addition, environmental variables were compared among forest types, concluding that the forests are significantly different for all elements of soil, climate and elevation. To explore the variation in tree composition with the environmental variables (climate, elevation and soil), we used the new spatial analysis method of principal coordinates of neighbor matrices PCNM, and canonical redundancy analysis. Results showed that geographic distance (22%), soil variables (14%) and climate variables (11%) explain the tree composition of the community studied. Spatial autocorrelation between pairs of sites with respect to the tree composition and environmental variables were studied by multivariate Mantel correlograms, which indicated that in general the climate variables showed no relationship between pairs of plots over any kind of distance.

Tree composition and elevation have similar trends as distance increased, the correlation diminished to a distance of approximately 16 km. As for soil variables, they showed a positive correlation in the first three distance classes, indicating that some plots are similar in chemical and physical factors of soil to a distance of 700 meters.

This research represents a pioneering work for the study area as well as striving to serve as a methodological basis for the identification and characterization of forest types and a sound tool for the management, systematic planning and design of biological corridors and conservation of biodiversity in the Honduran Caribbean.

Key words: Natural Forest, Classification, Nature conservation, environmental factors: soil, Central America, Honduran Caribbean Biological Corridor.

# ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1. DIEZ ESPECIES CON MAYOR VALOR DE IVI, PARA CADA UNO DE LOS TRES TIPOS DE BOSQUE IDENTIFICADOS. ....	24
CUADRO 2. LISTA DE LAS ESPECIES INDICADORAS PARA LOS TRES TIPOS DE BOSQUE, ORDENADAS POR SU VI ( $\alpha \leq 0.05$ ) .....	25
CUADRO 3. DIFERENCIAS DE MEDIAS Y SUS ERRORES ASOCIADOS PARA LAS VARIABLES DE RIQUEZA Y DIVERSIDAD A NIVEL DE LAS ESPECIES ARBÓREAS CON DAP > 30 CM. COMPARACIONES REALIZADAS A TRAVÉS DE LA PRUEBA DE COMPARACIÓN DE MEDIAS LSD FISHER. LETRAS DISTINTAS INDICAN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS CON UN $p < 0.05$ . LOS ÍNDICES DE DIVERSIDAD SE TRABAJARON CON UNA TRANSFORMACIÓN A RANGO, LAS MEDIAS ORIGINALES SON PRESENTADAS ENTRE PARÉNTESIS.....	31
CUADRO 4. DIFERENCIAS DE MEDIAS Y SUS ERRORES ASOCIADOS PARA LAS VARIABLE ESTRUCTURA DE NÚMERO DE INDIVIDUOS/HA (POR CLASE DIAMÉTRICA) A NIVEL DE TODA LA COMUNIDAD ARBÓREA DAP >30 CM. COMPARACIONES REALIZADAS A TRAVÉS DE LA PRUEBA LSD FISHER. LETRAS DISTINTAS INDICAN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS CON UN $p < 0.05$ . LAS CLASES DIAMÉTRICAS SE TRANSFORMARON A RANGO, LAS MEDIAS ORIGINALES SE PRESENTAN ENTRE PARÉNTESIS. ....	32
CUADRO 5. <i>DIFERENCIAS DE MEDIAS Y SUS ERRORES ASOCIADOS PARA LAS VARIABLE ESTRUCTURA DE ÁREA BASAL (<math>AB M^2</math>)/HA (POR CLASE DIAMÉTRICA) A NIVEL DE TODA LA COMUNIDAD ARBÓREA CON DAP &gt;30 COMPARACIONES REALIZADAS A TRAVÉS DE LA PRUEBA LSD FISHER. LETRAS DISTINTAS INDICAN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS CON UN <math>p &lt; 0.05</math>. LAS CLASES DIAMÉTRICAS SE TRANSFORMARON A RANGO, LAS MEDIAS ORIGINALES SE PRESENTAN ENTRE PARÉNTESIS. ....</i>	32
CUADRO 6. DIFERENCIAS DE MEDIAS Y SUS ERRORES ASOCIADOS PARA LAS VARIABLES AMBIENTALES. COMPARACIONES REALIZADAS A TRAVÉS DE LA PRUEBA LSD FISHER. LETRAS DISTINTAS INDICAN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS CON UN $p < 0.05$ . LAS VARIABLES DE TEXTURA (ARENA, LIMO Y ARCILLA), PENDIENTE Y PH SE TRABAJARON CON LOS DATOS ORIGINALES. LAS VARIABLES DE Fe, Cu, P MO, N, Y LA ELEVACIÓN SE TRABAJARON CON UNA TRANSFORMACIÓN A RANGOS. LAS VARIABLES Ca, Mg, Zn, K, Mn, PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA SE TRATARON COMO NO PARAMÉTRICAS, Y SU COMPARACIÓN SE REALIZÓ A TRAVÉS DE LA PRUEBA KRUSKAL WALLIS. LAS MEDIAS ORIGINALES SE PRESENTAN ENTRE PARÉNTESIS.....	34
CUADRO 7. COEFICIENTES DE DETERMINACIÓN OBTENIDOS DEL RDA PARA CADA UNA DE LAS MATRICES AMBIENTALES. SE PRESENTA LA VARIANZA TOTAL DE CADA MATRIZ, LAS INTERACCIONES Y LA CONTRIBUCIÓN ÚNICA.....	35
CUADRO 8. <i>COEFICIENTE DE CORRELACIÓN, ANÁLISIS DE CORRELOGRAMA R DE MANTEL. SE PRESENTAN EN NEGRITA, LAS CORRELACIONES SIGNIFICATIVAS (<math>p &lt; 0.05</math>).....</i>	61

# ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. MAPA DE UBICACIÓN ÁREA DE ESTUDIO .....	11
FIGURA 2. MAPA DE DISTRIBUCIÓN RANGOS DE ELEVACIÓN EN LA ZONA DE ESTUDIO .....	15
FIGURA 3. AGRUPACIÓN DE LAS PARCELAS EN FUNCIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE ESPECIES Y SU IVI. EL DENDROGRAMA MUESTRA LOS TRES TIPOS DE BOSQUE IDENTIFICADOS.....	23
FIGURA 4. ORDENACIÓN DE LAS PARCELAS EN EL ESPACIO MULTIDIMENSIONAL DE LAS ESPECIES PARA LA ASOCIACIÓN DE LOS TIPOS DE BOSQUES IDENTIFICADOS. SE MUESTRAN ÚNICAMENTE LOS CÓDIGOS DE LAS ESPECIES INDICADORAS PARA CADA BOSQUE. AMYRIS SP. (AMYRSP), ASTRONIUM GRAVEOLENS (ASTNGR), ATTALEA BUTYRACEA (ATTABU), BROSIMUM SP1. (BROSSP), BURSERIA SIMARUBA (BURSSI), CALYCOPHYLLUM CANDIDISSIMUM (CALCCA), DIALIUM GUIANENSE (DIALGU), HIERONYMA ALCHORNOIDES (HIERAL), LUEHEA CANDIDA (LUEHCA), LONCHOCARPUS SP2. (LONCO2), LYSILOMA SP1. (LYSISP), VIROLA GUATEMALENSIS (VIROGU).....	26
FIGURA 5. <i>MAPA DE UBICACIÓN DE LAS 30 PARCELAS TEMPORALES DE MUESTREO ESTABLECIDAS (0.25), UBICADAS A LO LARGO DE UN GRADIENTE ALTITUDINAL. LAS PARCELAS SON PRESENTADAS TAMBIÉN POR EL GRUPO O TIPO DE BOSQUE IDENTIFICADO.....</i>	29
FIGURA 6. CURVA DE RAREFACCIÓN DE ESPECIES, PARA LOS TRES TIPOS DE BOSQUE IDENTIFICADOS.....	30
FIGURA 7. DISTRIBUCIÓN PROMEDIO PARA LAS CLASES DIAMÉTRICAS QUE PRESENTARON DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS A TRAVÉS DE LA PRUEBA LSD FISHER. LETRAS DISTINTAS INDICAN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS CON UN $P < 0.05$ , (A) N/HA, (B) AB/HA. LAS CLASES DIAMÉTRICAS SE TRABAJARON CON UNA TRANSFORMACIÓN A RANGO, SE GRAFICAN AQUÍ LAS MEDIAS ORIGINALES .....	33
FIGURA 8. COEFICIENTES DE AUTOCORRELACIÓN ESPACIAL DE PARES DE PARCELAS DE BOSQUE PARA 14 DISTANCIAS (M) CLASES DE DISTANCIA GEOGRÁFICA. EJE X (DISTANCIAS EN M) LOS PUNTOS NEGROS, EN CADA SERIE CORRESPONDEN A CORRELACIONES SIGNIFICATIVAS ( $P < 0.05$ ), Y PUNTOS TRANSPARENTES CORRESPONDEN A CORRELACIONES NO SIGNIFICATIVAS. ....	36

## **LISTA DE UNIDADES, ABREVIATURAS Y SIGLAS**

**AFE-COHDEFOR:** Administración Forestal del Estado-Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal

**AP:** Área Protegida

**CB:** Corredor Biológico

**CBC:** Corredor Biológico del Caribe Hondureño

**CBM:** Corredor Biológico Mesoamericano

**cm:** Centímetros

**dap:** Diámetro altura del pecho (1.30 m)

**ESNACIFOR:** Escuela Nacional de Ciencias Forestales

**FAO:** Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación

**ha:** Hectárea

**ICF:** Instituto de Conservación Forestal de Honduras

**IVI:** Índice de Valor de Importancia

**JBL:** Jardín Botánico y Centro de Investigación Lancetilla

**m:** Metros

**MINAE:** Ministerio de Ambiente y Energía de Costa Rica

**mm:** Milímetros

**msnm:** Metros sobre nivel del mar

**PN:** Parque Nacional

**PPM:** Parcela Permanente de Muestreo

**RBL:** Reserva Biológica Lancetilla

**SERNA:** Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente de Honduras

**SIG:** Sistema de Información Geográfica

**SINAC:** Sistema Nacional de Áreas de Conservación de Costa Rica

**UICN:** Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

# 1 INTRODUCCIÓN

En la actualidad el planeta Tierra sufre cambios sin precedentes, debidos a la destrucción de los ecosistemas, lo que conlleva a la degradación y fragmentación en el paisaje, es decir, formación de remanentes de bosques naturales de tamaños y formas variables (Bennett 2004, Kattan 2002), que repercute directamente en la sostenibilidad de los ecosistemas naturales.

Las Áreas Protegidas (AP), Corredores Biológicos (CB) y rutas de conectividad ecológicas; constituyen estrategias eficaces de conservación. Sin embargo, y en general han sido aceptados e implementados con poca información que guíe su diseño, ubicación y manejo (Bennett 2004, UICN 2008). Tal es el caso, que no siempre existe suficiente información sobre las características y requisitos de hábitat de las especies y las comunidades, sobre el uso potencial que ellas hacen de estos y, sobre la escala de sus desplazamientos y los factores que lo limitan o favorecen (Bennett 2004). A nivel de territorio una estrategia clave para la conservación consiste en la identificación, caracterización y mapeado de comunidades naturales, mismas que contienen en sí la mayoría de especies y es un aspecto imprescindible de información para el manejo (SINAC 2007).

En Honduras, los esfuerzos de conservación de la biodiversidad se han concentrado en las AP y particularmente en sus zonas núcleo, resultando así en una degradación gradual de las zonas de amortiguamiento y del paisaje circundante, muchas de las comunidades pueden estarse perdiendo aun sin ser estudiadas (SERNA *et al.* 2001). Además, se estima que en Honduras, el 88% del territorio es de vocación forestal, sin embargo, actualmente la cubierta forestal se encuentran en un rango de 41 a 51% debido a las altas tasas de deforestación (entre 86,000 a 156,000 ha año<sup>-1</sup>) (FAO 2007, AFE-COHDEFOR 2007). En el bosque latifoliado las causas principales de esta degradación son la expansión de la frontera agrícola tradicional, la ganadería extensiva y el cultivo de café sin manejo adecuado (AFE-COHDEFOR 2006).

En esta investigación, se identificaron y caracterizaron tipos de bosque al Norte de Honduras, y su relación con variables ambientales de clima, elevación y suelo. Se ubicó como área de estudio, una propuesta de red de conectividad ecológica dentro del Corredor Biológico del

Caribe Hondureño (CBC). Debido a los vacíos de información en conservación en la zona de estudio, este proyecto se considera importante para el establecimiento de estrategias de la conservación de biodiversidad, ya que la identificación, caracterización y el mapeo de los tipos de bosques naturales, es un componente fundamental y representa una fuerte herramienta para planificación, ordenamiento territorial y manejo sostenible de la biodiversidad. Adicionalmente puede ser utilizada por los tomadores de decisiones, para reducir así el número de conflictos futuros relacionados con la conservación de la biodiversidad.

## **1.1 Objetivos del estudio**

### **1.1.1 Objetivo general**

- Contribuir a la conservación de la biodiversidad en la zona de estudio, a través de la identificación y caracterización de tipos de bosque y su determinación y relación con variables ambientales.

### **1.1.2 Objetivos específicos**

- Identificar y caracterizar tipos de bosque en la zona de estudio, en términos de su estructura, composición, diversidad arbórea.
- Determinar y comparar la relación de tipos de bosque con variables ambientales de clima, elevación y suelo.

## **2 MARCO CONCEPTUAL**

### **2.1 Destrucción y fragmentación de hábitat**

La destrucción de hábitat reduce el área total, a la vez, el área remanente es fragmentada provocando directamente pérdida de biodiversidad. Por lo que surge la necesidad de evaluar y monitorear los remanentes de bosque en áreas prioritarias para la conservación en diferentes escalas (Noss 1990).

En sí, la fragmentación puede considerarse como la transformación del paisaje por actividades humanas, dando como resultado la creación de un paisaje conformado por parches de ecosistemas naturales (Kattan 2002). Los bosques tropicales contienen más de la mitad de la diversidad mundial de especies y actualmente su transformación, debido principalmente a la deforestación es causante de la pérdida en diversidad de estos ecosistemas (Kattan 2002). Tres componentes claves hay en el proceso de fragmentación (Bennett 2004):

- Pérdida general de hábitat.
- Disminución en el tamaño de los segmentos restantes después del fraccionamiento del ecosistema natural.
- Mayor aislamiento de los ecosistemas naturales.

### **2.2 Manejo del paisaje para la conservación**

Una conservación exitosa requiere de un enfoque a nivel de paisaje y a nivel regional (Finegan y Bouroncle 2008). La conservación de la biodiversidad en grandes territorios se enfoca en mantener, restaurar y crear conectividad entre los hábitats naturales, enfocando esfuerzos no solo en remanentes naturales mejor conservados, si no que, enfocarse primordialmente hacia los ambientes dominados por la actividad humana (Ochoa 2008). Harvey (2008), detalla que el “paisaje rural” cubre gran parte de la región mesoamericana, específicamente designa “paisaje rural”; como la fracción de suelos cultivable aun sin edificaciones en la cual la calidad de los ecosistemas puede ser fuertemente alterada por la población humana.



Las actividades de conservación que toman en consideración el manejo integral del paisaje, además de proporcionar beneficios inmediatos, generan bienestar ambiental a largo plazo (Ochoa 2008). La distribución de comunidades naturales de biodiversidad no obedece a límites políticos entre Estados, regiones o países, por lo que las propuestas de manejo de AP deben considerar la extensión total de los remanentes de bosque desde una perspectiva de paisaje (Ochoa 2008).

### **2.3 Identificación y caracterización de tipos de bosque**

La identificación, caracterización y entendimiento de las comunidades o tipos de bosque; es base para el manejo y conservación de la diversidad (Finegan y Bouroncle 2008). Sin embargo, a pesar de que existen muchos estudios y décadas de investigación con el fin de identificar y delimitar tipos de bosques en el neotrópico, el conocimiento que aun se tiene sigue siendo limitado y se necesitan más esfuerzos en este sentido (Berry 2002).

El concepto de comunidad se puede definir como un grupo de poblaciones de especies en el mismo tiempo y espacio (Begon *et al.* 1996). A su vez, una población es un conjunto de individuos de la misma especie. Según Finegan *et al.* (2001), la mayoría de estudios de diversidad se basan en el estudio de especies, pero se ha incrementado y enfatizado el estudio a nivel de comunidad.

La medición de la diversidad se ha centrado en busca de parámetros para caracterizarla en zonas aisladas y como entornos neutros. Sin embargo, esto no es así, en cada unidad geográfica en cada paisaje, se encuentra un número variable de comunidades (Moreno 2001). Por esta razón, para el entendimiento de la diversidad a diferentes escalas espaciales, es decir a una escala local a decenas de hectáreas, con una escala regional a cientos de miles de hectáreas, es útil dividir la diversidad en sus tres componentes, alfa, beta y gamma (Moreno 2001, Berry 2002, Halffler y Moreno 2005).

La diversidad alfa o diversidad local provee información de las especies y se asocia con factores ambientales locales y con las interacciones entre poblaciones (en particular la

competencia interespecífica), la diversidad beta, es la tasa de cambio de la diversidad entre distintas comunidades y está ligada con factores tales como la distancia (en el espacio y en el tiempo) entre los muestreos y la heterogeneidad ambiental y la diversidad gamma se refiere a la diversidad global de una región y es la suma de la diversidad alfa y beta (Moreno 2001, Berry 2002, Halffler y Moreno 2005).

## **2.4 Estructura, composición y diversidad arbórea**

La estructura, composición y diversidad arbórea son características frecuentes y útiles usadas para describir y comparar tipos de bosques, a través de la evaluación de estas características, se puede conocer el estado, distribución actual, así como información base para entender relaciones y modelar cambios a futuro de tipos de bosques a escala paisaje. Lo anterior, con el fin de obtener herramientas sobre su conservación y manejo (Matteucci y Colma 1982, Finegan *et al.* 2001, Louman *et al.* 2001, Moreno 2001).

En el estudio de la estructura florística hay que reconocer sus dos componentes; estructura vertical y horizontal (Louman *et al.* 2001), la estructura vertical, se relaciona con la distribución de organismos a lo alto de su perfil y la estructura horizontal mide el número de individuos, área basal y sus distribuciones por clase diámetrica, en base al dap (Louman *et al.* 2001).

En cuanto a la composición de un bosque, se puede definir a través de la identificación de familias, géneros y especies presentes medidos a través de la riqueza (Moreno 2001). La diversidad es explicada en sus tres formas (alfa, beta y gamma) y medida a través de índices.

### **2.4.1 Índices de diversidad**

Existen una variedad de índices, para estimar y calcular la diversidad, pero cabe recordar que la diversidad biológica es el resultado de procesos ecológicos e históricos complejos. Los índices de diversidad, resumen mucha información en un solo valor y permiten hacer comparaciones rápidas y sujetas a comprobación estadística entre la diversidad de distintos hábitats o la diversidad de un mismo hábitat a través del tiempo, índices con frecuencia usados son el de Shannon-Wiener y el de Simpson (Magurran 1988). Los valores de índices como el de Shannon-Wiener para un conjunto de muestras se distribuyen

normalmente, por lo que son susceptibles de analizarse con pruebas paramétricas robustas como los análisis de varianza. Además, asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra, expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra, y mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Magurran 1988).

Los índices basados en la dominancia son parámetros inversos al concepto de uniformidad o equidad de la comunidad. Toman en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución del resto de las especies. Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Magurran 1988). En cuanto a la diversidad beta, a diferencia de las diversidades alfa y gamma que pueden ser medidas fácilmente en función del número de especies, la medición de la diversidad beta es de una dimensión diferente porque está basada en proporciones o diferencias (Moreno 2001). Índice similitud, disimilitud o distancia, índice de reemplazo de especies e índices de complementaridad (Moreno 2001).

## **2.5 Variables ambientales y su influencia en la determinación de tipos de bosque para conservación**

Para describir tipos de bosque, además de características de composición y estructura también se puede usar variables ambientales bajo las cuales ciertas características estructurales y florísticas tienden a ocurrir (Matteucci y Colma 1982, Finegan *et al.* 2001). Los diferentes tipos de bosque, son resultante de la acción de los factores ambientales sobre el conjunto de interacción de las especies que lo cohabitan en un espacio continuo (Matteucci y Colma 1982). Asimismo, Scatena (2002) recalca el dinamismo ambiental en la formación del paisaje tropical y la estructura del bosque, y que ambos procesos son dependientes de la escala de observación. A la vez, las jerarquías, gradientes ambientales y regímenes de perturbación son conceptos útiles para identificar escalas espacio-temporal.

### 2.5.1 Variable ambiental: altitud y clima

Las variables climáticas tales como precipitación y temperatura, se consideran factores básicos para la caracterización de tipos de bosque (Lamprecht 1990).

