



ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES Y
CONSERVACION BIOLOGICA

CARACTERIZACION ECOLOGICO - SILVICOLA
DE *Ilex chiapensis* Landell EN UN BOSQUE
MADURO DE ALTURA DE HONDURAS

Tesis presentada como requisito parcial para optar al
título de Ingeniero Agrónomo en el grado
académico de Licenciatura

Por

Andrés Jaime José Oblitas Prudencio

El Zamorano, Honduras
Abril de 1997

IDENTIFICACION:	10680
FECHA:	Nov. 26/97
ENCARGADO:	<i>[Signature]</i>

El autor concede a la Escuela Agrícola Panamericana permiso para producir y distribuir copias de este trabajo para los usos que considere necesarios. Para otras personas y otros fines, se reservan los derechos de autor.

Andrés Oblitas P.

Andrés Jaime José Oblitas Prudencio

Abril de 1997

DEDICATORIA

A Dios.

A mis padres por el cariño, apoyo y dedicación que siempre me brindaron.

A mi hermano por su apoyo incondicional.

A mis abuelos por su cariño y estímulo.

A mis amigos de aquí y de allá.

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Nelson Agudelo por sus enseñanzas, excelente orientación, apoyo y estímulo en la realización del presente estudio.

A Antonio Molina por sus valiosas enseñanzas, interés y participación activa como profesor consejero.

A George Pilz por su apoyo logístico.

RESUMEN

La actual tendencia de reducción de los bosques primarios del mundo, a razón de 18 - 20 millones de has por año donde menos de un 10% de esta área es reforestada anualmente está afectando en forma muy significativa los ecosistemas primarios. Dejando a un lado los problemas políticos, económicos y sociales, que son una fuerte limitante para el desarrollo del manejo adecuado de los bosques, el factor determinante para que este desarrollo no se lleve a cabo es la falta de conocimiento de los procesos dinámicos y del verdadero temperamento de las especies que son sometidas a tratamientos silvícolas, lo que obliga a que se sigan manteniendo los lineamientos actuales de trabajo, erróneamente enfocados, en el uso de este recurso. Por lo tanto, es de vital importancia, para revertir esta situación, conocer los procesos dinámicos y los temperamentos de por lo menos las especies de alto valor económico. El presente estudio se llevó a cabo en el bosque latifoliados de altura de Uyuca, el cuál pretende mejorar los conocimientos sobre ecología y silvicultura de las especies de valor económico en ecosistemas maduros de altura del trópico y subtropico de América. Los estudios florístico estructurales arrojan suficiente información para agrupar las especies presentes en el área de estudio de acuerdo a los grupos ecológicos a que pertenecen, con lo que se puede conocer el temperamento de estas especies. El muestreo contabilizó 42 especies. Las familias más representadas fueron Lauraceae, Fagaceae, Myrcinaceae y Rubiaceae. Las especies de valor económico son las del género *Quercus* e *Ilex* y *Podocarpus oleifolius*. El IVI correspondiente a las once especies de mayor peso ecológico suman poco menos del 220% del total. Las tres especies de mayor peso ecológico fueron: *Quercus acuta*, *Persea americana* var. *nubigena* y *Quercus brenesii*. Las especies más abundantes fueron *Alsophylla salvini* y *tryoniana*. Las especies más dominantes fueron: *Quercus acuta*, *Persea americana* var. *nubigena* y *Quercus brenesii*. Las especies más frecuentes fueron: *Dendropanax gonatopodus*, *Synardisia venosa* y *Quercus acuta*. Con respecto No. de individuos y el área basal por hectárea de el bosque fueron bajo y dentro del promedio respectivamente para bosques de altura. El bosque presenta signos de madurez pero no de sobremadurez. La especie *Ilex chiapensis* ocupa el doceavo lugar en importancia, es aparentemente una especie heliófita oportunista de claros, presenta una posición de dominancia en el estrato medio inferior del bosque, lugar donde puede tolerar la sombra del dosel superior.