Gentry (1988), basado en el establecimiento de 97 parcelas (midiendo cada planta  $dap \geq 2.5$  cm) de 0.1-ha en 25 países de 6 continentes y parcelas de 1 ha en la Amazonía, y comparaciones con literaturas de estudios similares, obtuvo una serie de resultados entre la composición, estructura y diversidad florística y su relación con variables ambientales, entre estos:

- En cuanto a la diversidad de especies de plantas de tierras bajas del neotrópico esta está relacionado y tiende a ser mayor cuando aumenta la precipitación. La relación de la diversidad con factores edafológicos es menos clara.
- Existen diferencias entre las especies entre sitios, pero las familias representadas y su diversidad es altamente predecible con los parámetros ambientales, entre las familias, que contribuyen a la riqueza de las especies en diferentes comunidades de plantas, están 11 familias: Leguminosae, Lauraceae, Annonaceae, Rubiaceae, Moraceae, Myristicaceae, Sapotaceae, Meliaceae, Palmae, Euphorbiaceae, y Bignoniaceae.
- Los bosques tropicales equivalentes en los tres continentes (Asia, Australia y América) son similares en cuanto a la riqueza de especies de plantas (con muy pocas excepciones notables) y en la composición florística, pero son muy diferentes en su estructura. Asimismo, ciertos aspectos de su diversidad son generados y mantenidos estocásticamente.
- En un gradiente altitudinal entre los 1500 msnm hasta encima de los 3000 msnm, en los Andes tropicales existe una aguda disminución en la diversidad (Gentry 1988).

En un estudio realizado en Costa Rica, Murrieta *et al.* (2007), identificaron cinco tipos de bosques dentro del Corredor Biológico Volcánica Central Talamanca. Los tipos de bosques, se distribuyeron en relación con tipos de suelo, pendiente y rangos de elevación. Se realizó un análisis discriminante canónico, en donde se encontró que la altitud fue la variable más importante y con más peso discriminante que determina la variación en los tipos de bosque identificados.

Asimismo, estudios realizados por Lieberman *et al.* (1996) y Vásquez *et al.* (1998) obtuvieron resultados similares. Lieberman *et al.* 1996, estudió la estructura y composición a lo largo de un gradiente altitudinal en el Atlántico de Costa Rica, en 14 parcelas permanentes de muestreo (PPM), 11 PPM de 1 ha y 3 PPM de 4 ha, en un total de 23.4 ha midiendo toda planta  $\geq 10$  cm de diámetro altura de pecho (dap), reportando un total de 561 especies en 91 familias, el rango de altitud se estableció entre 30 msnm a 2600 msnm cerca de la cima. La diversidad más alta se encontró a los 300 m, por arriba y debajo de esta altitud en la diversidad florística existió un detrimento, pero la diversidad más baja se obtuvo cerca de la cima.

A la vez, Vásquez *et al.* (1998), en un gradiente altitudinal de bosque estacional seco a bosque nublado en Jalisco México, estudiaron la composición, estructura y diversidad de plantas en un transecto de 1000 msnm, rango de estudio 1500 msnm a 2500 msnm en parcelas de 0.1 ha, estudiado y midiendo cada 100 m de intervalo de elevación las especies de árboles, lianas, arbustos hierbas, epifitas, entre otras, con un dap  $\geq 2.5$  cm, la riqueza de especies decreció rápidamente con la altitud. Las hierbas, arbustos y lianas mostraron el más alto grado de decline en el número de especies con el aumento de la altitud, pudiendo deberse, a la apertura de claros y a proceso de disturbios, árboles siempreverdes se encontraron en mayores altitudes. En general el número promedio de especies declinó de 134 en los 1500 msnm a 43 especies en 2500 msnm (Vásquez *et al.* 1998).

### **2.5.2 Variable ambiental: suelo**

A escalas pequeñas, la variación en la distribución y abundancias de especies, principalmente en plantas se puede relacionar con factores edáficos, como la composición química y física del suelo así como modificaciones que pueden sufrir las propiedades del suelo por su posición espacial (por ejemplo la pendiente) (Clark 2002). Gentry (1988), cita a varios autores, que sugieren que elementos, tales como Fósforo (P), Magnesio (Mg) y Potasio (K) son algunos de los nutrientes que más se correlacionan con la diversidad de especies de plantas en el neotrópico.

Asimismo, la fertilidad del suelo, afecta en gran manera la distribución de las plantas en un paisaje, si se toma todo el gradiente de fertilidad natural que existe en bosques húmedos

y lluviosos neotropicales no pantanosos, se obtiene que las arenas blancas (pobres en nutrientes) son las que presentan la menor diversidad de plantas (Clark 2002). Asimismo, son pocas las especies que pueden sobrevivir en ambientes poco fértiles, en cambio cuando aumenta el nivel de nutrientes existe mayores oportunidades para la coexistencia de especies. Sin embargo, también cuando se alcanzan niveles de nutrientes muy altos, las especies más aptas o mejor calificadas desplazan al resto (Clark 2002).

En su estudio, Sesnie *et al.* (2009) en un área de 3000 km<sup>2</sup> al Norte de Costa Rica, examinó la relación entre características del suelo, terreno y variación climática con la composición de los bosques lluviosos, para esto, fue medida, la abundancia de árboles del dosel y palmas, los atributos del suelo fueron medidos en 127 parcelas de 0.25 ha de tamaño distribuidas en tierras bajas y pie de montañas del Caribe. Como resultado, en un análisis de ordenación de datos se diferenciaron tres grupos florísticos con fuerte afinidad hacia los ambientes variables de tierras bajas o hacia pie de montañas. Y, para conocer las variaciones en características florísticas, textura de suelo y condiciones climáticas se usaron matrices de distancias y autocorrelación a través de pruebas parciales de Mantel. Las matrices de distancias mostraron patrones paralelos de autocorrelación espacial positiva significativa hasta 13 km y correlación negativa significativa después de 40 km. Se controló el efecto de la distancia geográfica, y encontró una correlación significativa entre la distancia florística y las variables de terreno, clima y textura del suelo (Sesnie *et al.* 2009).

Además, se realizaron comparaciones separadas para las especies de palmas y mostraron correlación significativa con las concentraciones de Mg y Ca, entre otros factores del suelo, las palmas mostraron una relación más fuerte con los factores del suelo que las especies arbóreas del dosel. Al final, tanto árboles del dosel y las palmas difirieron en su relación con el suelo y otros factores ambientales (clima y elevación) (Sesnie *et al.* 2009).

En general, es imposible separar efectos biogeográficas, historia de perturbaciones, precipitación y nutrientes en las correlaciones edáficas y la diversidad, en sitios de la Amazonia peruana la diversidad de plantas es mayor en áreas de tierra firme que en terrazas aluviales, a pesar de que las tierras firmes contienen en muchos casos, menos nutrientes que los suelos aluviones recientes (Dumont *et al.* 1990, Duivenvoorden 1995 citado por Clark 2002), aspecto a considerar es que los suelos de tierra firme son suelos geológicamente más

viejos que los aluviales, y los suelos aluviales se ven perturbados por la acción de los meandros de los ríos (Clark 2002). Asimismo, puede existir correlación con gradientes edafológicos, altitud y su relación con la vegetación. Lieberman *et al.* (1996) y Vásquez *et al.* (1998) citan a Marrs *et al.* (1988) y Heany y Procotor (1989) mismos que explican que en altas elevaciones, las tasas de crecimientos y competencia en plantas son bajas debido a bajas temperaturas que a su vez disminuyen las tasas de mineralización y nitrificación del Nitrógeno.

### **2.5.3 Perturbaciones naturales**

Las perturbaciones naturales son eventos discretos en tiempo-espacio y modifican la disponibilidad de recursos y ambientes físicos a nivel de ecosistema, comunidad o población. A la vez, las perturbaciones transfieren flujos de energías en los ecosistemas (Scatena 2002). El efecto de perturbaciones naturales sobre la morfología o estructura del paisaje dependen del tipo de perturbación (inundaciones, incendios, derrumbes) fuerza y el componente del ecosistema impactado, área total afectada, distribución espacial, período de retorno o frecuencia de la perturbación y el grado de resiliencia del lugar, entre otros (Scatena 2002).

Bosques tropicales húmedos de la vertiente Atlántica de Nicaragua y Honduras están sujetos a vientos fuertes como huracanes, en donde parte del bosque es derribado y se inicia procesos de sucesión que cambian drásticamente la composición de estos bosques (Louman *et al.* 2001). Louman *et al.* 2001 cita a Ferrando (1998) mismo, que comparó la composición florística en sitios afectados y no afectados después de 24 años del paso del Huracán Fifi en un bosque en la Costa Norte de Honduras, la composición florística no fue diferente entre sitios y siete de las diez especies con mayor IVI (índice de valor de importancia) fueron las mismas en todos los sitios. Posiblemente la estructura y composición del bosque en estudio es resultado de huracanes frecuentes y muchas especies pueden ser tolerantes y adaptadas a este tipo de disturbio.

### 3 MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Descripción del área de estudio

El área de estudio, se delimitó con base en la propuesta de red de conexión ecológica dentro del CBC, elaborada por la SERNA y CBM en el año 2001. El área se ubica fuera de las AP de: Parque Nacional (PN) Punta y Sal, PN Punta Izopo, PN Pico Bonito, Refugio de vida Silvestre Texiguat y Reserva Biológica Lancetilla (RBL-JBL) El CBC posee una extensión aproximada de 417.079 ha. DIBIO (2007) estima que representa un 14.7 del área de conservación de Honduras (Figura 1).

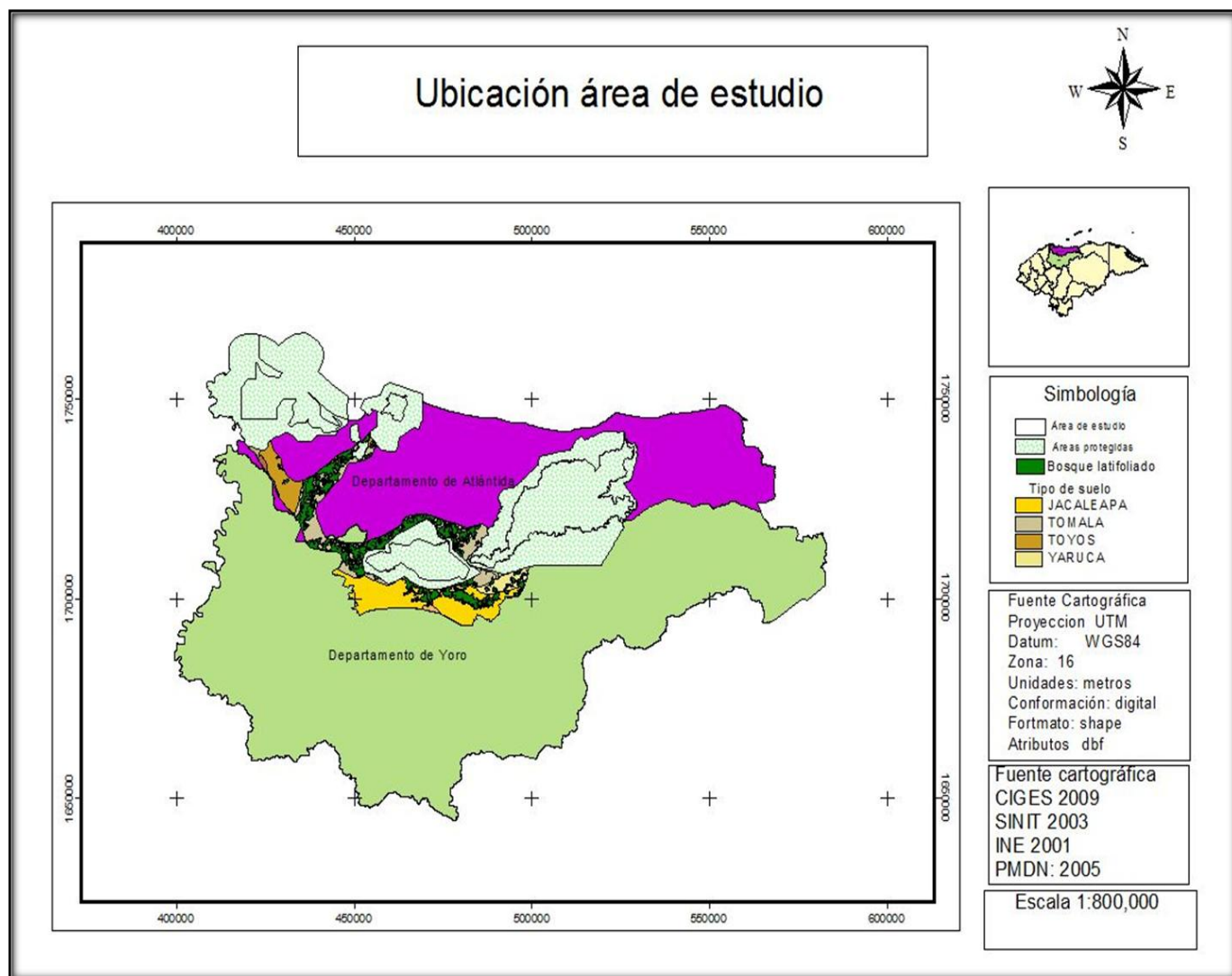


Figura 1. Mapa de ubicación área de estudio



El CBC Hondureño, es uno de los nueve CB que se han establecido en Honduras, a partir del proyecto del CBM. Para el establecimiento de los CB y las redes de conectividad se realizaron, a nivel Nacional doce talleres de consulta, liderados por la Administración Forestal del Estado-Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal (AFE/COHDEFOR) con apoyo del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Los talleres tuvieron la finalidad de identificar áreas prioritarias para los CB y núcleos de bosques para las redes de conectividad, fundamentados en consultas con técnicos, funcionarios y personal que labora en el campo, parte de la información se complementó con estudios anteriores de priorización realizados por el Departamento de Áreas Protegidas y Vida Silvestre de Honduras -AFE/COHDEFOR (SERNA *et al.* 2001).

Además, criterios utilizados para la identificación de los CB y las redes de conectividad estuvieron fundamentados en el tamaño del área y las posibilidades de conexión con AP aledañas tomando además en consideración la ubicación de grupos étnicos e información sobre los endemismos locales. A la vez, para el año 2000-2001, se validaron los acuerdos para la definición de los corredores y se añadieron criterios de cobertura boscosa, límites de parteaguas de cuencas y límites municipales (SERNA *et al.* 2001). Los CB establecidos en Honduras, corresponden a; Prioridad 1. Corredor Solidaridad y Mosquitia Oriental, 2. Corredor Biológico del Caribe, 3. Corredor Golfo de Fonseca/Corredor Pacífico, 4. Corredor Golfo de Honduras, 5. Corredor Trifinio, Prioridad 6. Corredor Central, Prioridad 7. Corredor Insular, Prioridad 8. Corredor Lempa, 9. Sierra del Río Tinto (DiBio 2007).

El CBC de Honduras, posee, según la categoría de zonas de vida de Holdridge, el bosque húmedo tropical y bosque muy húmedo subtropical y cuenta con una amplia variedad de ecosistemas que van desde arrecifes de coral continentales, ecosistemas costeros continentales (manglares, lagunas costeras salobres), cuerpos de aguadulce y pantanos abiertos, bosque tropical latifoliado deciduo y, bosque tropical de pino (SERNA *et al.* 2001).

Dentro del CBC la superficie boscosa se estima en alrededor de 168,944 ha. Los bosques se encuentran en condiciones adecuadas de conservación conformando una cadena de AP con decreto legal y buen marco administrativo (SERNA *et al.* 2001). En su mayoría el bosque está

conformado por bosque latifoliado (93%), bosques mixtos (0.6%), coníferas (0.03%) y mangle (2%). De estos el más amenazado es el latifoliado y manglar utilizado para actividades agrícolas de subsistencia y ganadería en laderas (SERNA *et al.* 2001). La presente investigación se realizó en bosques latifoliados pocos intervenidos en una sección del CBC, en áreas cercanas al JBL.

## **3.2 Diseño de muestreo**

### **3.2.1 Elaboración de mapas preliminares**

El diseño de muestreo, consistió en la selección de áreas o parches de bosque, estos se seleccionaron con base en la combinación de rangos de altitud y tipos de suelo, para esto se elaboró:

Primero, un modelo de elevación digital y se eligieron 4 rangos de elevaciones (Figura 2):

- Elevación 0-400 msnm
- Elevación 400-800 msnm
- Elevación 800-1200 msnm
- Elevación 1200-1600 msnm

Segundo, para determinar los tipos de suelo en el área de estudio, se usó el mapa de tipos de suelos de Honduras-clasificación de la FAO por Simmons y Castellanos (Simmons 1969), el cual fue elaborado en digital, en el año 1999. Se determinaron dos tipos de suelo, Latosol y Litosol. El suelo Latosol, representado por los nombres de suelo locales para Honduras; Tomalá y Toyos, el suelo Litosol, representado por los nombres de suelo locales de Jacaleapa y Yaruca (Simmons 1969).

El suelo latosol, formado en un clima húmedo, sobre rocas metamórficas y ocupando relieve colinoso o escarpado, existe únicamente en la parte septentrional de Honduras y es representado por los suelos locales de Tomalá y Toyos. El suelo Tomalá, es encontrado en zonas muy lluviosas y es un suelo arenoso, poco profundo y se encuentran en elevaciones de 1,200 msnm, en laderas escarpadas siendo frecuentes las pendientes de 30 a 40%. El suelo es superficial, alcanzando una profundidad de 10 a 20 cm, la textura es franco limoso o franco

arcilloso, pardo amarillento a pardo oscuro, el pH moderadamente ácido de 5. El subsuelo alcanza una profundidad de 60 cm, con textura franco arcilloso pardo rojizo a pardo amarillento (Simmons 1969).

Los suelos Toyos son suelos profundos, bien avenados, y ocupan un relieve de colinas a muy ondulado, la mayor parte de las laderas tienen una pendiente de 20 a 40%, se encuentran al pie de laderas de colinas. Son poco frecuentes altitudes superiores a 500 m, están asociados con el suelo Tomalá, pero se distinguen de estos porque son más profundos y más rojos.

Este suelo es superficial, alcanzando una profundidad de 15 o 25 cm, la textura es franco limoso a franco arcillo limoso, pardo oscuro a pardo amarillento. El pH es moderadamente ácido de 5.5. El subsuelo alcanza una profundidad de más de 1 m, y lo constituye arcilla roja friable, con un pH de 4.5 (Simmons 1969)

El suelo Litosol está representado en este estudio por los suelos locales, Yaruca y Jacaleapa. El suelo Yaruca formado en un clima húmedo y el suelo Jacaleapa en un clima seco. El suelo Yaruca, en general, es bien avenado, poco profundo, formados sobre rocas ígneas metamórficas. Encontrándose en una región muy lluviosa en la parte central de la costa septentrional de Honduras. Ocupa un relieve escarpado, común en pendiente arriba del 60%. La altitud oscila entre casi el nivel del mar y más de 1000 msnm (Simmons 1969).

El suelo es superficial y alcanza una profundidad de 10 a 15 cm, la textura es franco arcilloso o franco arcillo limoso, pardo rojizo a pardo oscuro. El pH con una reacción neutra de 7. El subsuelo alcanza una profundidad de 25 a 50 cm, con textura franco arcillo limoso a arcilloso, rojo oscuro, el pH es moderadamente ácido de 5.5 (Simmons 1969).

Los suelos Jacaleapa, son suelos bien avenados, poco profundos, ocupan un relieve escarpado, siendo poco frecuentes las pendientes inferiores a 20% y abundando las pendientes de más de 40 %. El suelo es superficial, alcanzando una profundidad de unos 15 cm, la textura es franco arenoso muy fino, pardo oscuro, el pH es de 5. El subsuelo alcanza una profundidad de unos 25 cm, con textura franco arcilloso, y el pH con valores de 5.5 a 6 (Simmons 1969). En su mayoría, las áreas de suelos Jacaleapa están cubiertas de pinos y robles (Simmons 1969).

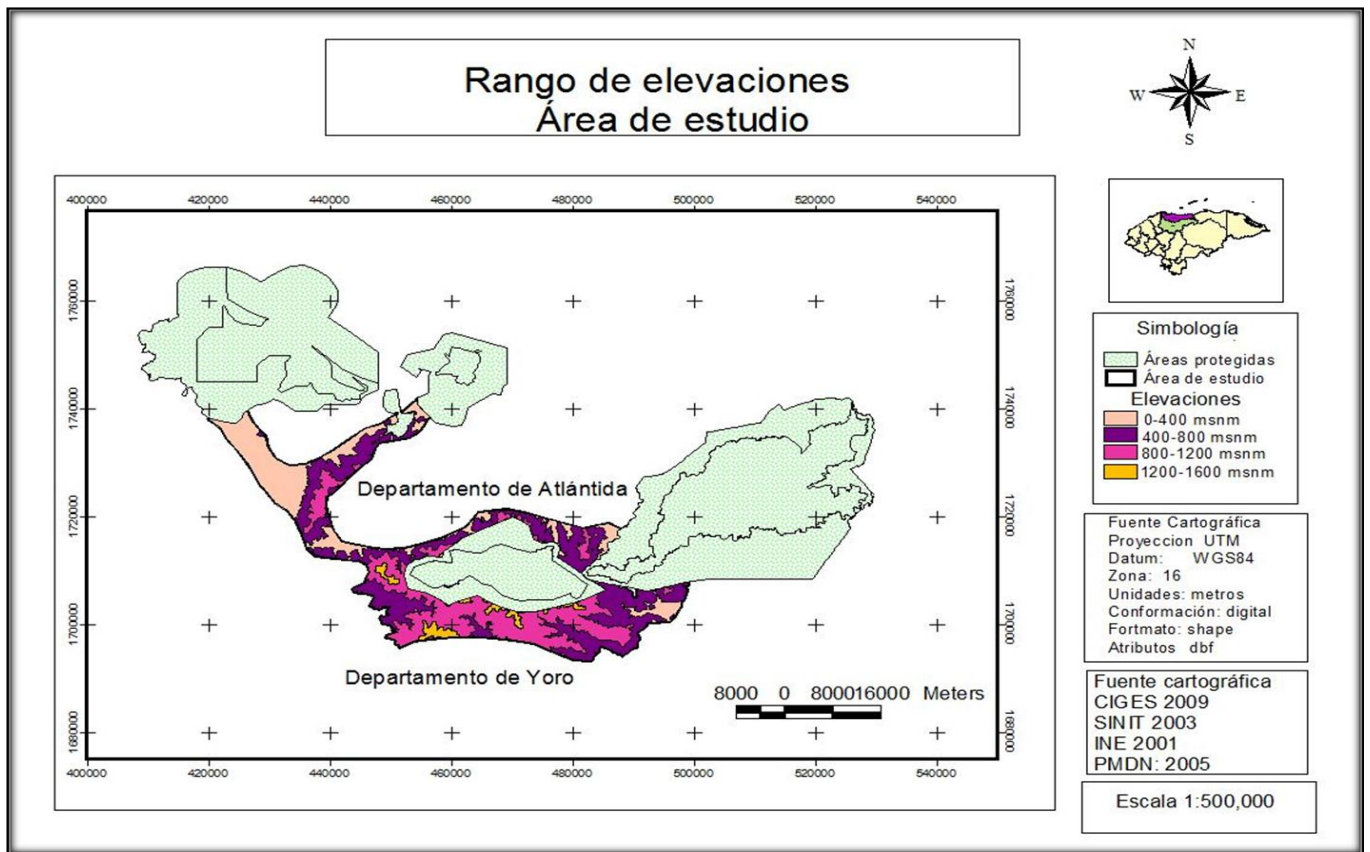


Figura 2. Mapa de distribución rangos de elevación en la zona de estudio

Para la combinación del diseño de muestreo; se obtuvieron ocho zonas dentro de las cuales se instalaron las parcelas temporales de muestreo. Estas zonas se establecieron con base en la combinación de los cuatro rangos de elevación y los dos tipos de suelo antes descritos.

Dentro de las ocho zonas se seleccionaron parches de bosque latifoliado mayores a cinco ha, para esto se utilizó el mapa de uso del suelo elaborado por el proyecto PAAR, en el año 2003 (en base a ortofotos, 2002, resolución 30 m x30 m y escala 1:500,000) y análisis SIG. Con esto, en cada combinación de tipo de suelo y rango de elevación, se eligieron al azar, con el uso de la función random, cinco parches de bosque latifoliado del total de parches disponibles, con sus respectivas coordenadas geográficas y al final se eligieron los parches necesarios para el establecimiento de las parcelas temporales de muestreo.

### 3.1.2 Establecimiento de parcelas temporales de muestreo

#### 3.1.2.1 Fase de campo: muestreo arbóreo

En todo el proceso se siguió un protocolo definido por: Ramos y Finegan (2006) y utilizado en otros estudios similares como, Murrieta *et al.* (2007), Chain (2009), Sesnie *et al.* (2009). A continuación se muestran consideraciones importantes que se tomaron en cuenta para el establecimiento de parcelas:

- Para el muestreo de la vegetación, se establecieron parcelas temporales de muestreo de 50 m x 50 m (0.25 ha), separadas entre sí al menos 300 m de distancia. Esto último no pudo ser posible en todos los casos, existiendo parcelas que se encuentran a menos distancia.
- Dentro de cada parche de bosque se consideró una distancia de 100 m con respecto al borde. En casos donde esto no fue posible se consideró como mínimo una distancia igual a la altura del dosel superior del bosque (30 m).
- El tamaño del parche fue de una área mínima de cinco ha para la instalación de por los menos dos parcelas por parche de bosque. Sin embargo, en dos casos solamente se pudo establecer una parcela temporal de muestreo.
- Se contaba con las coordenadas geográficas de parches preseleccionados en los mapas elaborados, se hacía el recorrido al área, contando con un guía local en cada sitio, y se verificaba el estado de conservación (parches poco intervenidos), tamaño del parche y la accesibilidad, de no ser posible trabajar en el parche preseleccionado se trabajó en parches que aunque no estuvieran en la zona predefinida de estudio, si se encontraban cerca.
- En total se establecieron 30 parcelas temporales de muestreo en los dos tipos de suelo y cuatro rangos de elevación definidos.

En cada parcela establecida se identificó y se midió el dap (1.30 m de altura del pecho) a cada árbol  $\geq 30$  cm y palmas con dap  $\geq 5$  cm. Algunos individuos se identificaron en campo, pero de la gran mayoría, se colectaron muestras botánicas. El proceso de identificación se llevó en

con la visita del botánico Nelson Zamora al Herbario del JBL (HJBL), y colaboración con personal del mismo. Los especímenes botánicos están depositados en el HJBL y en el Herbario de ESNACIFOR (HEH).

### **3.1.2.2 Variables ambientales**

En cada parcela se obtuvo la elevación (msnm) y coordenadas geográficas del centro de la parcela, obtenidas con el uso de un sistema de posicionamiento global (GPS) por sus siglas en inglés. El GPS, utilizado fue un GARMIN GPSMAP 60CSx<sup>1</sup>, con una precisión en la posición < a 10 m. Además, se obtuvo la pendiente en porcentaje de cada parcela, medida con el uso de un clinómetro.

Las variables climáticas, de temperatura (C°) y precipitación (mm), para la zona de estudio, se obtuvieron con el uso de las bases de datos del programa de cambio climático de CATIE. Estos datos, han sido obtenidos de capas digitales provenientes de Worldclim<sup>2</sup>, y representan datos promedios anuales para el periodo 1970- 2001, con una resolución espacial de un kilómetro cuadrado (30 arc-segundos) y fueron procesadas en el programa ArcGis 9.2.

Además, en cada parcela se colectaron muestras de suelo para análisis de laboratorio. El muestreo para el estudio de suelo, es similar al utilizado por Ramos y Finegan (2006) y Chain (2009), en donde se tomaron cinco puntos de muestreo dentro de cada parcela, para ello se dividió la parcela en cuatro subparcelas. Se tomó un punto en el centro de la parcela y los otros cuatro puntos en el centro de las subparcelas y se entremezclaron las muestras de suelo obtenidas. Las muestras de suelos, se extrajeron con el uso de un barrenador de suelo, a una profundidad de 30 cm.

Los análisis de suelo, se realizaron en el laboratorio químico agrícola de la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA). Se realizaron análisis físicos de textura (arena, limo y arcilla), usando el método de Bouyucos, análisis químicos de pH, macronutrientes (ppm ), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Potasio (K) y Fósforo (P) y los micronutrientes de Cobre

---

<sup>1</sup> <http://www8.garmin.com/products/gpsmap60csx/spec.html>

<sup>2</sup> Página en internet que provee capas climáticas del mundo. <http://www.worldclimate.com/>

(Cu), Hierro (Fe), Manganeseo (Mn), Zinc (Zn). Los análisis químicos para macronutrientes y micronutrientes a excepción del P se realizaron con una solución de acetato de amonio por absorción atómica, para los elementos con un pH entre 4.8 y  $\geq 7$ , los elementos con un pH < 4.8 se realizaron con la prueba Mellich3 por absorción atómica. El elemento P, se realizó mediante la prueba de espectrofotómetro colorímetro. La materia orgánica (MO%), se realizó por la prueba de Walkley Black y el Nitrógeno en el suelo (N%) por el método de V-jeldahl.

## **3.2 Análisis de datos**

### **3.2.1 Identificación y caracterización de comunidades**

Para determinar tipos de bosque se utilizó el IVI de las diferentes especies registradas en cada una de las parcelas. El IVI fue calculado por parcela, tomando los datos de abundancia absoluta (número de individuos de cada especie (N\*1/ área de la parcela en ha), dominancia absoluta (área basal de cada especie/área de la parcela en ha) y frecuencia absoluta igual a 1 (ya que no se cuenta con subparcelas). Luego se sumaron la abundancia, dominancia y frecuencias relativas (Lamprecht 1990).

Para la identificación y caracterización de tipos de bosque se aplicó un análisis de conglomerados utilizando Ward como método de agrupamiento jerárquico y la medida de disimilitud fue Bray Curtis. El análisis de conglomerados, permite agrupar objetos de acuerdo a un conjunto de valores de varias variables InfoStat (Di Rienzo *et al.* 2010). Para la selección de un número óptimo de grupos se acudió a la información gráfica de los dendrogramas, testeando el número de grupos a través de análisis de similitud de matrices (ANOSIM) (Oksanen *et al.* 2011), cuya medida de disimilitud fue Bray Curtis, con 1000 permutaciones, usando R (Core team 2007) en InfoStat (Di Rienzo *et al.* 2010).

Una vez determinado el número de grupos en el conglomerado por el análisis de ANOSIM (Oksanen *et al.* 2011), se realizó un análisis de especies indicadoras para nombrar a partir de ello, los tipos de bosque identificados (McCune y Mefford 1999). Para el análisis de especies indicadoras se usó el valor de significancia ( $p < 0.05$ ) promedio obtenido a través de la prueba de Monte Carlo. Asimismo, se usó un valor indicador (VI) que está dado en un rango de 0 (no indicación) a 100 (perfecta indicación), donde una perfecta indicación significa la

presencia de una especie en un grupo particular sin error (McCune y Grace 2002). Este análisis se realizó con la librería *indicspecies* (De Cáceres y Jansen 2010) en el programa R (Core team 2007) con el interprete de InfoStat (Di Rienzo *et al.* 2010).

Para visualizar la interrelación entre las parcelas y las especies más importantes (VI) en cada tipo de bosque se realizó un análisis de Ordenación *Nonmetric Multidimensional Scaling* (NMS), mismo que realiza varias corridas y selecciona el número de dimensiones de ordenación, en base a un número de iteraciones, con la prueba de Monte Carlo (McCune y Grace 2002). Este análisis se realizó con el programa PC-ORD 5 seleccionando la opción “autopiloto” y medida de distancia Bray Curtis. La opción autopiloto realiza varias corridas y selecciona el número de dimensiones de ordenación, a partir de un número determinado de iteraciones, donde la medida de estrés e inestabilidad son mínimos.

### **3.2.2 Determinación y comparación de la estructura, composición y diversidad de los tipos de bosque**

Para cada una de las parcelas dentro de cada tipo de bosque, se calculó, la riqueza (número de especies) y parámetros estructurales como, abundancia (número de individuos/ha), área basal ( $m^2/ha$ ), distribución del número de individuos por clase diamétrica, para las especies con  $dap \geq 30cm$ . Los cálculos de la diversidad se realizaron a través del programa EstimateS v 8.2.0 (Colwell 2006), utilizando los índices de abundancia proporcional, los índices de Shannon y Simpson, índices más usados en trabajos relacionados (Magurran 1988).

Para comparar la riqueza e índices de diversidad y variables estructurales (individuos/ha y área basal ( $m^2/ha$ .) por clase diamétrica), (para el total de especies con  $dap \geq 30 cm$ ), entre los tipos de bosque, se realizaron análisis de varianza univariado (ANDEVA) bajo un diseño completamente aleatorizado. La variable de riqueza cumplió con los supuestos. Los índices de diversidad  $\alpha$  Fisher, Shannon y Simpson, al no cumplir los supuestos estadísticos, se transformaron a rangos con el uso del programa InfoStat (Di Rienzo *et al.* 2010). Para el caso de los parámetros estructurales de número de individuos/ha. y área basal ( $m^2/ha$ .), fueron transformados a rangos al no cumplir con los supuestos estadísticos.



En el ANDEVA las parcelas identificadas dentro de cada grupo se usaron como repeticiones, el modelo general para la comparación de los bosques puede escribirse de la siguiente manera:

$$Y_{ij} = \mu + B_i + \varepsilon_{ij},$$

En donde:

$Y_{ij}$  = variable dependiente o respuesta (variable de diversidad o estructura)

$\mu$  = media general.

$B_i$  = efecto del  $i$ -ésimo tipo de bosque.

$\varepsilon_{ij}$  = error muestral que se supone  $N(0, \sigma^2)$ .

### **3.2.3 Relación de los tipos de bosque con las variables ambientales**

#### **3.2.3.1 Correlación entre variables ambientales**

Para determinar relaciones entre las variables de clima, elevación y suelo se realizaron pruebas de correlaciones Pearson ( $r$  de Pearson), con el uso del programa InfoStat (Di Rienzo *et al.* 2010). Esto permitió identificar que variables ambientales pueden ser redundantes en la información proporcionada.

#### **3.2.3.2 Variación de la composición arbórea con las variables ambientales**

Para identificar y determinar qué variables de clima, elevación, suelo y distancia geográfica (coordenadas geográficas del centro de cada parcela) están determinando la composición en el área de estudio se realizó un análisis de partición de la variación (Varpart). Para poder realizar este análisis se crearon cinco matrices de datos; la primer matriz es la composición (respuesta) y luego las matrices explicativas. La primera correspondía a las variables de suelo (todas las variables de suelo), la segunda todas las variables ambientales de clima (temperatura y precipitación), una tercera que solamente tiene la elevación y la última matriz compuesta por las coordenadas geográficas.

Se siguieron los siguientes pasos:

1. La matriz de composición de especies (con base a las abundancias de cada especie) fue transformada a raíz cuadrada y estandarizada para evitar especies con valores atípicos o disminuir el peso de las especies más dominantes. Esto se realizó con el programa estadístico InfoStat (Di Rienzo *et al.* 2010).
2. Las coordenadas geográficas se transformaron a una matriz de distancias entre los pares de parcelas utilizando la distancia Euclídea (Legendre *et al.* 2005) como medida, luego la matriz fue transformada a logaritmo natural, con la matriz se realizó un análisis de coordenadas principales con matrices de proximidad (PCNM por sus siglas en inglés).
3. Las matrices de clima, elevación y suelo fueron estandarizadas para evitar datos atípicos.
4. Con cada una de las matrices explicativas (clima, suelo y distancia geográfica) se realizó un análisis de redundancia canónica (RDA), entre la matriz de composición de especies y matrices explicativas. Utilizando el *Forwards selection* con la función *forward.sel* de la librería *packfor* (Dray *et al.* 2009) del paquete estadístico R (Core team 2007) se retuvieron aquellas variables y/o componentes que tuvieran una relación significativa con la composición de especies. La significancia de las pruebas se consiguió a través de permutaciones (999 permutaciones).
5. Ya seleccionadas las variables de cada matriz explicativa se realizó el análisis de partición de la variación (VARPART por sus siglas en inglés) (Borcard *et al.* 1992). Este análisis fue realizado usando el lenguaje estadístico de R (Core team 2007) con la función *varpart*, *rda* y *anova* en la librería de *vegan* (Oksanen *et al.* 2010)

En la partición de la varianza para la matriz de suelo, solamente se usaron los elementos con relación significativa con la composición arbórea; P, Fe, Mn, Zn y el pH (nombrada como variable de suelo en el análisis)

### **3.2.3.3 Autocorrelación espacial: composición arbórea con variables ambientales**

Para explorar hasta qué distancia espacial los pares de parcelas están correlacionados según la composición de especies se construyó un correlograma de Mantel. Además para explorar la

dependencia de la composición arbórea con las variables ambientales se construyeron correlogramas para el conjunto de variables ambientales.

Los coeficientes de correlación de Mantel se compararon entre clases de distancia para observar las relaciones de autocorrelación espacial entre variables a lo largo de un rango de 14 distancias entre parcelas. Los correlogramas se realizaron en R (Core team 2007) e InfoStat (Di Rienzo *et al.* 2010). Para el correlograma se usó la distancia geográfica (coordenadas transformadas a logaritmo natural).

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Resultados generales

El área muestreada fue de 7.5 ha. En total se midieron 758 individuos de los cuales 34 individuos pertenecieron a palmas. Los individuos estuvieron representados en 57 familias, 122 géneros, 185 especies, con cuatro individuos desconocidos (Anexo 1). Se registra; *Chiangiodendron mexicanum* T. Wendt – Trunk, en dos sitios, considerada nuevo registro para la flora hondureña por N. Zamora, dado que no fue citada por Nelson (2008) en su reciente catalogo de las plantas de Honduras, a la vez este dato fue consultado con el personal del Herbario Nacional de Honduras. *C. mexicanum* se conoce ahora solo para Mexico (Wendt 1998), Honduras (aquí registrada) y Costa Rica (ver Estrada 2000). Asimismo, se reporta en el sitio “Cerro Cabeza de Negro” y por segunda vez para Honduras, el ecosistema de *Purdiaea belizensis* (A.C. Sm. & Standl.) J.L. Thomas, (Clethraceae) reportado en el año 2007 en un estudio florístico realizado en Pico Bonito, al Norte de Honduras (House *et al.* 2006).

## 4.2 Identificación y caracterización de comunidades

El análisis de conglomerados mostró tres agrupaciones o tipos de bosque de acuerdo a la composición de todas las especies, siendo estos bosques estadísticamente distintos (ANOSIM  $p=0.002331$ ) (Figura 3). Los bosques uno y dos agruparon siete parcelas cada uno, en cambio, el bosque tres agrupó 16 parcelas.

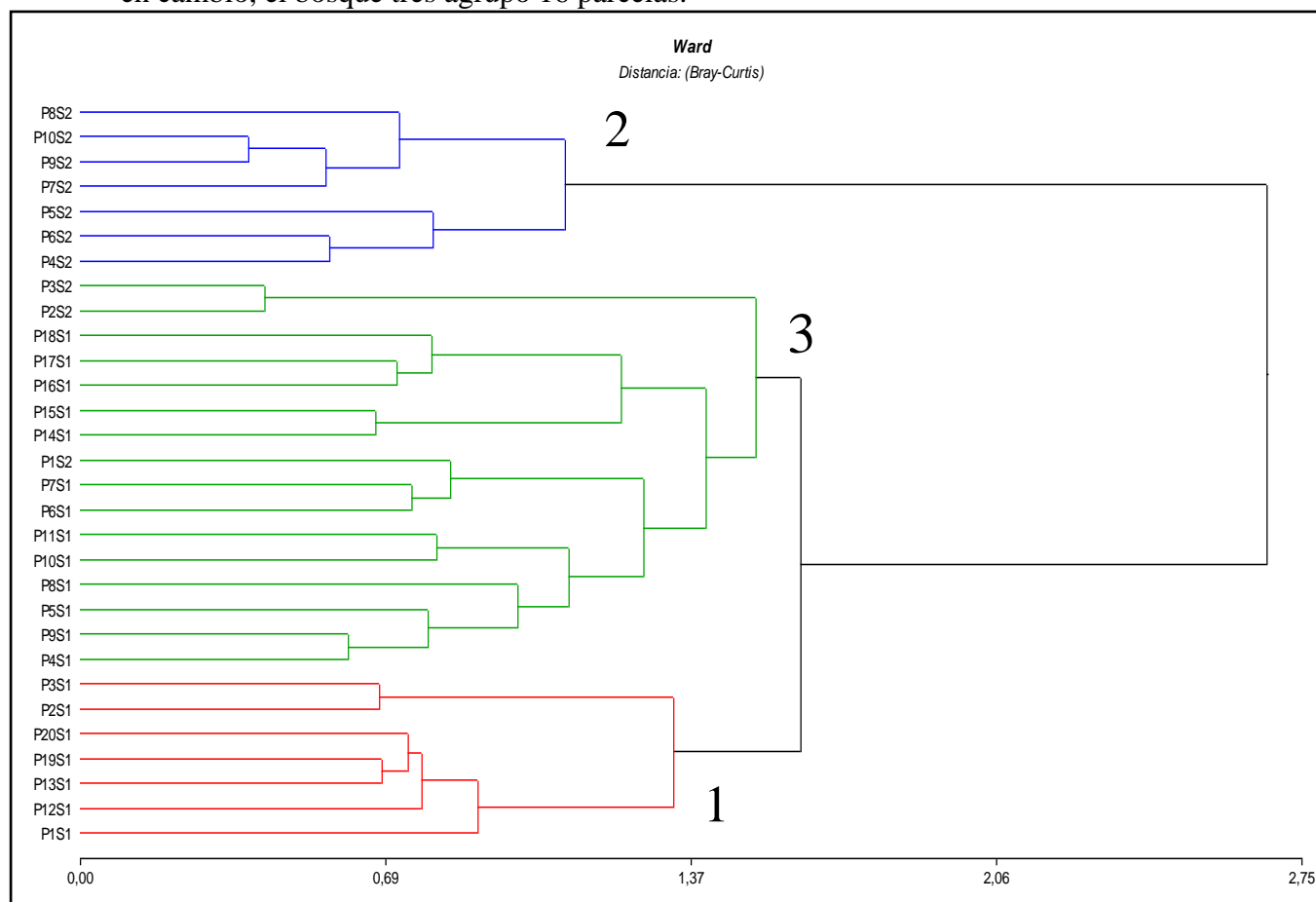


Figura 3. Agrupación de las parcelas en función de la composición de especies y su IVI. El Dendrograma muestra los tres tipos de bosque identificados.