TABLA DE CONTENIDO

Portada	i
Derechos de autor	ii
Página de firmas	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimientos	v
Resumen	vi
Tabla de contenido	vii
Índice de cuadros	x
Índice de figuras	xi
Índice de anexos	xiii
I INTRODUCCIÓN	1
II REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 LOS BOSQUES LATIFOLIADOS DE LOS TRÓPICOS Y SUBTRÓPICOS DEL MUNDO Y ESTADO ACTUAL DE SU MANEJO	
2.1.1 Bosques de tierras bajas	7
2.1.2 Bosques de altura o montanos	8
2.1.3 Tipología forestal con fines de manejo	8
2.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS LATIFOLIADOS MADUROS	11
2.2.1 Superficie de muestreo.....	11
2.2.2 Estructura	13
2.2.2.1 Distribución de diámetros por especie	14
2.2.2.2 Distribuciones espaciales	14
2.2.2.3 Distribuciones de presencias o ausencias por especies	14
2.2.2.4 Distribución espacial del número de árboles por especie	15
2.2.2.5 Expresiones cuantitativas de la diversidad y riqueza florística	15
2.2.3 Caracterización de la organización horizontal	16
2.2.3.1 Riqueza y diversidad florística	16
2.2.3.2 Cuadro de la vegetación	18
2.2.3.3 Parámetros dasométricos	19
2.2.4.4 Arreglos espaciales	19
2.2.4 Caracterización de la organización vertical	19
2.2.4.1 Estratificación.....	19
2.2.4.2 Organización.....	20
2.2.4.3 Organización arquitectónica	20

2.3	DINAMICA DE LOS BOSQUES LATIFOLIADOS	21
2.3.1	Los cambios en los bosques tropicales	21
2.3.2	Ambiente biótico	22
2.3.3	Procesos de renovación y el ciclo de desarrollo del bosque	24
2.3.4	Grupos ecológicos de especies	27
2.3.5	Estrategias de reproducción de los bosques tropicales.....	31
2.3.6	Aspectos sobre la ecología de las semillas	32
2.3.7	Proceso del ciclo de nutrientes	33
2.3.8	Desarrollo de las especies arbóreas	33
2.3.9	Dinámica del vuelo	37
2.4	CARACTERIZACIÓN DEL <i>Ilex chiapensis</i> Lundell	39
2.4.1	Descripción de la familia Aquifolaceae	39
2.4.2	Descripción del género <i>Ilex</i>	40
2.4.3	Características de la madera del género <i>Ilex</i>	40
2.4.4	Descripción de la especie <i>Ilex chiapensis</i> Lundell	42
III	MATERIALES Y MÉTODOS	43
3.1	DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	43
3.1.1	Aspectos políticos	43
3.1.1.1	Ubicación geográfica	43
3.1.1.2	Límites	43
3.1.2	Aspectos físicos	43
3.1.2.1	Superficie y altitud	43
3.1.2.2	Viento	43
3.1.2.3	Clima	44
3.1.2.4	Vegetación	44
3.1.2.5	Geología y suelos	44
3.1.2.6	Ecología	45
3.2	METODOLOGÍA DEL LEVANTAMIENTO	45
3.2.1	Establecimiento del área de estudio	45
3.2.2	Delimitación de parcelas	45
3.2.3	Levantamiento de la vegetación	46
3.3	METODOLOGÍA DE LA EVALUACIÓN	47
3.3.1	Caracterización de la organización horizontal	47
3.3.1.1	Riqueza florística	47
3.3.1.2	Diversidad florística	48
3.3.1.3	Cuadro de la vegetación	48
3.3.1.4	Parámetros de la organización horizontal	48
3.3.2	Caracterización de la organización vertical	49
IV	RESULTADOS Y DISCUSIONES	50
4.1	DESCRIPCIÓN DEL BOSQUE ESTUDIADO	50
4.2	CARACTERIZACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN HORIZONTAL ...	50
4.2.1	Riqueza y diversidad florística	50
4.2.1.1	Riqueza florística	52
4.2.1.2	Diversidad florística	54

4.2.2	Cuadro de la vegetación	56
4.2.2.1	Abundancia	58
4.2.2.2	Dominancia	58
4.2.2.3	Frecuencia	59
4.2.3	Parámetros dasométricos de la estructura horizontal	61
4.3	CARACTERIZACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN VERTICAL	65
4.3.1	Parámetros de la organización vertical.....	70
4.4	TENDENCIA DEL ARBOL	
4.5	CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICO SILVICOLA DE <i>Ilex</i> <i>chiapensis</i> Lundell	71
V	CONCLUSIONES	76
VI	RECOMENDACIONES	77
VII	LITERATURA CITADA	78