Las diez especies con mayor valor de IVI para cada uno de los tres tipos de bosque identificados, son representadas en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Diez especies con mayor valor de IVI, para cada uno de los tres tipos de bosque identificados.

<b>Nombre científico de la especie</b>	<b>A</b>	<b>D</b>	<b>F</b>	<b>AR</b>	<b>DR</b>	<b>FR</b>	<b>IVI</b>	<b>IVI %</b>
<b>Bosque 1</b>								
<i>Spondias mombin</i>	8	1.87	3	9.59	9.7	3.23	22.52	<b>7.51</b>
<i>Attalea butyracea</i>	8	1.18	4	9.59	6.12	4.3	20.02	<b>6.67</b>
<i>Pouteria torta</i>	5.7	1.61	4	6.85	8.34	4.3	19.49	<b>6.5</b>
<i>Tetrorchidium rotundatum</i>	5.14	1.2	5	6.16	6.2	5.38	17.74	<b>5.91</b>
<i>Dialium guianense</i>	5.14	1.2	4	6.16	6.2	4.3	16.66	<b>5.55</b>
<i>Virola multiflora</i>	4	1.22	2	4.79	6.32	2.15	13.27	<b>4.42</b>
<i>Brosimum alicastrum</i>	1.14	1.52	2	1.37	7.85	2.15	11.37	<b>3.79</b>
<i>Hieronyma alchorneoides</i>	2.29	0.6	3	2.74	3.11	3.23	9.08	<b>3.03</b>
<i>Terminalia amazonia</i>	1.14	0.93	2	1.37	4.81	2.15	8.33	<b>2.78</b>
<i>Heliocarpus appendiculatus</i>	2.29	0.36	2	2.74	1.89	2.15	6.78	<b>2.26</b>
<b>Bosque 2</b>								
<i>Brosimum</i> sp1.	12.57	1.53	7	14.77	12.6	10.77	38.14	<b>12.71</b>
<i>Bursera simaruba</i>	9.14	1.21	5	10.74	10.01	7.69	28.44	<b>9.48</b>
<i>Calycophyllum candidissimum</i>	8.57	1	3	10.07	8.29	4.62	22.97	<b>7.66</b>
<i>Lysiloma</i> sp1.	6.86	1.01	3	8.05	8.38	4.62	21.05	<b>7.02</b>
<i>Astronium graveolens</i>	5.71	0.72	5	6.71	5.96	7.69	20.36	<b>6.79</b>
<i>Lonchocarpus</i> sp2.	5.14	0.77	5	6.04	6.34	7.69	20.07	<b>6.69</b>
<i>Spondias mombin</i>	4.57	0.65	5	5.37	5.39	7.69	18.45	<b>6.15</b>
<i>Amyris</i> sp1.	5.71	0.83	3	6.71	6.84	4.62	18.17	<b>6.06</b>
<i>Pseudobombax</i> sp1.	4	0.87	2	4.7	7.22	3.08	14.99	<b>5</b>
<i>Phyllostylon rhamnoides</i>	5.71	0.79	3	6.71	6.55	4.61	17.88	<b>5.96</b>
<b>Bosque 3</b>								
<i>Purdiaea belizensis</i>	19	4.15	2	16.41	17.57	0.89	34.87	<b>11.62</b>
<i>Mortoniendron</i> sp1.	3.5	2.09	4	3.02	8.86	1.78	13.66	<b>4.55</b>
<i>Macrobium</i> sp1.	6.25	1.1	1	5.4	4.64	0.44	10.48	<b>3.49</b>
<i>Calophyllum brasiliense</i>	3.5	0.84	5	3.02	3.54	2.22	8.78	<b>2.93</b>
<i>Virola guatemalensis</i>	3	0.79	5	2.59	3.36	2.22	8.17	<b>2.72</b>
<i>Vochysia</i> sp1.	3.25	0.64	4	2.81	2.71	1.78	7.29	<b>2.43</b>
<i>Heisteria concinna</i>	2.5	0.51	4	2.16	2.17	1.78	6.11	<b>2.04</b>
<i>Cedrela</i> sp1.	0.5	1.2	1	0.43	5.09	0.44	5.97	<b>1.99</b>
<i>Tapirira guianensis</i>	2.25	0.45	4	1.94	1.89	1.78	5.61	<b>1.87</b>
<i>Licania hypoleuca</i>	2.5	0.43	3	2.16	1.81	1.33	5.31	<b>1.77</b>

El análisis de especies indicadoras detectó 15 especies para los tres tipos de bosques, para el bosque uno, se reportaron cuatro especies, el bosque dos con seis especies y el bosque tres con solamente una especie indicadora (Cuadro 2).

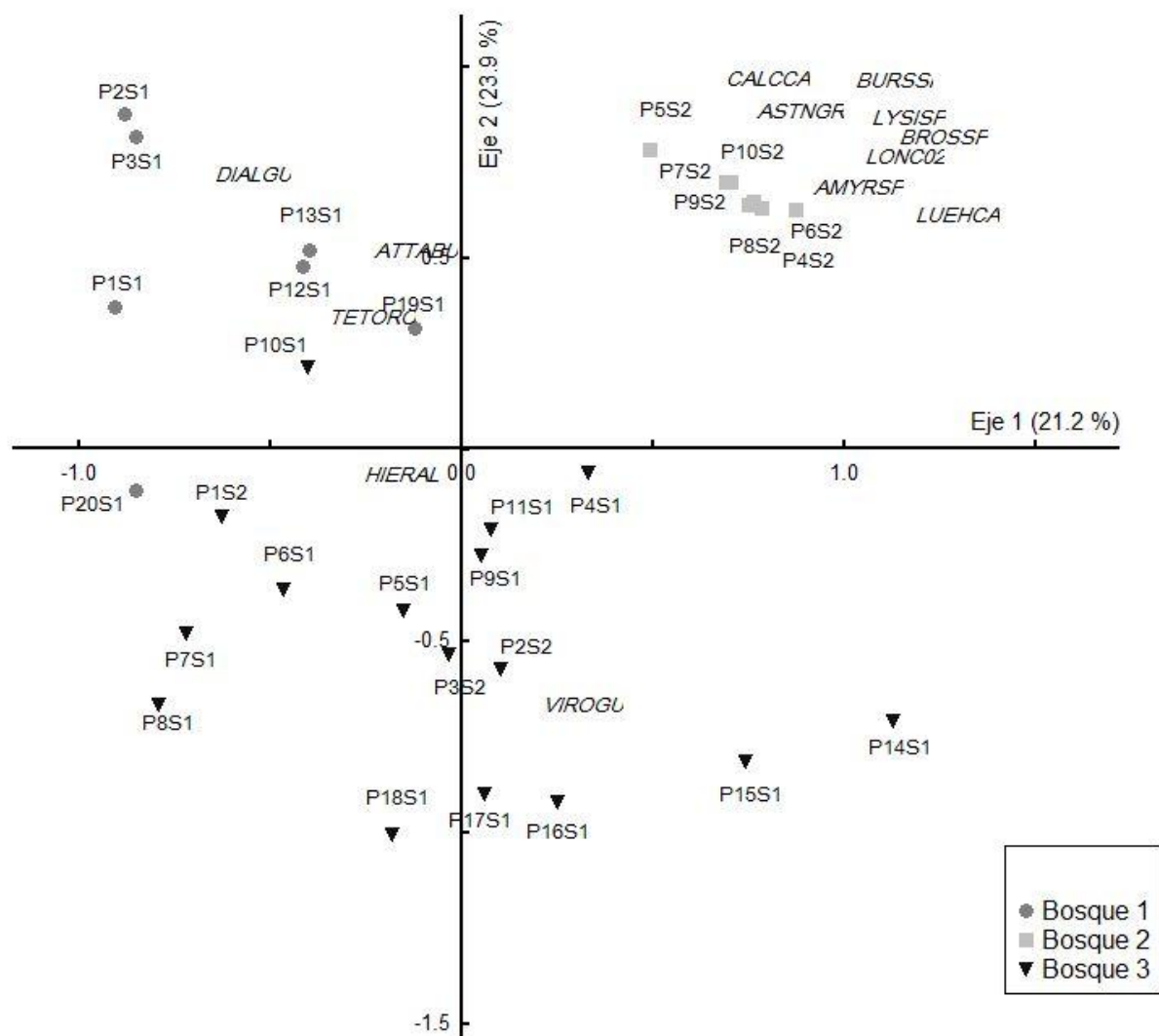
*Cuadro 2. Lista de las Especies indicadoras para los tres tipos de bosque, ordenadas por su VI ( $\alpha \leq 0.05$ )*

<b>Especie</b>	<b>Grupo</b>	<b>VI</b>	<b>P</b>
<i>Tetrorchidium rotundatum</i>	1	71.4	0.0004
<i>Attalea butyracea</i>	1	57.1	0.0022
<i>Dialium guianense</i>	1	53.5	0.0028
<i>Hieronyma alchorneoides</i>	1	33.4	0.0534
<i>Brosimum</i> sp1.	2	100	0.0002
<i>Astronium graveolens</i>	2	71.4	0.0004
<i>Bursera simaruba</i>	2	71.4	0.001
<i>Lonchocarpus</i> sp2.	2	71.4	0.001
<i>Lysiloma</i> sp1.	2	42.9	0.0172
<i>Calycophyllum candidissimum</i>	2	42.9	0.0178
<i>Luehea candida</i>	2	42.9	0.0182
<i>Amyris</i> sp1.	2	42.9	0.0208
<i>Virola guatemalensis</i>	3	31.2	0.0894

La ordenación de las parcelas en el espacio multidimensional de las especies muestra a los tipos de bosques separados. El eje uno que explicó el 21.2 % de la variación de los datos y separa al bosque dos de los bosques uno y tres, en cambio el eje dos que explica el 23.9 % de la variación separa al bosque uno y dos del bosque tres. La variación total en el plano de ordenación fue de 45.1 % (Figura 4).

La ordenación final, con una solución 3-dimensional, un valor de inestabilidad final de 0.00001 y realizada a partir de 92 número de iteraciones, mostró un estrés de 16.94438, donde el estrés se estabilizó. Esto significa que el resultado fue una solución estable, dado que los

valores de inestabilidad fueron bajos, según McCune y Grace (2002) se recomienda un criterio de inestabilidad  $< 0.0001$  y para el estrés un valor aceptado en datos ecológicos y comúnmente reportados es entre 10 y 20.



*Figura 4. Ordenación de las parcelas en el espacio multidimensional de las especies para la asociación de los tipos de bosques identificados. Se muestran únicamente los códigos de las especies indicadoras para cada bosque. Amyris sp. (AMYRSP), Astronium graveolens (ASTNGR), Attalea butyracea (ATTABU), Brosimum sp1. (BROSSP), Bursera simaruba (BURSSI), Calycophyllum candidissimum (CALCCA), Dialium guianense (DIALGU), Hieronyma alchornoides (HIERAL), Luehea candida (LUEHCA), Lonchocarpus sp2. (LONCO2), Lysiloma sp1. (LYSISP), Virola guatemalensis (VIROGU).*

### 4.3 Descripción de los tipos de bosque encontrados

Los tres tipos de bosque identificados, fueron nombrados a partir de la combinación con las especies indicadoras para cada uno de estos, y con la elevación:

El bosque uno fue denominado como bosque húmedo a tierras bajas (BHB de *Tetrorchidium* y *Attalea*) y fue representado por siete parcelas. En el suelo uno, con un pH medio de 5.6 y corresponde al rango de elevaciones más bajas del estudio con media 285 msnm. Este bosque, está ubicado al Norte del departamento de Atlántida, en partes bajas de la RBL, y comunidades aledañas al JBL. Las cinco especies con mayor valor de IVI, en este tipo de bosque corresponden a *Spondias mombin*, *Pouteria torta*, *Tetrorchidium rotundatum*, *Dialium guianense* y la especie de palma *Attalea butyracea* (Cuadro 1). En general se observó que algunas especies, tales como el *D. guianense* son características de bosque poco intervenidos. Las especies de este bosque, se encuentran asociadas a zonas riparias y están en los bosques de las fuentes de agua de las comunidades cercanas. La palma *A. butyracea*, llamada localmente palma corozo, se observa en campo, aun dentro de algunas AP visitadas, como una planta invasiva, pudiendo formar rodales totalmente puros. Asimismo, en las parcelas donde se reportó esta especie, había influencia de fuertes vientos y claros en el dosel. Para este tipo de bosque, se obtuvieron cuatro especies indicadoras (Cuadro 2).

El bosque dos fue denominado como bosque seco a elevaciones bajas (BSB de *Brosimum* y *Astronium*) y fue representado por siete parcelas en el suelo dos. El BSB, se encuentra al Sur de los otros dos tipos de bosque, rodeado de bosque de pinos y encinos, y en zona más seca, ubicada en el Valle de Olanchito, dentro de la Hacienda La Lima, en el departamento de Yoro. La altitud media fue de 401 msnm, y el pH promedio de 6.3. En este bosque se pudo presenciar especies características de bosque secos, entre las cinco especies más importante por su valor de IVI están *Brosimum spl.*, *Bursera simaruba*, *Calycophyllum candidissimum*, *Lysiloma spl.*, y *Astronium graveolens*. (Cuadro 1). Este bosque obtuvo la mayor cantidad de especies indicadoras (Cuadro 2).



Una consideración importante para este tipo de bosque es la presencia de especies poco comunes entre estas; *Amyris sp.*, *Apoplanesia paniculata*, *Cupania sp.*, *Exothea paniculata*, *Krugiodendron sp1.*, *Lonchocarpus sp2.*, *Phyllostylon rhamnoides*.

El bosque tres fue denominado como bosque húmedo a elevaciones altas, (BHA de *Virola guatemalensis*) se encuentra al Sur del departamento de Atlántida, en parcelas con una elevación promedio de 1032 msnm, un pH promedio de 4.9. Este fue el bosque representado por la mayor cantidad de parcelas (16) y básicamente se ubicaron en cuatro sitios, parte alta de la RBL, Peñas Blancas, al Sur del JBL, Pajuiles, Texíguat (La Liberación, dentro de un AP), estas comunidades en el departamento de Atlántida, suelo uno. En el suelo dos, se ubicaron en el Cerro Cabeza de Negro, y tres parcelas (aldea la Fortaleza y San José de los Guares) al Norte del Departamento de Yoro (Figura 5).

Las cinco especies con mayor valor de IVI en el bosque tres fueron *Purdiaea belizensis*, *Mortonioidendron sp1*, *Macrolobium sp1*, *Calophyllum brasiliense* y *Virola guatemalensis* (Cuadro 1). En cuanto a especies indicadoras solamente se encuentra la especie de *Virola guatemalensis* (Cuadro 2).

La familia de las Arecaceae, fue representada por 34 individuos. Para el bosque BHB de *Tetrorchidium* y *Attalea* se reportaron 14 individuos de *Attalea butyracea*, con un dap promedio de 43 cm, lo que la hace una de las especies con mayor valor de IVI para este bosque. En el BSB de *Brosimum* y *Astronium* sólo se encontró un individuo de palma, *Acrocomia aculeata*, (31 cm de dap). En el BHA de *Virola guatemalensis*, se reportó la mayor cantidad de palmas, tres individuos de *Astrocaryum mexicanum*, con un dap promedio de 5.7 cm ubicada en una parcela en la RBL. También se reportaron ocho individuos de la especie *Colpotherinax cookii*, con un dap promedio de 22.5 cm, se distribuyeron en una parcela ubicada en Texíguat y otra parcela ubicada en el Cerro Cabeza de Negro. La especie de *Euterpe precatoria*, fue reportada con ocho individuos, con un dap promedio 12.46 cm, en cuatro parcelas para este tipo de bosque.

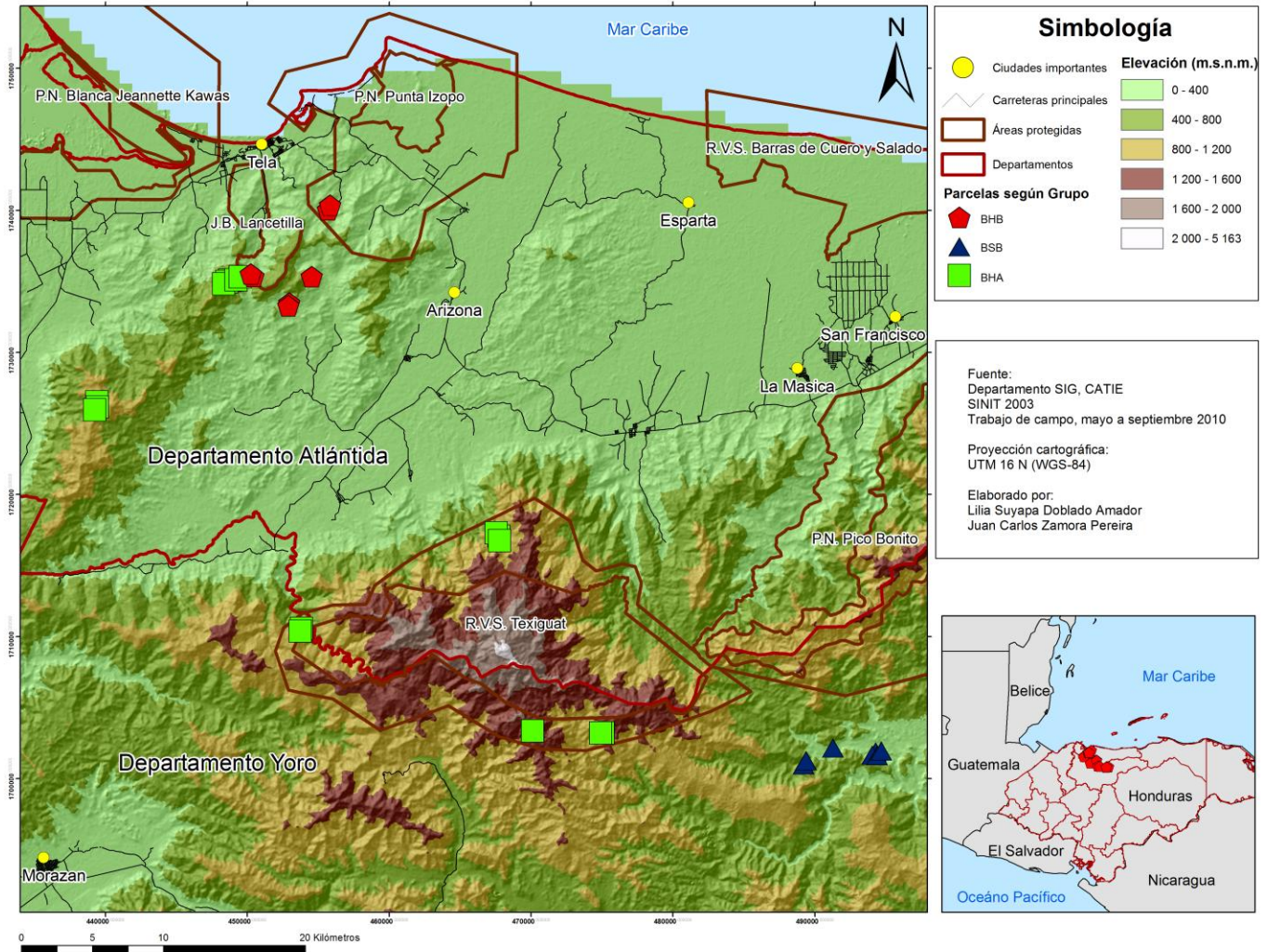


Figura 5. Mapa de ubicación de las 30 parcelas temporales de muestreo establecidas (0.25), ubicadas a lo largo de un gradiente altitudinal. Las parcelas son presentadas también por el grupo o tipo de bosque identificado

La curva de rarefacción para los tres tipos de bosque, mostró tasas de acumulación de especies por esfuerzo de muestreo. El área muestreada para los BHB de *Tetrorchidium* y *Attalea* y BSB de *Brosimum* y *Astronium* fue de 1.75 ha, y para el BHA de *Virola guatemalensis* fue de 4 ha. Se observa que en las 7 parcelas (1.75) que es el área comparable entre los tres bosques, el BHA presentó (127 especies) seguido por el BHB (61 especies) y en menor grado al BSB (28 especies). La mayor acumulación de especies para el BHA es debido a que éste agrupó la mayor cantidad de parcelas comparada con los otros dos tipos de bosque (Figura 6).