INDICE DE CUADROS

<u>No.</u>		<u>Pag.</u>
1	Estimaciones de la superficie de la cubierta forestal y la deforestación por sub-regiones geográficas	4
2	Estimaciones de la superficie de la cubierta forestal y la deforestación por principales zonas ecológicas	5
3	Superficies de bosques latifoliados densos, según áreas productivas, y volúmenes de madera para el conjunto de árboles con DAP > 10 cm	7
4	Algunas características del componente arbóreo de las etapas sucesionales en los bosques húmedos del trópico americano	37
5	Familia, género, especie y autor de las 42 especies encontradas en el muestreo de 1,5 ha	52
6	Número de especies a medida que se aumenta el área muestreada para cada Unidad de Levantamiento	54
7	Familia de cocientes de mezcla correspondientes a cada Unidad de Levantamiento a medida que se aumenta el área de muestreo	55
8	Cuadro de la vegetación para individuos con un diámetro mayor a 5cm de DAP	57
9	Presencia de las especies en las unidades de levantamiento 1,2 y 3	61
10	Parámetros dasométricos, de algunos bosques de altura, reportado por varios autores	62
12	Distribución del número de individuos y el área basal por clases de altura	66
13	Distribución del número de árboles por posición y forma de copa, para el conjunto de individuos con diámetros mayores a 5 cm.....	71

INDICE DE FIGURAS

<u>No.</u>		<u>Pag</u>
1	Distribución del número de árboles por clases diamétricas para distinto grupos ecológicos.....	30
2	Los diferentes esquemas de desarrollo de las especies en los bosques húmedos	36
2a	Arreglo de parcelas y unidad de levantamiento a la que corresponde cada una de ellas	46
3	Familia de curvas área-especie correspondientes a las Unidades de Levantamiento 1,2 y 3	54
4	Familia de cocientes de mezcla correspondientes a las Unidades de Levantamiento 1,2 y 3	56
5	Gráfico del IVI para las once especies de mayor peso ecológico.....	58
6	Gráfico de la abundancia relativa de la diez especies más abundantes ...	58
7	Gráfico de la dominancia relativa de la diez especies más dominantes ...	59
8	Gráfico de la frecuencia relativa de la diez especies más frecuentes ...	59
9	Distribución del número de árboles por clases diamétricas	63
10	Distribución semilogarítmica del número de árboles por clases diamétricas	64
11	Distribución del área basal por clases diamétricas	65
12	Distribución del número de árboles por clases de altura	67
13	Distribución semilogarítmica del número de árboles por clases de altura	68
14	Distribución del número de especies por clases de altura.	69

15	Distribución del área basal por clases de altura	70
16	Distribución del número de árboles por clases de diámetro para <i>Ilex chiapensis</i> Lundell.....	72
17	Distribución del área basal por clases de diámetro para <i>Ilex chiapensis</i> Lundell.....	73
18	Distribución del número de árboles por clases de altura para <i>Ilex chiapensis</i> Lundell.....	74
19	Distribución del área basal por clases de diámetro para <i>Ilex chiapensis</i> Lundell	75

Indice de Anexos

No

- 1 **Posición de copa**
- 2 **Forma de copa**
- 3 **Calidad de fuste**
- 4 **Ubicación de Uyuca en el mapa de Honduras**
- 5 **Clases de manejo del bosque Uyuca**
- 6 **Mapa ecológico del bosque Uyuca**
- 7 **Mapa de suelos de bosque Uyuca**
- 8 **Mapa de pendientes del bosque Uyuca**
- 9 **Formulario Utilizado para la medición**

L INTRODUCCIÓN

Hoy en día es evidente que la presión demográfica y la necesidad de producir alimentos han ejercido una notable influencia sobre los ecosistemas de bosques primarios. Ante éste problema es imprescindible conocer con cierta precisión la capacidad de regeneración de los ecosistemas maduros que aún existen por medio de estudios de su dinámica y capacidad de regeneración. De ésta manera, se tendrá bases sólidas para su manejo y utilización (Gomez-Pompa, 1976).

Grandes áreas son deforestadas sin ningún plan para su regeneración o reposición y las pequeñas áreas bajo manejo presentan resultados muy pobres, lejos todavía de ser sostenibles (Gomez-Pompa et al, 1991).

Los conocimientos sobre adaptación al sitio, composición florística, estructura y dinámica de renovación necesarios para cada comunidad vegetal, son requisitos previos al desarrollo de sistemas de manejo (Cárdenas, 1986). Tales requisitos pueden gestar numerosos cambios en el manejo de bosques y en el sistema de leyes, donde la conservación, explotación o el aprovechamiento sostenible de los bosques tropicales sea una realidad.

El conocimiento detallado de la dinámica interna del bosque constituye la base del manejo silvicultural, pues hasta ahora el problema, no resuelto, es la falta de una suficiente regeneración natural después de las cortas (Hopfins et al, 1980)

Por la falta de buenos ejemplos de éxito existe la opinión, bastante generalizada, de que técnicamente no es posible el manejo de bosques primarios heterogéneos. Las causas de los fracasos se deben fundamentalmente a causas técnicas, socioeconómicas y políticas (Orozco, 1991). Sin embargo, para llevar a cabo sistemas de producción forestal faltan todavía, entre otros, conocimientos sobre las características de los tipos de bosque, ya que es difícil entender los procesos de regeneración sin conocer los patrones de comportamiento de las especies individuales en los sistemas que regeneran y las causas y efectos producidos por las perturbaciones (Salcedo, 1986).

El éxito del manejo de bosques y en general de los recursos naturales se basa en la conciliación entre los factores político, social y económico ligados a un conocimiento técnico adecuado. Todo esto en conjunto garantizará la sostenibilidad del recurso.

Las últimas tres décadas han sido ricas en investigación, pero ésta no resultó en un incremento significativo de las áreas de bosque bajo algún tipo de manejo. Por lo tanto, el problema de la carencia de conocimientos radica en la falta de habilidad de los investigadores en establecer prioridades para la investigación (Gomez-Pompa et al, 1991).

Para entender y dar pautas en torno a ésta problemática, se hace necesario contar con un bosque maduro, no o poco intervenido, para estudiar su estructura original y, a su vez, poder compararlo con otros bosques y así incrementar el conocimiento sobre la dinámica de los bosques (Salcedo, 1986). Tales requisitos se encuentran en el bosque latifoliado de altura de la zona núcleo del Cerro Uyuca.

Este estudio está concebido para contribuir a mejorar los conocimientos sobre ecología y silvicultura de especies de valor económico en ecosistemas maduros de altura del trópico y subtropical de América, y sus objetivos son:

- Caracterizar florística y estructuralmente un ecosistema de bosque maduro de altura.
- Proporcionar información ecológico-silvícola del bosque maduro de altura, que sirva de base para la reconstrucción de ecosistemas degradados y/o para investigaciones futuras sobre procesos de renovación.
- Determinar el peso ecológico del *Ilex chiapensis* Lundell en el seno de la comunidad.
- Determinar el grupo ecológico al que pertenece *Ilex chiapensis* Lundell.

IL REVISION DE LITERATURA

2.1 LOS BOSQUES LATIFOLIADOS DE LOS TROPICOS Y SUBTROPICOS DEL MUNDO Y ESTADO ACTUAL DE SU MANEJO

Es interesante, pero no sorprendente, que la destrucción de los bosques tropicales causen tanto trastorno en el planeta. La razón principal es que éstos constituyen la mitad de los bosques del mundo y albergan al 70 % de las especies de plantas y animales del planeta. (Lugo, 1988).

Según estudios realizados por Singh (1993), la cubierta forestal en toda la zona tropical, abarcaba 1756 millones de ha., es decir, aproximadamente el 37 % de la superficie total de tierras en el mundo. América Latina posee la mayor extensión forestal con 918 millones de ha, seguida de Africa con 528 millones de ha. y Asia con 311 millones de ha. Alrededor de 1544 millones de ha (88 %) se encuentran en tierras bajas y las restantes 204 millones de ha (12 %) en tierras altas (zonas de colinas y montañas)(Cuadro 1)

América Latina y el Caribe poseen más de la mitad de la superficie total de bosques tropicales densos del mundo, con 680 millones de ha, y tiene también la zona más extensa de plantaciones forestales de los países en desarrollo, con siete millones de ha. y más de 250 millones de ha. en otros tipos de bosques.