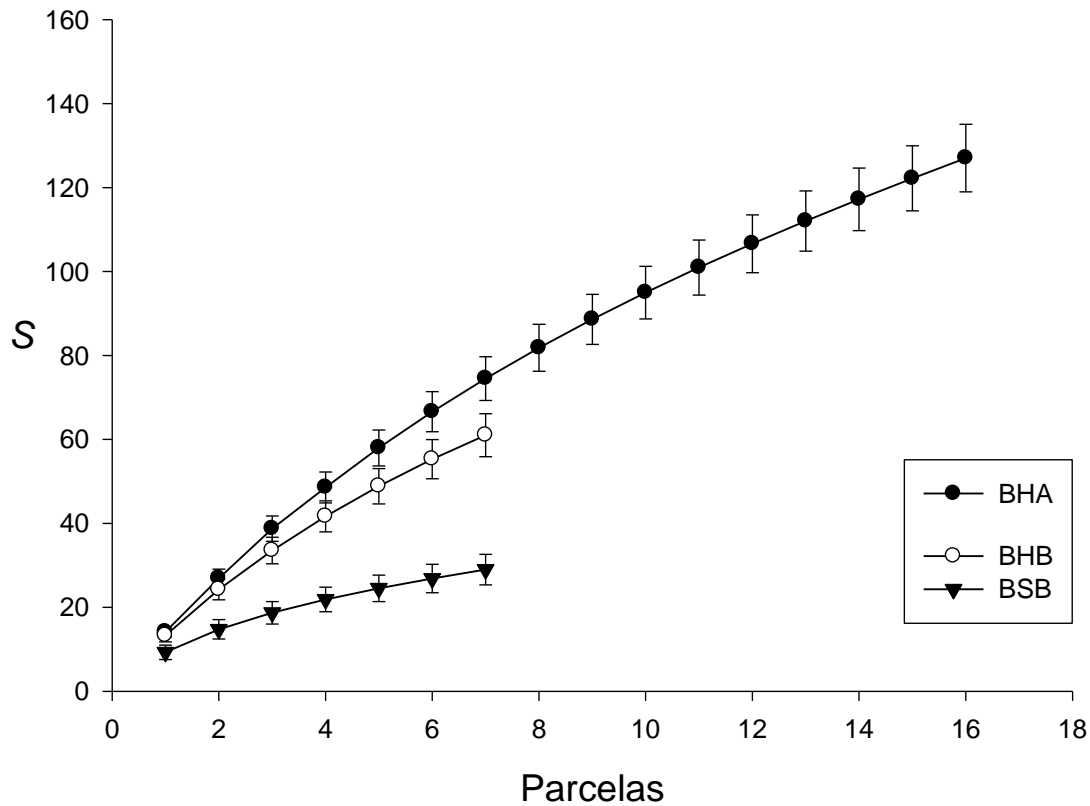


Figura 6. Curva de rarefacción de especies, para los tres tipos de bosque identificados.

#### 4.4 Comparación de los tipos de bosque por sus variables de estructura, composición y de diversidad arbórea

No se encontraron diferencias significativas entre los tres tipos de bosque para los valores promedios de riqueza y del índice de diversidad de Shannon. Sí, se encontraron diferencias para los índices de diversidad de  $\alpha$  Fisher en y Simpson (Cuadro 3). De acuerdo con el índice Alpha Fisher, el BSB de *Brosimum* y *Astronium*, es menos diverso comparado estadísticamente con los otros dos tipos de bosque. El índice de Simpson, muestra al BHA de *Virola guatemalensis* con mayor diversidad arbórea.

*Cuadro 3. Diferencias de medias y sus errores asociados para las variables de riqueza y diversidad a nivel de las especies arbóreas con  $dap \geq 30$  cm. Comparaciones realizadas a través de ANDEVA y la prueba de comparación de medias LSD Fisher. Letras distintas indican diferencias significativas con un  $p \leq 0.05$ . Los índices de diversidad se trabajaron con una transformación a rango, las medias originales son presentadas entre paréntesis.*

	<b>BHB</b>	<b>BSB</b>	<b>BHA</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>Índice</b>	<b>n= 7</b>	<b>n = 7</b>	<b>n = 16</b>		
Riqueza	A13.29 ±1.30	A 9.29± 1.97	A 14.06 ±1.94	1.78	0.1879
Alpha Fisher	A(18.67) 17.93± 2.85	B (6.90) 6.71± 2.85	A (20.45)18.28± 1.89	6.18	<b>0.0062</b>
Simpson	(0.07)A15.07 ± 3.02	(0.13)A 22.86± 3.02	(0.12)B 12.47±1.99	4.14	<b>0.0270</b>
Shannon	(2.31)A16.14 ± 3.16	(1.96) A 9.36 ± 3.16	(3)A 17.91 ± 2.09	2.57	0.09647

Para los parámetros estructurales de Número de individuos/ha y Área basal (m<sup>2</sup>)/ha para cada clase diamétrica, se encontraron diferencias estadísticas entre los tipos de bosque, para el BSB, para las clases diamétricas de 60-69 y 70-79 cm en donde se encuentran menos cantidad de individuos que ambos tipos de bosque húmedo (Cuadro 4 y 5).

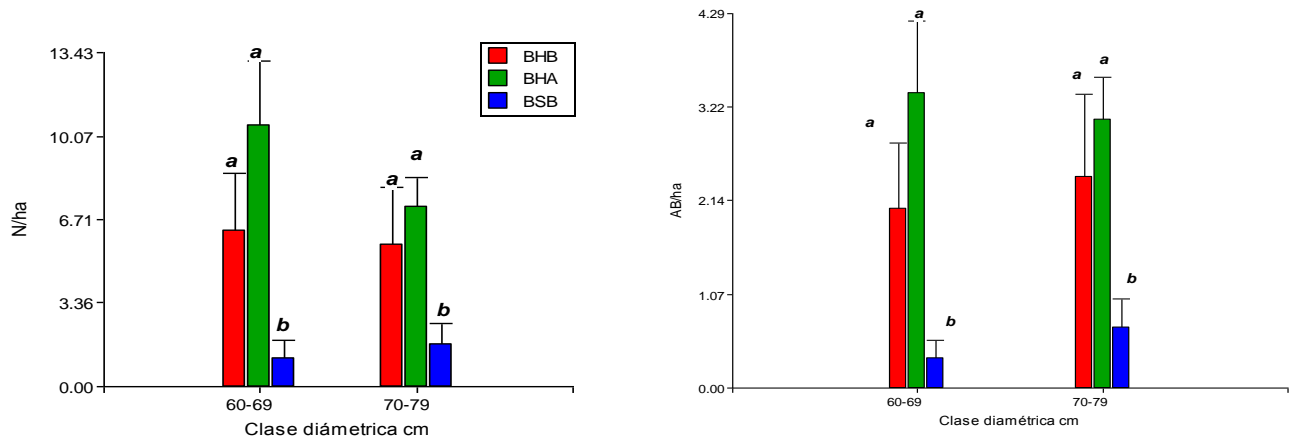
*Cuadro 4. Diferencias de medias y sus errores asociados para las variable estructura de Número de individuos/ha (por clase diamétrica) a nivel de toda la comunidad arbórea  $dap \geq 30$  cm. Comparaciones realizadas a través de ANDEVA y la prueba LSD Fisher. Letras distintas indican diferencias significativas con un  $p \leq 0.05$ . Las clases diamétricas se transformaron a rango, las medias originales se presentan entre paréntesis.*

<b>N/ha</b>	<b>BHB</b>	<b>BSB</b>	<b>BHA</b>	<b>F</b>	<b>p</b>
30-39	(28.00) A 9.43 ± 3.16	(42.29) A 6.71 ± 3.16	(44.50) A 17.63 ± 2.09	2.44	0.1066
40-49	(23.43) A 12.93 ± 3.34	(29.71) A 18.14 ± 3.34	(31.50) A 15.47 ± 2.21	0.61	0.5517
50-59	(12.57) A 17.21 ± 3.37	(9.14) A 14.64 ± 3.37	(12.00) A 15.13 ± 2.23	0.18	0.8399
60-69	(6.29) A 15.57 ± 2.84	(1.14) B 7.79 ± 2.84	(10.50) A 18,84 ± 1.88	5.26	<b>0.0118</b>
70-79	(5.71) A 15.21 ± 2.89	(1.71) B 8.57 ± 2,89	(7.25) A 18.66 ± 1.91	4.23	<b>0.0253</b>
80-89	(2.86) A 17.43 ± 2.75	(0.57) A 12.57 ± 2.75	(1.50) A 15.94 ± 1.82	0.84	0.4429
90-99	(2.29) A 18.21 ± 2.40	(0) A 12.00 ± 2.40	(2.00) A 15.84 ± 1.59	1.72	0.1976

*Cuadro 5. Diferencias de medias y sus errores asociados para las variable estructura de área basal ( $AB\ m^2$ )/ha (por clase diamétrica) a nivel de toda la comunidad arbórea con  $dap \geq 30$  Comparaciones realizadas a través de ANDEVA y la prueba LSD Fisher. Letras distintas indican diferencias significativas con un  $p \leq 0.05$ . Las clases diamétricas se transformaron a rango, las medias originales se presentan entre paréntesis.*

<b>AB/ha</b>	<b>BHB</b>	<b>BSB</b>	<b>BHA</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
30-39	(2.72) A 10.29 ± 3.25	(4.08) A 16.86 ± 3.25	(4.14) A 17.19 ± 2.15	1.68	0.2052
40-49	(3.63) A 13.00 ± 3.37	(4.50) A 18.43 ± 3.37	(4.72) A 15.31 ± 2.23	0.66	0.5263
50-59	(2.81) A 17.43 ± 3.42	(2.13) A 14.86 ± 3.42	(2.72) A 14.94 ± 2.26	0.21	0.8139
60-69	(2.06) A 15.71 ± 1.87	(0.33) B 7.36 ± 2.82	(3.37) A 18.97 ± 1.87	5.88	<b>0.0076</b>
70-79	(2.42) A 15.29 ± 2.82	(0.64) B 7.21 ± 2.82	(0.79) A 19.22 ± 1.86	6.33	<b>0.0056</b>
80-89	(1.56) A 17.07 ± 2.83	(0.32) A 13.00 ± 2.83	(1.37) A 15.91 ± 2.83	0.57	0.5734
90-99	(.52) A 18.29 ± 2.41	(0) A 12.00 ± 2.41	(3.33) A 15.81 ± 1.59	1.75	0.1933

En la Figura 7 se presentan las clases diamétricas que difirieron estadísticamente entre los tipos de bosque identificados.



a) Número de individuos/ha

b) Área basal (m<sup>2</sup>)/ha

Figura 7. Distribución promedio para las clases diamétricas que presentaron diferencias significativas a través de la prueba LSD Fisher. Letras distintas indican diferencias significativas con un  $p \leq 0.05$ , (a) N/ha, (b) AB/ha. Las clases diamétricas se trabajaron con una transformación a rango, se grafican aquí las medias originales

## 4.2 Relación de los tipos de bosque y las variables ambientales

### 4.2.1 Correlación entre variables ambientales

Las parcelas se distribuyeron en un rango de elevación desde una parcela establecida a los 100 msnm hasta una establecida a 1500 msnm. Como es de esperar, los valores de macronutrientes del suelo Ca, K, Mg y P, estuvieron todos positivamente correlacionados entre sí. Los micronutrientes tales como el Mn y Zn también presentaron correlaciones positivas con el Ca, K, Mg y P. El valor del pH se correlaciona positivamente con valores de Ca, K, Mg, Mn y Zn. La precipitación se correlacionó negativamente con K, Mg, Mn y el pH. La elevación en general, se correlacionó negativamente con el pH, temperatura y la precipitación (Anexo 5).

Para la comparación de las variables ambientales entre tipos de bosque se realizó un análisis de varianza. Las comparaciones mostraron que los bosques se diferencian significativamente

para todos los elementos del suelo (a excepción del Fe), el clima y la elevación. La textura no varía para ninguno de los tres tipos de bosque. El BHA de *Virola guatemalensis*; presentó una mayor elevación, menor temperatura, y suelos más ácidos que los otros dos tipos de bosques, con menos cantidades de Ca y Mg. El BSB de *Brosimum* y *Astronium*, presentó un mayor valor de pH, con menor precipitación, mayor cantidad de micronutrientes y mayores cantidades de MO% y N% (Cuadro 6).

*Cuadro 6. Diferencias de medias y sus errores asociados para las variables ambientales en cada tipo de bosque. Comparaciones realizadas a través de ANDEVA y la prueba LSD Fisher. Letras distintas indican diferencias significativas con un  $p \leq 0.05$ . Las variables de textura (arena, limo y arcilla), pendiente y pH se trabajaron con los datos originales. Las variables de Fe, Cu, P MO, N, y la elevación se trabajaron con una transformación a rangos. Las variables Ca, Mg, Zn, K, Mn, precipitación y temperatura se trataron como no paramétricas, y su comparación se realizó a través de la prueba Kruskal Wallis. Las medias originales se presentan entre paréntesis.*

Variable	BHB	BSB	BHA	F	P
Arena %	A 59.66 ± 4.23	A 56.17 ± 4.23	A 59.83 ± 2.80	0.28	0.7588
Limo %	A 20.69 ± 2.05	A 21.94 ± 2.05	A 22.23 ± 1.36	0.2	0.8194
Arcilla %	A 19.66 ± 2.57	A 21.89 ± 2.57	A 17.90 ± 1.70	0.85	0.437
Pendiente (%)	A 27.00 ± 5.14	A 24.00 ± 5.14	A 30.69 ± 3.40	0.63	0.5409
pH	A 5.64 ± 0.22	A 6.27 ± 0.22	B 4.93 ± 0.15	13.32	<b>0.0001</b>
Fe (ppm)	(27.00) A 12.00 ± 3.36	(37.36) A 16.29 ± 3.36	(41.59) A 6.69 ± 2.22	0.71	0.4995
Cu (ppm)	(0.61) B 14.64 ± 2.80	(19.81) A 24.43 ± 2.80	(0.76) B 11.97 ± 1.85	6.94	<b>0.0037</b>
P (ppm)	(2.00) B 13.86 ± 2.83	(10.43) A 22.43 ± 2.83	(3.69) B 13.19 ± 1.87	3.94	<b>0.0315</b>
MO %	(3.69) B 11.43 ± 3.06	(5.38) A 22.43 ± 3.06	(4.66) B 14.25 ± 2.02	3.64	<b>0.0398</b>
N%	(0.18) B 11.43 ± 3.06	(0.27) A 22.43 ± 3.06	(0.23) B 14.25 ± 2.02	3.64	<b>0.0398</b>
Elevación (msnm)	(284.7) B 5.43 ± 1.64	(400.57) B 9.57 ± 1.64	(1031.81) A 22.50 ± 1.08	56.3	<b>0.0001</b>
<b>Kruskal Wallis</b>					
				H	P
Ca (ppm)	(1027.14) A 17.17	(2677.4) A 23.43	(952.50) B 23.43	11.72	<b>0.0028</b>
Mg (ppm)	(173.43) A 17.00	(369.14) B 23.57	(142.50) B 23.57	11.89	<b>0.0026</b>
Zn (ppm)	(0.51) A 14.83	(3.11) B 24.00	(1.66) A 11.13	11.14	<b>0.0038</b>
K (ppm)	(103.71) A 16.17	(159.14) B 23.86	(85) A 10.69	11.79	<b>0.0027</b>
Mn (ppm)	(12.93) A 15.17	(49.79) B 25.00	(9.46) B 10.56	14.00	<b>0.0009</b>
Precip. (mm)	(2217.57) B 14.83	(1180) A 4.00	(2322) B 19.88	16.93	<b>0.0002</b>
T °C	(28.14) B 18.67	(29.86) B 25.86	23.31) A 8.88	20.77	<b>&lt;0.0001</b>

#### 4.2.2 Variación de la composición arbórea con las variables ambientales

La variación de la composición de especies fue explicada en un 28.65% (Cuadro 7) siendo la varianza residual o lo no explicado por las variables de clima, elevación, suelo y distancia geográfica de 71.34 %. La distancia geográfica fue la que mayor explicación dio, seguido por suelo, luego clima y con menor explicación la elevación. La interacción que mayor varianza explicó fue la distancia geográfica con suelo y con clima (Cuadro 7). Sin embargo, cuando se observa la contribución única de cada una de las matrices de ambiente, la distancia geográfica sigue siendo la que mejor explica la composición arbórea (Cuadro 7). El segundo valor más alto fue clima y luego suelo. La elevación por sí sola no tiene ninguna contribución estadística a la composición arbórea (Cuadro 7).

*Cuadro 7. Coeficientes de determinación obtenidos del RDA para cada una de las matrices ambientales. Se presenta la varianza explicada de cada matriz, las interacciones y la contribución única*

<b>Variab Ambientales</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>Coefficiente de determinación ajustado R<sup>2</sup></b>
Clima	0.17324	0.11200
Suelo	0.28807	0.13975
Elevación	0.07862	0.04571
Distancia geográfica	0.41538	0.22937
Clima + suelo	0.37930	0.18180
Clima + elevación	0.23136	0.14267
Clima + distancia geográfica	0.49456	0.26711
Suelo + elevación	0.33629	0.16315
Suelo + distancia geográfica	0.56706	0.26711
Elevación + distancia geográfica	0.46216	0.25727
<b>Todas las variables</b>	<b>0.65556</b>	<b>0.28651</b>
<u>Contribución única</u>		
Clima		0.00578
Suelo		0.00103
Elevación		-0.00161
Distancia geográfica		0.07785



### 4.2.3 Autocorrelación espacial: composición arbórea y variables ambientales

Los correlogramas multivariados de Mantel indican una autocorrelación espacial entre pares de parcelas con respecto a la composición arbórea, variables ambientales (Figura 8)

En general, la composición arbórea y elevación presentaron similares tendencias, conforme aumentó la distancia, perdiéndose la correlación hasta una distancia aproximada de 16 km. A la distancia de 26 km la composición y la elevación presentan correlaciones negativas indicando que pares de parcelas a esa distancia son distintas. En cambio las variables de suelo mostraron correlación positiva en las tres primeras clases de distancia, indicando que pares de parcelas son similares en factores químicos y físicos del suelo hasta una distancia de 700 metros. Las variables de clima no mostraron relación entre pares de parcelas en ninguna clase de distancia.

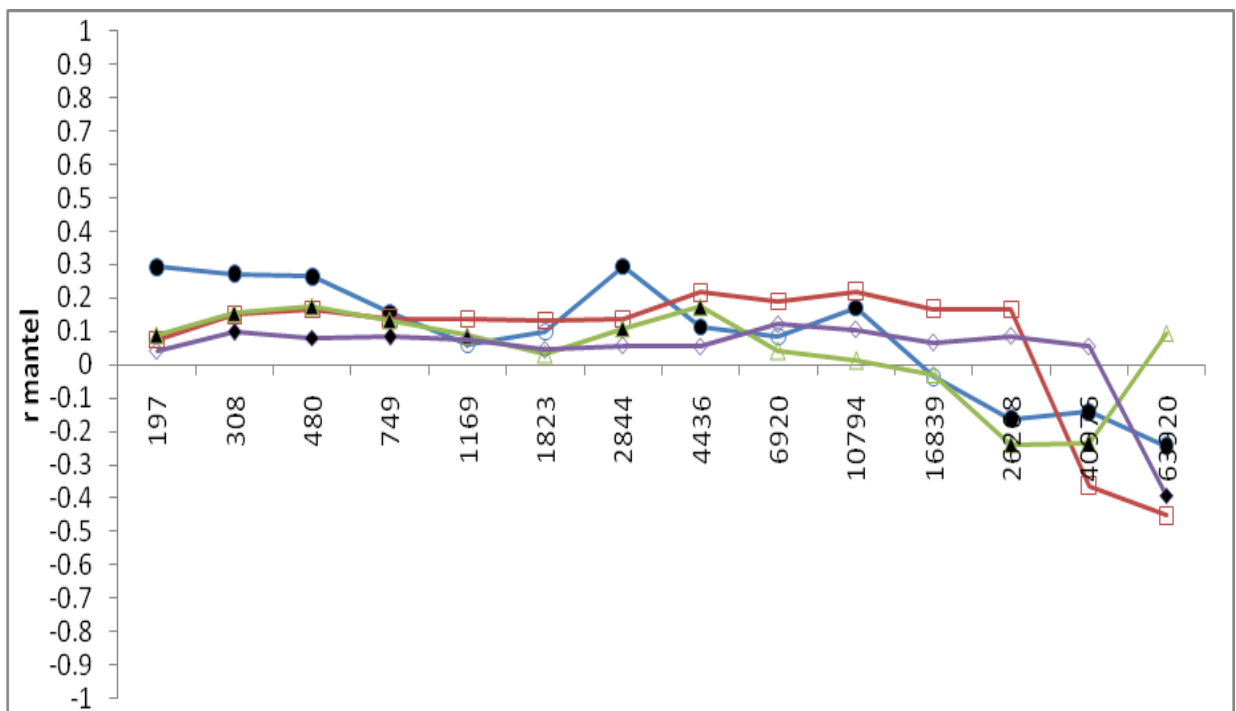


Figura 8. Coeficientes de autocorrelación espacial de pares de parcelas de bosque para 14 distancias (m) clases de distancia geográfica. Eje x (distancias en m). La línea color azul representan la composición, líneas verdes a la elevación, línea roja al clima y la línea morada a las variables de suelo. Los puntos negros, en cada serie corresponden a correlaciones significativas ( $p < 0.05$ ), y puntos transparentes corresponden a correlaciones no significativas.

## 5 DISCUSION

### 5.1 Caracterización general

La identificación y caracterización de comunidades o tipos de bosque es un elemento clave en las estrategias de conservación de la biodiversidad a escalas de paisajes. Investigaciones relacionadas, entre estas, Ramos y Finegan (2006), Murrieta *et al.* (2007), Chain (2009), Sesnie *et al.* (2009) han sido realizadas en Corredores Biológicos de Costa Rica, con el fin de proponer o establecer redes de conectividad ecológicas y líneas bases para futuras propuestas de investigación, monitoreo, distribución y modelación de especies vegetales en escenarios futuros de cambio climático, y herramientas potenciales que permitan tener argumentos sólidos para la gestión y diseño de un corredor biológico.

La identificación de tipos de bosque, es base, partiendo siempre de la idea que es necesario inventariar y conocer las comunidades arbóreas de un área específica, como punto de partida para un manejo y conservación efectivo (Zamora *et al.* 2004). En revisión de literatura, realizada por la autora de este estudio, no se encontraron trabajos de investigación diseñados con el propósito de clasificar tipos de bosques para el área de estudio. Por lo que este trabajo se considera una sólida herramienta de manejo, que puede ser utilizada, para llenar vacíos ecológicos, al contar con información arbórea de parches de bosque fuera y dentro de las AP. A la vez es un insumo para políticas tales como estrategias de conservación y declaratorias legales para los parches estudiados, muchos de los cuales son zonas abastecedoras de agua de las comunidades aledañas y los sitios reciben protección solamente por parte de los comunitarios. Además se cuenta con información de especies con importancia ecológica tal es el caso de nuevas especies reportadas. Asimismo, especies con potencial maderable un posible nuevo registro de *Cedrela* sp. (BHA) para el país Hondureño. Esta especie está siendo aprovechada sin un manejo forestal sostenible aun sin haberse descrito para la zona, el reporte de esta especie nos puede dar pautas para estrategias de plantaciones, sistemas agroforestales lo que a la vez son herramientas que aumentan la cobertura arbórea y entrelazan los paisajes fragmentados de la región (com. pers. Navarro, C 2011)

Para el objetivo de identificación y caracterización de tipos de bosque, se utilizaron en este estudio, herramientas de análisis de conglomerados y ordenación, estos métodos en base al IVI (abundancia, dominancia y frecuencia relativa) de cada especie, permitieron agrupar parcelas por su similitud en la composición arbórea y después explorar la relación de las especies con las comunidades formadas.

Los tres tipos de bosque identificados se encuentran en la Ecoregión de Bosque Húmedo del Atlántico de Centroamérica (Dinerstein *et al.* 1995). La que representa la misma zona de estudio de investigaciones similares, Ramos y Finegan (2006), Murrieta *et al.* (2007), Chain (2009), Sesnie *et al.* (2009).

En la zona de estudio, se reportan el bosque tropical siempreverde latifoliado tierras bajas (0-500 msnm) y el bosque tropical siempreverde latifoliado submontano (500-1000 msnm), estos ecosistemas, basados en la clasificación de ecosistemas de la UNESCO (House y Mejía 2002). Se encontraron especies características para cada una de las dos clasificaciones anteriores y reportadas en el presente estudio. Para el bosque tropical siempreverde latifoliado tierras bajas y el BHB (elevación promedio de 285 msnm) y el BSB (elevación promedio de 401 msnm) se encontraron en común las siguientes especies; *Astronium graveolens*, *Brosimum alicastrum*, *Bursera simaruba*, *Calophyllum brasiliense*, *Licania platypus*, *Luehea seemannii*, *Guarea grandifolia*, *Virola koschnyi*, *Pouteria izabalensis*. Para el bosque tropical siempreverde latifoliado submontano y el BHA se encontraron en común las especies de; *Brunellia mexicana*, *Hedyosmum mexicanum*, *Podocarpus sp.*, *Alchornea latifolia*, *Dendropanax arboreus*, *Licania platypus*, *Vochysia guatemalensis*,

Las diez especies con mayor valor de IVI para el BHB fueron; la mayoría representan o son características de bosques poco intervenidos, a excepción de las especies *Spondias mombin*, *Attalea butyracea* y *Heliocarpus appendiculatus*, que pueden encontrarse en bosques con cierto grado de perturbación, esto tal como se observo en campo, la palma *A. butyracea*, y *H. appendiculatus*, se encontraron en parcelas con evidencia de fuerte claros en el dosel, y alrededor presencia de bosques secundarios. Cabe resaltar que la mayoría de parcelas de este tipo de bosque, se encuentran en las fuentes de agua de las comunidades aledañas, y representan de los pocos parches de bosque que se encuentran en la zona cercana a la RBL.

Las especies con los diez mayores valores de IVI, reportadas, para el BSB. En general la mayoría de estas especies se distribuyen de climas secos a húmedos, y también crecen en bosques primarios, secundarios, p.e. la especie de *A. graveolens* (INBio 2007).

Para el BHA, se encontraron algunas parcelas dominadas por una sola especie. Tal es el caso de *P. belizensis*, misma que representa el 100% de individuos en una sola parcela, e igualmente la especie *Macrolobium* sp1. (Una especie muy abundante dentro de una sola parcela, en Texíguat). La especie de, *C. brasiliense*, sí es reportado en varias parcelas de este tipo de bosque, sin embargo en una parcela se reportaba muy abundante, lo que es característico de esta especie, en algunos sitios de Costa Rica se le denomina “Marillales” a sus asociaciones (INBio 2007).

Las especies indicadoras para el BHB y BSB, se encuentran entre las mismas especies con los primeros diez mayores valores de IVI para estos bosques. Lo que puede indicar que son especies con mayor distribución en las parcelas de estos grupos. Específicamente el BSB, presentó mayor cantidad de especies indicadoras, ya que se encuentran en una zona seca, y presentó menores valores de riqueza, comparados con los otros dos tipos de bosques. En el BHA, sólo se detectó la especie indicadora, *Virola guatemalensis*, la cual ocupa el cuarto valor de IVI para este bosque, pero se encuentra mayormente distribuida, comparado con las otras especies que se encontraron muy abundantes dentro de pocas parcelas.

En el NMS, se reafirmaron los tres tipos de bosques, obtenidos del análisis de conglomerados, el BSB se encuentra bien separado, espacialmente del BHB y BHA ya que las parcelas se encuentran muy cercanas y poseen alta similitud de especies entre sí, lo que es demostrado también por la presencia de mayor cantidad de especies indicadoras.

Para este estudio, en cuanto a riqueza y el índice Shannon, no se encontraron diferencias significativas para los bosques identificados. El índice Alpha Fisher, determinó que el BSB, es menos diverso que los otros dos tipos de bosque. Por su parte el índice Simpson, determinó al BHA, como el bosque más diverso. En general para la riqueza estos resultados indicarían que el gradiente estudiado no representa un cambio suficiente en la elevación que permita observar

una marcada disminución de especies. Gentry (1988), reporta que cambios en cuanto a disminución de diversidad se pueden observar en elevaciones entre 1500-3000 msnm.

En cuanto a estructura (individuos/ha) y área basal (ha), la distribución de individuos, se presentaron con mayor cantidad de árboles para las clases de 30-39 cm y 40-49 cm y esto disminuyó para el resto de clases, presentado la estructura discétanea, es decir individuos, distribuidos en varias clases de tamaño y se representan mediante una distribución de J invertida (Louman *et al.* 2001).

Aunque el número total de individuos por hectárea no fue significativamente distinto entre bosques, sí hubo diferencias por clases diamétricas en el BSB, para las clases de 60-69cm y 70-79cm de dap, debido a la baja cantidad de individuos presentes en estas clases para este tipo de bosque. Los análisis de la estructura se realizaron para el total de especies con dap  $\geq$  30 cm, para las palmas, solamente la especie de palma *A. b butyracea* (14 individuos), se reporta arriba de este dap, el resto de especies de palmas se reportan en clases diamétricas menores.

## **5.2 Relación de tipos de bosques con las variables ambientales**

En general para estrategias de conservación, la caracterización de los tipos de bosques y su entendimiento con la interacción de factores ambientales y geográficos, determinan su composición y el recambio de especies, con el fin de generar información sobre patrones de diversidad y distribución geográfica de las especies, aumentando así la capacidad predictiva de sistemas prioritarios para la conservación (Matteucci y Colma 1982, Scatena 2002).

En este estudio se relacionó la composición arbórea con variables ambientales de clima, elevación y suelo. En general la elevación se correlacionó positivamente con el Fe y la precipitación y correlación negativa con el Mn, pH y la temperatura. Pudiéndose decir que este gradiente altitudinal aunque no es continuo, está asociado a gradientes ambientales de clima y suelo. Estas relaciones han sido demostradas en otros estudios (Gentry 1988, Chain 2009, Sesnie *et al.* 2009). A la vez, en este estudio, los bosques presentan cambios importantes en la fertilidad del suelo y su acidez, así también con la precipitación con su correlación positiva con el Ca y K. La correlación positiva entre los valores de Ca, K, Mg y pH del suelo indicaría

a su vez una relación entre la acidez y la fertilidad del suelo, datos similares encontrados por Chain (2009).

Las comparaciones estadísticas para las variables ambientales, en los tres tipos de bosque identificados, denotaron para el BHB y BSB elevaciones promedio más bajas que el BHA, mayor cantidad de Ca, Mg y K, y mayor cantidad de los micronutrientes de Cu, Mn y Zn. EL BSB, presento la mayor cantidad de MO% y Nitrógeno%. La precipitación promedio anual, fue muy diferente para los tres tipos de bosque, y la temperatura promedio anual para el BHB y BSB no obtuvo diferencias, 28 °C media y 29 °C media respectivamente. El BHA tuvo una temperatura promedio más baja esto relacionado directamente con la elevación, que fue mayor para este tipo de bosque.

### **5.3 Variación de la composición arbórea con las variables ambientales**

Existen dos teorías fundamentales que pueden explicar la variación o intercambio de la composición arbórea en un sitio. Primero, la variación en las condiciones ambientales puede formar ensamblajes de asociaciones de hábitat y especies, esto, conocido como modelo control del ambiente o del nicho. Segundo, también ensamblajes de las especies entre sí mismas y factores tales como la limitación de la dispersión pueden agregar patrones espaciales, a este modelo se le llama mecanismos neutrales (Borcard y Legendre 2002, Legendre *et al.* 2005, Legendre *et al.* 2009). Algunos estudios, demuestran que ambos modelos pueden o son responsables de la diversidad beta para los sitios en donde se han estudiado (Legendre *et al.* 2009). La diversidad beta es clave para entender que gradientes ambientales controlan la diversidad en las comunidades ecológicas (Moreno 2001). Pero lo más importante, es que la diversidad beta es tan útil como la diversidad alfa en conservación, porque explica cómo se puede influenciar la diversidad a gran escala (Condit *et al.* 2002).

En este estudio, la distancia geográfica fue la variable determinante en la variación de la composición arbórea, seguido por el suelo (P, Fe, Mn, Zn y el pH), y el clima y con menor explicación la elevación. Cuando se observo la contribución única de cada una de las matrices de ambiente, la distancia geográfica siguió explicando en mayor grado la

composición arbórea. Lo anterior, apoya la idea de algunos estudios, entre estos los de Condit *et al.* (2002) que sugieren la distancia geográfica, como mejor predictor de la similaridad florística entre sitios seguida de factores ambientales entre esto, climáticos y de elevación. Sin embargo, como señala Chain (2009) es importante el estudiar y evaluar la capacidad de dispersión de las plantas registradas en el paisaje, para un mejor entendimiento de la dependencia de la variación del ambiente o papeles determinantes que la distancia geográfica puede tener sobre grupos funcionales de plantas de semillas grandes y pobremente dispersadas, y de semillas pequeñas y ampliamente dispersadas. En síntesis el intercambio o variación de la composición arbórea, está siendo determinada o explicada, por la combinación tanto del modelo neutral en mayor porcentaje, como del modelo control o del nicho.

Los correlogramas de Mantel, indicaron que en el paisaje estudiado existe una estructura espacial en la composición arbórea y el ambiente. Es decir, las variables ambientales bajo estudio y la abundancias de las especies, se parecen más entre parcelas cercanas que entre parcelas lejanas. Lo anterior concuerda con resultados obtenidos en estudios realizados en bosques centroamericanos (Condit *et al.* 2002, Chain 2009, Sesnie *et al.* 2009). Si múltiples factores estén correlacionados con la composición florística, la existencia de autocorrelación espacial puede significar gran importancia a las relaciones observadas (Sesnie *et al.* 2009).

## **6 CONCLUSIONES**

La investigación presentada aquí, es considerada como un primer esfuerzo de identificación y caracterización de los bosques en la propuesta del Corredor del Caribe Hondureño. Y representa una línea base para estudios similares en la zona, y una herramienta que permitirá poseer argumentos sólidos para la gestión de un corredor biológico.

Por lo menos existen tres tipos de bosques naturales dentro de la sección de propuesta del Corredor del Caribe Hondureño, los cuales pudieron ser determinados en términos de su

estructura, composición, riqueza y diversidad arbórea. Asimismo, es importante que para cada tipo de bosque, se cuenta con valores de pesos ecológicos de las especies (IVI) y especies indicadoras, esta información puede ser muy útil para el reconocimiento de tipos de bosque en campo.

Para los tipos de bosque identificados, se cuenta con datos y comparaciones con variables ambientales de clima, elevación y suelo, con el fin de que esta información pueda ser utilizada para el entendimiento de interacciones ecológicas con la composición arbórea y generar o modelar patrones de diversidad y distribución de comunidades naturales.

La variación de la composición arbórea en el paisaje estudiado, según las pruebas empleadas para tal fin, fue mayormente explicada por la distancia geográfica, como principal mecanismo de variación o determinante del intercambio de especies, seguido por las variables de suelo, clima y en menor grado la elevación.

Existe una estructura espacial entre pares de parcelas con respecto a la composición arbórea y variables ambientales en el paisaje muestreado.

Se reportan especies raras por su poca distribución y se reporta también la especie *Chiangiodendron mexicanum*, (familia Achariaceae), un nuevo registro para la flora de Honduras, especie encontrada en dos sitios diferentes. Uno dentro del AP de Texíguat y segundo en las parcelas establecidas en la comunidad de Pajuiles, en el Municipio de Tela.

## **7. RECOMENDACIONES**

Es necesario que los resultados obtenidos en este estudio, sean utilizados para la gestión y planificación del Corredor del Caribe, ya que, hasta la fecha, no se encontró, suficiente información de las comunidades florísticas, así como argumentos sólidos en el diseño de este Corredor Biológico.



Es importante, que a medida de lo posible las parcelas temporales de muestreo establecidas, puedan instalarse como parcelas permanentes, para investigación y monitoreo en el corredor. La información presentada aquí, está disponible en el Jardín Botánico Lancetilla, un sitio denominado punto focal de la estrategia de conservación de plantas en Honduras.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- AFE-COHDEFOR, 2006.** El sector forestal de Honduras. (En línea). Tegucigalpa, Honduras. Consultado Octubre de 2009. Disponible en: <http://www.fao.org/forestry/40925/es/>
- AFE-COHDEFOR, 2007.** Política del sector forestal, áreas protegidas y vida silvestre. 12 p.
- Begon, M.; J.L. Harper; y C.R. Townsend. 1996.** Ecology: individuals, populations and communities. Third Edition. Blackwell Scientific. Victoria, Australia. 1068 p.
- Bennett, A. 2004.** “Enlazando el paisaje: el papel de los corredores y la conectividad en la conservación de la vida silvestre. UICN, San José, Costa Rica. 278 p.
- Berry, P. 2002.** Diversidad y endemismo en los bosques neotropicales de bajura. En Guariguata, MR; Kattan, GH (eds.). Ecología y Conservación de bosques neotropicales. EULAC/GTZ. LUR, Cartago, CR. 83-96 p.
- BORCARD, D., LEGENDRE, P. & DRAPEAU, P. 1992.** Partiailling out the spatial component of ecological variation. *Ecology* 73: 1045–1055.
- Borcard, D; Legendre P. 2002.** All-scale spatial analysis of ecological data by means of principal coordinates of neighbour matrices. *Ecological modeling*. ELSEVIER 153, 51-58 p.
- Chain, A. 2009.** Factores que influyen en la composición y diversidad de bosques en una red de conectividad ecológica en un paisaje fragmentado mesoamericano. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE 162 p.

- Clark, D. 2002.** Los Factores edáficos y la distribución de las plantas. En Guariguata, MR; Kattan, GH. (eds.). Ecología y conservación de bosques neotropicales. Ediciones LUR, Cartago, CR. 194-218 p.
- Colwell, R.K. 2006.** **EstimateS:** Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 8. Persistent URL <[purl.oclc.org/estimates](http://purl.oclc.org/estimates)>
- Condit, R;** Pitman, N; Leigh, EG; Chave, J; Terborgh, J; Foster, RB; Núñez, P; Aguilar, S; Valencia, R; Villa, G; Muller-Landau, HC; Losos, E; Hubbell, SP. 2002. Beta-Diversity in Tropical Forest Trees. *Science, New Series*, 295 (5555): 666-669 p.
- Core Team, 2010.** R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, ISBN 3-900051-07-0, <http://www.R-project.org>
- DiBio, 2007.** Corredores Biológicos en Honduras. Presentación en Power point.
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzales L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat** versión 2010. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- Dinerstein, E.; D.M. Olson; D.J. Graham; A.L. Webster; S.A. Primm; M.P. Bookbinder; y G. Ledec. 1995.** Una Evaluación del Estado de Conservación de las Ecoregiones Terrestres de América Latina y El Caribe. WWF-World Bank. Washington D.C. 145 p.
- DRAY, S., LEGENDRE P. & BLANCHET, G. 2009.** Packfor: Forward Selection with permutation. R package version 0.0-7/r58. <http://R-Forge.R-project.org/projects/sedar/>
- Estrada, A. Ch. 2000.** *Chiangiodendron mexicanum* Wendt ( Falcourtiaceae ), un nuevo registro para la flora arborescente de Costa Rica. *Brenesia* 54: 77-80.

**FAO, 2007.** State of the World's forests 2007. Roma, Italia, FAO. 157 p.

**Finegan, B; Palacios, W; Zamora, N; Delgado, D. 2001.** Ecosystem-level Forest Biodiversity and Sustainability Assesments for Forest Management 32 p. In Raison, 2001. Criteria and indicators for sustainable forest management. The international Union of Forestry Research Organizations (IUFRO).

**Finegan y Bouroncle, 2008.** Patrones de fragmentación de los bosques de tierras bajas, su impacto en las comunidades y especies vegetales y propuestas para su mitigación. *In* Harvey, C. 2008. Evaluación y conservación de biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamérica. Santo Domingo de Heredia, Costa Rica: Instituto Nacional de Biodiversidad-InBio. 624 p.

**Gentry, 1988.** Changes in Plant Community Diversity and Floristic composition on Environmental and Geographical Gradients. *Ann Missouri Bot. Gard.* 75(1): 2-34 p.

**Halffler, G.; Moreno, C.2005.** Significado Biológico de las Diversidades ALFA, BETA y GAMMA. Monografías Tercer Milenio vol. 4, S.E.A, Zaragoza, España. 18 p

**Harvey, C. 2008.** Evaluación y conservación de biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamérica. Santo Domingo de Heredia, Costa Rica: Instituto Nacional de Biodiversidad-InBio. 624 p.

**House, P.; Mejia, T. 2002.** Manual de Ecosistemas Vegetales de Honduras. Mapa de Consulta. Preparado para el Proyecto PARA. Tegucigalpa Honduras. 60 p.

**House, P.; Linares, J.; Diaz, L.; Zavala, s.; Lesko, C. 2006.** INVENTARIO FLORÍSTICO CUANTITATIVO DEL PARQUE NACIONAL PICO BONITO: LA MONTAÑA DE COROZAL Y LA MONTAÑA LOS HORNITOS. United States Agency for International Development.- International Resources Group (IRG). USAID. 63 p.

**INBio, 2007. En línea. Especies de costa Rica.** Consultado Febrero 2011. Disponible en <http://darnis.inbio.ac.cr/ubis/FMPro>

- Kattan, GH. 2002.** Fragmentación: patrones y mecanismos de extinción de especies. En Guariguata, MR; Kattan, GH. (eds.). Ecología y conservación de bosques neotropicales. Ediciones LUR, Cartago, CR. 561-590 p.
- Lamprecht, H. 1990.** Silvicultura en los trópicos: los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas: posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenible. GTZ. 335p.
- Legendre, P.; Borcard, D.; Peres-Neto, P. 2005.** Analyzing beta diversity: partitioning the spatial variation of community composition data. Concepts & Synthesis emphasizing new ideas to stimulate research in ecology. Ecology Monographs, 75(4), 453-450 p.
- Legendre, P.; Xiangcheng, M.; Haibao, R.; Keping, M.; Mingjian, Y.; FangSun, I.; Fangliang, H. 2009.** Partitioning beta diversity in a subtropical broad-leaved forest of China. Ecology, by the Ecological Society of America 90(3), 663-674 p.
- Lieberman, D; Lieberman, M; Peralta, R; Hartshorn, G. 1996.** Tropical forest structure and composition on a large-scale altitudinal gradient in Costa Rica. Journal of Ecology 84:137-152.
- Louman, B; Quirós, D; Nilsson, M. 2001.** Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central. Serie Técnica, Manual Técnico No. 46. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 265 p.
- McCune, B; Mefford, MJ. 1999.** Multivariate Analysis of Ecological Data Version 4.25 (PCORD). MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, U.S.A.
- McCune, B; Grace, JB. 2002.** Analysis of Ecological Communities. Software Design, Gleneden Beach, Oregon, USA. 300 p.
- Magurran, A. 1988.** Diversidad Ecológica y su Medida. Ediciones Vedral. Barcelona, España. 200 p.
- Matteucci, S; Colma, A. 1982.** Metodología para el estudio de la vegetación. USA, OEA. 163 p.

- MEA- Millenium Ecosystem Assessment, 2005.** Ecosystems and human well-being: biodiversity synthesis. Island Press Washington, D.C.
- Moreno, C. E. 2001.** *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza. 84 p.
- Murrieta, E.; Finegan, B.; Delgado, D.; Villalobos, R.; Campos, J. 2007.** Identificación y caracterización florística de bosques naturales en el Corredor Biológico Volcánica Central Talamanca, Costa Rica. *Recursos Naturales y Ambiente*/no. 51-52:57-68 p.
- Nelson Sutherland, C. H. 2008.** Catálogo de las plantas vasculares de Honduras. Espermatófitas. 1ra. Ed. (Tegucigalpa): Secretaria de Recursos Naturales y Ambiente/Guaymuras 1576 p.
- Noss, R. 1990.** Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. *Conservation Biology*, 4(4): 355-364.
- Ochoa, S. 2008.** Una perspectiva de Paisaje en el Manejo del Corredor Biológico Mesoamericano. *En Harvey, C. 2008.* Evaluación y conservación de biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamérica. Santo Domingo de Heredia, Costa Rica: Instituto Nacional de Biodiversidad-InBio. 624p.
- OKSANEN, J., KINDT, R., LEGENDRE, P., O’HARA, R. B. 2010.** Vegan: community ecology package version 1.8–5. <http://cc.oulu.fi/~jarioksa/softhelp/vegan.html>
- Ramos, Z; Finegan, B. 2006.** Red ecológica de conectividad potencial: estrategia para el manejo del paisaje en el corredor biológico San Juan-La Selva. *Recursos Naturales y Ambiente*. No. 49:125-136.
- SERNA, DAVPS, COHDEFOR, GTZ, PNUD, GEF. 2001.** Caracterización de áreas prioritarias del Corredor Biológico Mesoamericano en Honduras. Documento de trabajo. 62 p.

- Sesnie, E; Finegan, B; Gessler, P; Ramos, Z. 2009.** Landscape-Scale environmental and Floristic Variation in Costa Rican Old-Growth Rain Forest Remnants. *Biotropica* 41 (1): 16-26.
- Simmons, C. 1969.** Informe al Gobierno sobre los Suelos de Honduras. FAO. 108 p.
- SINAC, 2007.** Sistema Nacional de Áreas de Conservación del Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE). 2007. Programa de monitoreo ecológico de las Áreas Protegidas y corredores biológicos de Costa Rica (PROMECC-CR) Etapa I (2007-2011). Documento técnico de referencia. El monitoreo ecológico como componente integral del manejo de Áreas Protegidas y Corredores Biológicos en los trópicos: conceptos y práctica: San José, Costa Rica. 62 p.
- SINAC-MINAE. 2007.** GRUAS II: propuesta de ordenamiento territorial para la conservación de la biodiversidad de Costa Rica. Volumen 1: análisis de vacíos en la representatividad e integridad de la biodiversidad terrestre. San José, C.R. 100 p.
- Scatena, F. 2002.** El bosque neotropical desde una perspectiva jerárquica. En Guariguata, MR; Kattan, GH. (eds.). *Ecología y conservación de bosques neotropicales*. Ediciones LUR, Cartago, CR. 24-41 p.
- UICN, 2008.** Directrices para la aplicación de las categorías de gestión de áreas protegidas. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales- Suiza. 96 p.
- Vázquez, J; Givnish, T. 1998.** Altitude gradients in tropical forest composition, structure, and diversity in the Sierra de Manantlan. *Journal of Ecology* 86: 999-1020.
- Wendt, T. 1988.** *Chiangiodendron* (Flacourtiaceae: Pangiaeeae), a New Genus from Southern México Representing a New Tribe for the New World. *Syst. Bot.* 13(3): 435-441.
- Zamora, N; Hammel, BE; Grayum, MH. 2004.** Vegetación. En Hammel, BE; Grayum, MH; Herrera, C; Zamora, N (eds.). *Manual de plantas de Costa Rica Volumen I: Introducción*. Missouri Botanical Garden Press, St. Louis, USA. 91 p.

## **ANEXOS**

*Anexo 1. Información de las 30 parcelas temporales de muestreo establecidas (50 x 50 m).*

#	Código Parcela	Nombre sitio	Ubicación	Elevación msnm, centro de la parcela	Coordenada X	Coordenada Y
<b>Suelo 1</b>						
1	P1S1	El Dorado, Tela	Atlántida	323	454541	1735307
2	P2S1	Las Delicias 1	Atlántida	271	452960	1733458
3	P3S1	Las Delicias 2	Atlántida	248	452896	1733276
4	P4S1	Peñas Blancas (PB) 1	Atlántida	790	448761	1735084
5	P5S1	PB, campamento	Atlántida	848	448557	1734990
6	P6S1	La Fortaleza, Pajuales 1	Atlántida	1031	439410	1726507
7	P7S1	La Fortaleza, Pajuales 2	Atlántida	1078	439426	1726158
8	P8S1	La Fortaleza, Pajuales 3	Atlántida	1129	439229	1725957
9	P9S1	PB 2	Atlántida	917	448325	1734809
10	P10S1	PB- San Francisco 1	JBL-Atlántida	674	449208	1735098
11	P11S1	PB- San Francisco 2	JBL-Atlántida	585	449491	1735323
12	P12S1	Cabeza indio 1	Atlántida	179	455698	1740026
13	P13S1	Cabeza indio 2	Atlántida	115	455830	1740341
14	P14S1	Cabeza negro 1	Atlántida-Yoro	1160	453816	1710578
15	P15S1	Cabeza negro 2	Atlántida-Yoro	1100	453733	1710384
16	P16S1	La Liberación 1	Atlántida-Yoro	1153	467527	1717297
17	P17S1	La Liberación 2	Atlántida-Yoro	1123	467766	1716745
18	P18S1	La Liberación 3	Atlántida-Yoro	1081	450440	1735342
19	P19S1	Sendero San Francisco 1	JBL-Atlántida	397	450440	1735342
20	P20S1	Sendero San Francisco 2	JBL-Atlántida	460	450256	1735494
<b>Suelo 2</b>						
1	P1S2	San José de Los Guares	Yoro	1527	470107	1703371
2	P2S2	Malacatón 1	Yoro	1165	475054	1703223
3	P3S2	Malacatón 2	Yoro	1148	474903	1703230
4	P4S2	Hacienda La Lima 1	Olanchito-Yoro	353	494272	1701896
5	P5S2	Hacienda La Lima 2	Olanchito-Yoro	381	494032	1701676
6	P6S2	Hacienda La Lima 3	Olanchito-Yoro	402	494373	1701635
7	P7S2	Hacienda La Lima 4	Olanchito-Yoro	403	491267	1702185
8	P8S2	Hacienda La Lima 5	Olanchito-Yoro	373	494657	1701966
9	P9S2	Hacienda La Lima 6	Olanchito-Yoro	436	489193	1700987
10	P10S2	Hacienda La Lima 7	Olanchito-Yoro	456	489363	1701273



*Anexo 2. Composición arbórea 7.5 ha, distribuida en 30 parcelas temporales de muestreo.*

	Familia	Código	Género	Nomenclatura científica	Sp.
1	Achariaceae	CHIAME	1	<i>Chiangiodendron mexicanum T. Wendt - Trunk</i>	1
2	Actinidiaceae	SAURSP	2	<i>Saurauia sp1.</i>	2
3	Anacardiaceae	ASTNGR	3	<i>Astronium graveolens Jacq.</i>	3
		SPONMO	4	<i>Spondias mombin L.</i>	4
		TAPIGU	5	<i>Tapirira guianensis Aubl.</i>	5
4	Annonaceae	ANNOMU	6	<i>Annona mucosa Jacq.</i>	6
		ANNOSC		<i>Annona scleroderma Saff.</i>	7
		GUATAN	7	<i>Guatteria anomala R.E. Fr.</i>	8
		GUATSP		<i>Guatteria sp1.</i>	9
5	Apocynaceae	ASPISP	8	<i>Aspidosperma sp1.</i>	10
		MALOGU	9	<i>Malouetia guatemalensis (Müll. Arg.) Standl.</i>	11
		PLUMRU	10	<i>Plumeria rubra L.</i>	12
6	Aquifoliaceae	ILEXTE	11	<i>Ilex tectonica W.J. Hahn</i>	13
7	Araliaceae	DENDAR	12	<i>Dendropanax arboreus (L.) Decne. &amp; Planch.</i>	14
		DENDCA		<i>Dendropanax capillaris M.J. Cannon &amp; Cannon</i>	15
		DENDCU		<i>Dendropanax caucanus (Harms) Harms</i>	16
		DENDSP		<i>Dendropanax sp1.</i>	17
8	Arecaceae	ACROAC	13	<i>Acrocomia aculeata (Jacq.) Lodd. ex Mart.</i>	18
		ASTRME	14	<i>Astrocaryum mexicanum Liebm. ex Mart.</i>	19
		ATTABU	15	<i>Attalea butyracea (Mutis ex L. f.) Wess. Boer</i>	20
		COLPCO	16	<i>Colpothrinax cookii Read</i>	21
		EUTEPR	17	<i>Euterpe precatoria Mart.</i>	22
9	Betulaceae	CARPSP	18	<i>Carpinus sp.</i>	23
10	Bignoniaceae	AMPHDO	19	<i>Amphitecna donnell-smithii (Sprague) L.O. Williams</i>	24
11	Boraginaceae	CORDME	20	<i>Cordia megalantha S.F. Blake</i>	25
12	Brunelliaceae	BRUNME	21	<i>Brunellia mexicana Standl.</i>	26
13	Burseraceae	BURSSI	22	<i>Bursera simaruba (L.) Sarg.</i>	27
14	Capparaceae	CAPPSP	23	<i>Capparis sp1.</i>	28
15	Cecropiaceae	CECRPE	24	<i>Cecropia peltata L.</i>	29
16	Celastraceae	PERROLO	25	<i>Perrottetia longistylis Rose</i>	30
17	Chloranthaceae	HEDYME	26	<i>Hedyosmum mexicanum C. Cordem.</i>	31
18	Chrysobalanaceae	LICNHY	27	<i>Licania hypoleuca Benth.</i>	32
		LICNSA		<i>Licania sparsipilis S.F. Blake</i>	33
19	Clethraceae	PURDBE	28	<i>Purdiaea belizensis (A.C. Sm. &amp; Standl.) J.L. Thomas</i>	34
20	Clusiaceae	CALOBR	29	<i>Calophyllum brasiliense Cambess.</i>	35
		CHRCNI	30	<i>Chrysochlamys nicaraguensis (Oerst., Planch. &amp; Triana) Hemsl.</i>	36

		CHRCPS		<i>Chrysochlamys psychotriifolia</i> (Oerst., Planch. & Triana) Hemsl	37
		CHRCSP		<i>Chrysochlamys</i> sp1.	38
		SYMPGL	31	<i>Symphonia globulifera</i> L. f.	39
21	<b>Combretaceae</b>	TERMAM	32	<i>Terminalia amazonia</i> (J.F. Gmel.) Exell	40
		TERMOB		<i>Terminalia oblonga</i> (Ruiz & Pav.) Steud.	41
22	<b>Elaeocarpaceae</b>	SLOAAM	33	<i>Sloanea ampla</i> I.M. Johnst.	42
		SLOALO		<i>Sloanea longipes</i> Ducke	43
23	<b>Euphorbiaceae</b>	ALCHLA	34	<i>Alchornea latifolia</i> Sw.	44
		CROTDR	35	<i>Croton draco</i> Schlttdl. & Cham.	45
		CROTME		<i>Croton mexicanus</i> Müll. Arg.	46
		CROTSC		<i>Croton schiedeana</i> Schlttdl.	47
		CROTSM		<i>Croton smithianus</i> Croizat	48
		HIERAL	36	<i>Hieronyma alchorneoides</i> Allemão	49
		SAPIGL	37	<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	50
		SAPI01		<i>Sapium</i> sp1.	51
		TETORO	38	<i>Tetrorchidium rotundatum</i> Standl.	52
24	<b>Fabaceae/Caes.</b>	CASSGR	39	<i>Cassia grandis</i> L. f.	53
		DIALGU	40	<i>Dialium guianense</i> (Aubl.) Sandwith	54
		MACRSP	41	<i>Macrolobium</i> sp1.	55
		SCHIPA	42	<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake	56
		TACHSP	43	<i>Tachigali</i> sp1.	57
25	<b>Fabaceae/Mim.</b>	COJOAR	44	<i>Cojoba arborea</i> (L.) Britton & Rose	58
		ENTECY	45	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.	59
		INGAAL	46	<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.	60
		INGAOE		<i>Inga oerstediana</i> Benth. ex Seem.	61
		INGASA		<i>Inga sapindoides</i> Willd.	62
		INGA01		<i>Inga</i> sp1.	63
		INGA02		<i>Inga</i> sp2.	64
		LYSISP	47	<i>Lysiloma</i> sp1.	65
		VACHCO	48	<i>Vachellia cookii</i> (Saff.) Seigler & Ebinger	66
26	<b>Fabaceae/Pap.</b>	ANDIIN	49	<i>Andira inermis</i> (W. Wright) Kunth ex DC.	67
		AOPPA	50	<i>Apoplanesia paniculata</i> C. Presl	68
		DUSSMA	51	<i>Dussia martinicensis</i> Krug & Urb. ex Taub.	69
		ERYIHO	52	<i>Erythrina hondurensis</i> Standl.	70
		LECOAM	53	<i>Lecointea amazonica</i> Ducke	71
		LONC01	54	<i>Lonchocarpus</i> sp1.	72
		LONC02		<i>Lonchocarpus</i> sp2.	73
		PTEROF	55	<i>Pterocarpus officinalis</i> Jacq.	74
		PTER01		<i>Pterocarpus</i> sp1.	75

		PTER02		<i>Pterocarpus sp2.</i>	76
		SWARCU	56	<i>Swartzia cubensis (Britton &amp; P. Wilson) Standl.</i>	77
		SWARPA		<i>Swartzia panamensis Benth.</i>	78
		SWARSP		<i>Swartzia sp1.</i>	79
		VATALU	57	<i>Vatairea lundellii (Standl.) Killip ex Record</i>	80
27	<b>Fagaceae</b>	QUERIN	58	<i>Quercus insignis M. Martens &amp; Galeotti</i>	81
28	<b>Flacourtiaceae</b>	CASESP	59	<i>Casearia sp1.</i>	82
29	<b>Hippocastanaceae</b>	BILLRO	60	<i>Billia rosea (Planch. &amp; Linden) C. Ulloa &amp; P. Jørg.</i>	83
30	<b>Hippocrateaceae</b>	CHEIBE	61	<i>Cheiloclinium belizense (Standl.) A.C. Sm.</i>	84
31	<b>Icacinaceae</b>	CALTCO	62	<i>Calatola costaricensis Standl.</i>	85
32	<b>Juglandaceae</b>	ALFAHO	63	<i>Alfaroa hondurensis L.O. Williams</i>	86
33	<b>Lauraceae</b>	BEILCO	64	<i>Beilschmiedia costaricensis (Mez &amp; Pittier) C.K. Allen</i>	87
		BEILPE		<i>Beilschmiedia pendula (Sw.) Hemsl.</i>	88
		BEILSP		<i>Beilschmiedia sp1.</i>	89
		LICACA	65	<i>Licaria capitata (Schltdl. &amp; Cham.) Kosterm.</i>	90
		LICA01		<i>Licaria sp1.</i>	91
		LICA02		<i>Licaria sp2.</i>	92
		NECTME	66	<i>Nectandra membranacea (Sw.) Griseb.</i>	93
		NECTMI		<i>Nectandra mirafloris van der Werff</i>	94
		NECTSA		<i>Nectandra salicina C.K. Allen</i>	95
		NECTUM		<i>Nectandra umbrosa (Kunth) Mez</i>	96
		OCOTJO	67	<i>Ocotea jorge-escobarii C. Nelson</i>	97
		OCOTLE		<i>Ocotea leucoxylon (Sw.) Laness.</i>	98
		OCOTME		<i>Ocotea meziana C.K. Allen</i>	99
		OCOT01		<i>Ocotea sp1.</i>	100
		OCOT02		<i>Ocotea sp2.</i>	101
		PERSSC	68	<i>Persea schiedeana Nees</i>	102
		PERSSP		<i>Persea sp1.</i>	103
34	<b>Lecythidaceae</b>	ESCHHO	69	<i>Eschweilera hondurensis Standl.</i>	104
35	<b>Malvaceae</b>	HAMPSP	70	<i>Hampea sp1.</i>	105
		HELOAP	71	<i>Heliocarpus appendiculatus Turcz.</i>	106
		LUEHCA	72	<i>Luehea candida (Moc. &amp; Sessé ex DC.) Mart.</i>	107
		LUEHSE		<i>Luehea seemannii Triana &amp; Planch.</i>	108
		MORTAN	73	<i>Mortoniendendron anisophyllum (Standl.) Standl. &amp; Steyerm.</i>	109
		MORTSP		<i>Mortoniendendron sp1.</i>	110
		PACHAQ	74	<i>Pachira aquatica Aubl.</i>	111
		PLEULI	75	<i>Pleuranthodendron lindenii (Turcz.) Sleumer</i>	112
		PLEUSP		<i>Pleuranthodendron sp1.</i>	113
		PSEBSP	76	<i>Pseudobombax sp1.</i>	114
		QUARFU	77	<i>Quararibea funebris (La Llave) Vischer</i>	115

		STERME	78	<i>Sterculia mexicana</i> R. Br.	116
36	<b>Melastomataceae</b>	MICOTR	79	<i>Miconia trinervia</i> (Sw.) D. Don ex Loudon	117
		MOURGL	80	<i>Mouriri gleasoniana</i> Standl.	118
37	<b>Meliaceae</b>	CEDRSP	81	<i>Cedrela</i> sp1.	119
		GUARGR	82	<i>Guarea grandifolia</i> DC.	120
		GUARRH		<i>Guarea rhopalocarpa</i> Radlk.	121
		GUAR01		<i>Guarea</i> sp1.	122
		GUAR02		<i>Guarea</i> sp2.	123
38	<b>Moraceae</b>	BROSAL	83	<i>Brosimum alicastrum</i> Sw.	124
		BROSSP		<i>Brosimum</i> sp1. ( <i>alicastrum</i> , <i>bosque seco</i> )	125
		CLARBI	84	<i>Clarisia biflora</i> Ruiz & Pav.	126
		FICUSP	85	<i>Ficus</i> sp1.	127
		FICUWE		<i>Ficus werckleana</i> Rossberg	128
		NAUCNA	86	<i>Naucleopsis naga</i> Pittier	129
		PSEUGL	87	<i>Pseudolmedia glabrata</i> (Liebm.) C.C. Berg	130
		PSEUMO		<i>Pseudolmedia mollis</i> Standl.	131
39	<b>Myristicaceae</b>	VIROGU	88	<i>Virola guatemalensis</i> (Hemsl.) Warb.	132
		VIROMU		<i>Virola multiflora</i> (Standl.) A.C. Sm.	133
40	<b>Myrsinaceae</b>	PARASP	89	<i>Parathesis</i> sp1.	134
41	<b>Myrtaceae</b>	EUGEAC	90	<i>Eugenia acapulcensis</i> Steud.	135
		EUGEBI		<i>Eugenia biflora</i> (L.) DC.	136
		MYRCSP	91	<i>Myrcia</i> sp1.	137
42	<b>Olacaceae</b>	HEISCO	92	<i>Heisteria concinna</i> Standl.	138
43	<b>Podocarpaceae</b>	PODOGU	93	<i>Podocarpus guatemalensis</i> Standl.	139
44	<b>Polygonaceae</b>	COCCAC	94	<i>Coccoloba acapulcensis</i> Standl.	140
		COCCCH		<i>Coccoloba chiapensis</i> Standl.	141
		COCCHO		<i>Coccoloba hondurensis</i> Lundell	142
45	<b>Proteaceae</b>	ROUPSP	95	<i>Roupala</i> sp1.	143
46	<b>Rhamnaceae</b>	KRUSP	96	<i>Krugiodendron</i> sp1.	144
47	<b>Rubiaceae</b>	ALSEHO	97	<i>Alseis hondurensis</i> Standl.	145
		CALCCA	98	<i>Calycophyllum candidissimum</i> (Vahl) DC.	146
		ELAAAU	99	<i>Elaeagia auriculata</i> Hemsl.	147
		GENIAM	100	<i>Genipa americana</i> L.	148
		POSOGR	101	<i>Posoqueria grandiflora</i> Standl.	149
		PSYCSP	102	<i>Psychotria</i> sp1.	150
48	<b>Rutaceae</b>	AMYRSP	103	<i>Amyris</i> sp1.	151
		ZANTAC	104	<i>Zanthoxylum acuminatum</i> (Sw.) Sw.	152
49	<b>Sabiaceae</b>	MELIOC	105	<i>Meliosma occidentalis</i> Cuatrec.	153
50	<b>Sapindaceae</b>	ALLPSP	106	<i>Allophylus</i> sp1.	154
		CUPACU	107	<i>Cupania cubensis</i> M. Gómez & Molinet	155
		CUPAGL		<i>Cupania glabra</i> Sw.	156

		CUPASP		<i>Cupania sp1.</i>	157
		EXOTPA	108	<i>Exothea paniculata (Juss.) Radlk.</i>	158
51	<b>Sapotaceae</b>	CHRYVE	109	<i>Chrysophyllum venezuelanense (Pierre) T.D. Penn.</i>	159
		MICRME	110	<i>Micropholis melinoniana Pierre</i>	160
		POUTCM	111	<i>Pouteria campechiana (Kunth) Baehni</i>	161
		POUTFP		<i>Pouteria filipes Eyma</i>	162
		POUTGL		<i>Pouteria glomerata (Miq.) Radlk.</i>	163
		POUTIZ		<i>Pouteria izabalensis (Standl.) Baehni</i>	164
		POUTJU		<i>Pouteria juruana K. Krause</i>	165
		POUTRE		<i>Pouteria reticulata (Engl.) Eyma</i>	166
		POUT01		<i>Pouteria sp1.</i>	167
		POUT02		<i>Pouteria sp2.</i>	168
		POUTTO		<i>Pouteria torta (Mart.) Radlk.</i>	169
		SAPOT01		<i>Sapotaceae1</i>	170
		SIDECA	112	<i>Sideroxylon capiri (A. DC.) Pittier</i>	171
		SIDECO		<i>Sideroxylon contrerasii (Lundell) T.D. Penn.</i>	172
		SIDEP0		<i>Sideroxylon portoricense Urb.</i>	173
52	<b>Simaroubaceae</b>	SIMAGL	113	<i>Simarouba glauca DC.</i>	174
53	<b>Staphyleaceae</b>	HUERCU	114	<i>Huertia cubensis Griseb.</i>	175
		TURPOC	115	<i>Turpinia occidentalis (Sw.) G. Don</i>	176
52	<b>Styracaceae</b>	STYRAR	116	<i>Styrax argenteus C. Presl</i>	177
54	<b>Ticodendraceae</b>	TICDIN	117	<i>Ticodendron incognitum Gómez-Laur. &amp; L.D. Gómez</i>	178
55	<b>Ulmaceae</b>	AMPEHO	118	<i>Ampelocera hottlei (Standl.) Standl.</i>	179
		PHYLRH	119	<i>Phyllostylon rhamnoides (J. Poiss.) Taub.</i>	180
		TREMIN	120	<i>Trema integerrima (Beurl.) Standl.</i>	181
		TREMMI		<i>Trema micrantha (L.) Blume</i>	182
56	<b>Violaceae</b>	GLOEBO	121	<i>Gloeospermum boreale C.V. Morton</i>	183
57	<b>Vochysiaceae</b>	VOCHGU	122	<i>Vochysia guatemalensis Donn. Sm.</i>	184
		VOCHSP		<i>Vochysia sp1.</i>	185
				<i>Desconocidos 4 individuos</i>	

*Anexo 3. Número de familias, géneros, especies e individuos total reportados en 30 parcelas temporales de muestreo.*

	<b>FAMILIA</b>	<b>N. Géneros</b>	<b>N. especies</b>	<b>N. individuos</b>
<b>1</b>	Achariaceae	1	1	9
<b>2</b>	<b>Actinidiaceae</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>3</b>	Anacardiaceae	3	3	46
<b>4</b>	Annonaceae	2	4	7
<b>5</b>	Apocynaceae	3	3	4
<b>6</b>	<b>Aquifoliaceae</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>7</b>	Araliaceae	1	4	4
<b>8</b>	Arecaceae	5	5	34
<b>9</b>	<b>Betulaceae</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>10</b>	<b>Bignoniaceae</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>11</b>	<b>Boraginaceae</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>12</b>	Brunelliaceae	1	1	2
<b>13</b>	Burseraceae	1	1	16
<b>14</b>	<b>Capparaceae</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>15</b>	<b>Cecropiaceae</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>16</b>	<b>Celastraceae</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>17</b>	Chloranthaceae	1	1	4
<b>18</b>	Chrysobalanaceae	1	2	11
<b>19</b>	Clethraceae	1	1	76
<b>20</b>	Clusiaceae	3	6	29
<b>21</b>	Combretaceae	1	2	7
<b>22</b>	Desconocido	1	4	6
<b>23</b>	Elaeocarpaceae	1	2	8
<b>24</b>	Euphorbiaceae	5	9	30
<b>25</b>	Fabaceae/Caes.	5	5	38
	Fabaceae/Mim.	5	9	35
	Fabaceae/Pap.	9	15	43
<b>26</b>	<b>Fagaceae</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>27</b>	<b>Flacourtiaceae</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>28</b>	Hippocastanaceae	1	1	2
<b>29</b>	<b>Hippocrateaceae</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>30</b>	Icacinaceae	1	1	9
<b>31</b>	Juglandaceae	1	1	2
<b>32</b>	Lauraceae	5	17	25
<b>33</b>	<b>Lecythidaceae</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>34</b>	Malvaceae	9	12	50
<b>35</b>	Melastomataceae	2	2	8
<b>36</b>	Meliaceae	2	5	9

37	Moraceae	5	8	38
38	Myristicaceae	1	2	19
39	Myrsinaceae	1	1	2
40	Myrtaceae	2	3	12
41	Olacaceae	1	1	10
42	<b>Podocarpaceae</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
43	Polygonaceae	1	3	10
44	Proteaceae	1	1	2
45	<b>Rhamnaceae</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
46	Rubiaceae	6	6	27
47	Rutaceae	2	2	11
48	Sabiaceae	1	1	2
49	Sapindaceae	3	5	7
50	Sapotaceae	5	15	37
51	<b>Simaroubaceae</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
52	Staphyleaceae	2	2	10
53	<b>Styracaceae</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
54	Ticodendraceae	1	1	6
55	Ulmaceae	3	4	15
56	<b>Violaceae</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
57	Vochysiaceae	1	2	19
	<b>Total individuos</b>			<b>758</b>

Anexo 4. Distribución de individuos de palma

Parc.	Altitud mns	No.	Código	Nomenclatura científica	Nombre común	DAP cm
P4S2	790	1	ACROAC	<i>Acrocomia aculeata (Jacq.) Lodd. ex Mart.</i>	Coyol	31.0
P4S1		2	ASTRME	<i>Astrocaryum mexicanum Liebm. ex Mart.</i>	Palma Lancetilla	6.2
P4S1		3		<i>Astrocaryum mexicanum Liebm. ex Mart.</i>	Palma Lancetilla	5.2
P4S1		4		<i>Astrocaryum mexicanum Liebm. ex Mart.</i>	Palma Lancetilla	5.7
P12S1	179	5	ATTABU	<i>Attalea butyracea (Mutis ex L. f.) Wess. Boer</i>	Palma corozo	35.3
P12S1		6		<i>Attalea butyracea (Mutis ex L. f.) Wess. Boer</i>	Palma corozo	38.0
P12S1		7		<i>Attalea butyracea (Mutis ex L. f.) Wess. Boer</i>	Palma corozo	42.5
P12S1		8		<i>Attalea butyracea (Mutis ex L. f.) Wess. Boer</i>	Palma corozo	61.0
P13S1	115	9		<i>Attalea butyracea (Mutis ex L. f.) Wess. Boer</i>	Palma corozo	45.0
P13S1		10		<i>Attalea butyracea (Mutis ex L. f.) Wess. Boer</i>	Palma corozo	33.0
P13S1		11		<i>Attalea butyracea (Mutis ex L. f.) Wess. Boer</i>	Palma corozo	57
P13S1		12		<i>Attalea butyracea (Mutis ex L. f.) Wess. Boer</i>	Palma corozo	35.3
P19S1	397	13		<i>Attalea butyracea (Mutis ex L. f.) Wess. Boer</i>	Palma corozo	41.0
P19S1		14		<i>Attalea butyracea (Mutis ex L. f.) Wess. Boer</i>	Palma corozo	35.0
P19S1		15		<i>Attalea butyracea (Mutis ex L. f.) Wess. Boer</i>	Palma corozo	40.0
P19S1		16		<i>Attalea butyracea (Mutis ex L. f.) Wess. Boer</i>	Palma corozo	35.7
P19S1		17		<i>Attalea butyracea (Mutis ex L. f.) Wess. Boer</i>	Palma corozo	53.7
P20S1	460	18		<i>Attalea butyracea (Mutis ex L. f.) Wess. Boer</i>	Palma corozo	43.5
P15S1	1100	19	COLPCO	<i>Colpothrinax cookii Read</i>	Caral	<b>16.4</b>
P15S1		20		<i>Colpothrinax cookii Read</i>	Caral	24
P15S1		21		<i>Colpothrinax cookii Read</i>	Caral	21.0
P15S1		22		<i>Colpothrinax cookii Read</i>	Caral	24.0
P15S1		23		<i>Colpothrinax cookii Read</i>	Caral	21.5
P17S1	1123	24		<i>Colpothrinax cookii Read</i>	Caral	23.1
P17S1		25		<i>Colpothrinax cookii Read</i>	Caral	24.6
P17S1		26		<i>Colpothrinax cookii Read</i>	Caral	27.0
P4S1	790	27	EUTEPR	<i>Euterpe precatoria Mart.</i>	Palmiche	5.0
P4S1		28		<i>Euterpe precatoria Mart.</i>	Palmiche	5.9
P5S1	848	29		<i>Euterpe precatoria Mart.</i>	Palmiche	10.0
P11S1	585	30		<i>Euterpe precatoria Mart.</i>	Palmiche	13
P11S1		31		<i>Euterpe precatoria Mart.</i>	Palmiche	14.6
P11S1		32		<i>Euterpe precatoria Mart.</i>	Palmiche	15.2
P15S1	1100	33		<i>Euterpe precatoria Mart.</i>	Palmiche	19.5
P15S1		34		<i>Euterpe precatoria Mart.</i>	Palmiche	16.5



Anexo 5. Matriz de correlación con los coeficientes de Pearson entre las variables de clima, elevación y suelo.

	Ca	Mg	K	P	Fe	Mn	Cu	Zn	MO	N	pH	Arena	Limo	Arcilla	Prec.	T	Elev.	X	Y	Pend
<b>Ca</b>	1																			
<b>Mg</b>	<b>0.92*****</b>	1																		
<b>K</b>	<b>0.83*****</b>	<b>0.78*****</b>	1																	
<b>P</b>	<b>0.65*****</b>	<b>0.52**</b>	<b>0.48**</b>	1																
<b>Fe</b>	-0.15	-0.11	-0.14	-0.11	1															
<b>Mn</b>	<b>0.76*****</b>	<b>0.85*****</b>	<b>0.74*****</b>	<b>0.45**</b>	-0.09	1														
<b>Cu</b>	0.2	0.28	<b>0.21*****</b>	0.05	-0.03	<b>0.37*</b>	1													
<b>Zn</b>	<b>0.86*****</b>	<b>0.89*****</b>	<b>0.69*****</b>	<b>0.59***</b>	0.001	<b>0.71*****</b>	0.18	1												
<b>MO</b>	<b>0.55***</b>	<b>0.74*****</b>	0.31	0.18	0.14	<b>0.58***</b>	0.17	<b>0.71*****</b>	1											
<b>N</b>	<b>0.55***</b>	<b>0.74*****</b>	0.31	0.18	0.14	<b>0.58***</b>	0.17	<b>0.71*****</b>	0.99*****	1										
<b>pH</b>	<b>0.81*****</b>	<b>0.78*****</b>	<b>0.82*****</b>	<b>0.50**</b>	-0.28	<b>0.76*****</b>	0.31	<b>0.58***</b>	0.26	0.26	1									
<b>Arena</b>	0.16	0.18	0.08	0.12	<b>-0.37*</b>	0.059	0.1	0.34	0.14	0.14	0.15	1								
<b>Limo</b>	-0.13	-0.141	-0.20	-0.13	<b>0.42*****</b>	-0.13	-0.16	-0.27	-0.001	-0.000	-0.18	<b>-0.88*****</b>	1							
<b>Arcilla</b>	-0.16	-0.18	0.02	-0.08	0.26	0.01	-0.04	-0.33	-0.22	-0.22	-0.09	<b>-0.93*****</b>	<b>0.64*****</b>	1						
<b>Prec.</b>	<b>0.61****</b>	<b>-0.63***</b>	-	<b>-0.42*</b>	0.14	<b>-0.86*****</b>	-	-0.46**	-0.25	-0.25	<b>-0.71*****</b>	0.01	0.1	-0.1	1					
<b>T</b>	0.08	0.11	<b>0.69*****</b>	0.04	-0.24	<b>0.41*</b>	<b>0.42*</b>	-0.13	-0.12	-0.12	<b>0.49**</b>	-0.17	-0.009	0.28	<b>-0.55***</b>	1				
<b>Elev.</b>	-0.13	-0.16	-0.33	-0.04	<b>0.33*****</b>	<b>-0.36*</b>	-0.18	0.01	0.13	0.13	<b>-0.57***</b>	0.07	0.12	-0.21	<b>0.45**</b>	<b>-0.92*****</b>	1			
<b>X</b>	<b>0.61***</b>	<b>0.6***</b>	<b>0.68*****</b>	0.47	0.15	<b>0.82*****</b>	<b>0.37*</b>	<b>0.51**</b>	0.34	0.34	<b>0.62***</b>	-0.13	-0.01	0.21	<b>-0.79*****</b>	0.33	-0.25	1		
<b>Y</b>	<b>-0.55***</b>	<b>-0.54***</b>	<b>-0.49**</b>	<b>-0.44*</b>	<b>-0.36*****</b>	<b>-0.67*****</b>	-0.33	<b>-0.57***</b>	-0.4*	-0.4*	-0.4	0.13	-0.11	-0.12	<b>0.64*****</b>	0.09	-0.23	<b>-0.83*****</b>	1	
<b>Pend,</b>	0.3	0.34	0.22	-0.04	-0.21	0.16	0.05	<b>0.46**</b>	0.33	0.32	0.2	<b>0.55***</b>	-0.37*	<b>-0.59***</b>	-0.05	-0.29	0.23	-0.11	-0.01	1

Correlaciones significativas son denotadas en negritas y por \*\*\*\*\*p < 0.0001, \*\*\*\*p 0.0001, \*\*\*p < 0.001, \*\*p < 0.01, \* p< 0.05. Las variables porcentajes de arena, limo y arcilla, pH, Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Potasio (K), Fósforo (P), Hierro (Fe), Manganeseo (Mn), Cobre (Cu), Zinc (Zn), Materia orgánica (MO) y Nitrógeno (N) en porcentaje, Prec., Precipitación ( mm), T, Temperatura promedio (C°), Elevación (msnm), coordenadas geográficas (x, y UTM), Pendiente (%).

Cuadro 8. Coeficiente de Correlación, análisis de correlograma R de Mantel. Se presentan en negrita, las correlaciones significativas ( $p < 0.05$ )

Distancia (m)	Composición	Ca	P	K	MO	Zn	PH	Arena	Clima	Temperatura	elevación	Suelo
197	<b>0.292309</b>	0.044097	-0.0184642	0.0067488	<b>-0.124319</b>	0.022233	0.0284	0.0508595	<b>0.075574</b>	<b>0.080988</b>	<b>0.088805</b>	0.040962
308	<b>0.272767</b>	<b>0.093875</b>	0.0068241	0.0546534	0.045909	<b>0.077702</b>	<b>0.146815</b>	0.0164613	<b>0.149235</b>	<b>0.16138</b>	<b>0.154262</b>	<b>0.096828</b>
480	<b>0.264133</b>	0.075378	0.0102263	<b>0.0884313</b>	0.028075	<b>0.087481</b>	<b>0.128497</b>	0.0788553	<b>0.166827</b>	<b>0.165267</b>	<b>0.174769</b>	<b>0.080469</b>
749	<b>0.157071</b>	0.078605	-0.0233362	0.0799595	<b>0.056545</b>	0.052279	<b>0.106555</b>	-0.0771389	<b>0.138634</b>	<b>0.140928</b>	<b>0.13296</b>	<b>0.083254</b>
1169	0.061839	0.073458	0.0575643	0.0430629	0.034077	0.077259	0.04942	-0.0237067	<b>0.136162</b>	<b>0.102165</b>	<b>0.087169</b>	0.075088
1823	0.098957	0.043511	0.0505295	0.0816756	0.016383	0.077504	-0.013729	0.0199296	<b>0.133155</b>	<b>0.115086</b>	0.030955	0.0447
2844	<b>0.293179</b>	0.0556	-0.006217	0.0872623	0.029197	0.06079	0.046474	0.0090324	<b>0.135718</b>	<b>0.149403</b>	<b>0.108635</b>	0.057466
4436	<b>0.111704</b>	0.047784	-0.0096927	0.1025546	0.013896	0.069905	0.08169	0.0036026	<b>0.215965</b>	<b>0.23282</b>	<b>0.174013</b>	0.053766
6920	0.083682	0.116715	0.0940275	0.1095256	0.05582	<b>0.114003</b>	<b>0.146875</b>	-0.0375167	<b>0.190776</b>	<b>0.172817</b>	0.039364	0.120848
10794	<b>0.169217</b>	0.095552	0.0918596	0.1447436	0.074766	0.13494	-0.032924	0.0636945	<b>0.220175</b>	<b>0.153</b>	0.011302	0.105879
16839	-0.036501	0.061455	0.0262778	0.0883724	-0.087691	-0.048897	<b>0.229149</b>	-0.0181688	<b>0.167664</b>	<b>-0.147751</b>	-0.029017	0.066437
26268	<b>-0.161955</b>	0.093876	0.108086	0.0253986	0.041168	0.093048	-0.064738	-0.1447075	<b>0.165132</b>	<b>-0.147124</b>	<b>-0.239665</b>	0.08639
40976	<b>-0.142287</b>	0.060531	0.0674094	-0.0540926	0.147926	0.130751	<b>-0.182973</b>	0.0534092	<b>-0.36222</b>	<b>-0.296874</b>	<b>-0.234573</b>	0.053974
63920	<b>-0.243353</b>	<b>-0.386802</b>	<b>-0.2474003</b>	-0.302421	<b>-0.186909</b>	<b>-0.392929</b>	-0.170895	0.0482203	<b>-0.452426</b>	-0.019464	0.094385	<b>-0.392133</b>