Entre 1950 y 1980, los recursos forestales desaparecieron en mas de 200 millones de ha, según las estimaciones de la FAO para esos años, la deforestación alcanzaba aproximadamente a 6 millones de ha. por año. (Contreras, A. 1988). Mientras que otros estudios indican que la deforestación en 1980, correspondía aproximadamente a 11,4 millones de hectáreas por año. Por otra parte, en los países tropicales la deforestación aumentó en los últimos años e incluso se ha acelerado hasta alcanzar, entre 1981 y 1990, un área aproximada de 154 millones de ha que han sido deforestadas, dando un promedio de 15,4 millones de hectáreas por año (Janz, K. 1993). Singh (1993), afirma que la deforestación entre 1981 y 1990, en el conjunto de la zona tropical, fue de 7,4 millones de ha por año en América Latina; 3,9 millones de ha por año en Asia; y 4,1 millones de ha por año en Africa (Cuadro 2).

Cuadro 1 Estimaciones de la superficie de la cubierta forestal y la deforestación por sub-regiones geográficas.

Región /sub-región geográfica	Países evaluados	Superficie (millones de ha)	Cubierta Forestal		Deforestación anual 1981-1990	
			1980	1990	Millones de ha	(%)
			Millones de ha			
Africa	40	2236,1	568,6	527,6	4,1	0,7
Africa Saheliana Occidental	9	528,0	43,7	40,8	0,3	0,7
Africa Saheliana Oriental	6	498,7	71,4	65,3	0,6	0,8
Africa Occidental	8	203,8	61,5	55,6	0,6	0,8
Africa Central	6	398,3	215,2	204,1	1,1	0,5
Africa Austral Tropical	10	558,1	159,3	145,9	1,3	0,8
Africa Insular	1	58,2	17,1	15,8	0,1	0,8
América Lat. y El Caribe	33	1650,1	922,2	918,1	7,4	0,7
América Central y México	7	239,6	79,2	68,1	1,1	1,4
Caribe	19	69,0	48,3	47,1	0,1	0,3
América del Sur Tropical	7	1341,6	864,6	802,9	6,2	0,7
Asia y el Pacífico	17	892,1	349,6	310,6	3,9	1,1
Asia Austral	6	412,2	69,4	63,9	0,6	0,8
Asia Continental Sudoriental	5	190,2	88,4	75,2	1,3	1,5
Asia Insular Sudoriental	5	244,4	154,7	135,4	1,9	1,2
Pacífico	1	45,3	37,1	36,0	0,1	0,3
Total	90	4778,3	1910,4	1756,3	15,4	0,8

Cuadro 2. Estimaciones de la superficie de cubierta forestal y la deforestación por principales zonas ecológicas.

Formación Zona/Climax	Superficie (millones de ha)	Cubierta forestal 1990		Deforestación anual 1981-1990	
		millones de ha	% de superficie	millones de ha	%
Zona Forestal	4186,4	1748,2	42	15,3	0,8
Formaciones de tierras bajas	3845,6	1543,9	44	12,8	0,8
-Bosque hidrofítico	947,2	718,3	76	4,6	0,6
-Bosque húmedo caducifolio	1289,2	587,3	46	6,1	0,9
-Bosque seco caducifolio	706,2	178,6	25	1,8	0,9
-Bosque muy seco	543,0	59,7	11	0,3	0,5
Formaciones de tierras altas	700,9	204,3	29	2,5	1,1
-Bosque húmedo	528,0	178,1	34	2,2	1,1
-Bosque seco	172,8	26,2	15	0,3	1,1
Zona no forestal (desierto y mesetas)	591,9	8,1	1	0,1	0,9
TOTAL TROPICAL	4778,3	1756,3	37	15,4	0,8

A escala mundial los recursos forestales, en el decenio de 1980-1990, disminuyeron substancialmente, pero en los países industrializados aumentaron ligeramente en términos de superficie total, y en medida considerable en términos de madera en pie.

La opción de manejo que plantea Lamprecht (1990) es, tomar como base el estado actual del bosque, en el que se pretende dar un manejo ordenado. Éstos se pueden dividir someramente en bosques primarios, bosques secundarios, bosques explotados y mosaicos de agricultura semi nómada y de bosque primario.

Existen diferentes sistemas que se aplican en el manejo de los bosques tropicales, entre los más importantes están (Lamprecht, 1990).

1. Fijación de diámetro mínimo de corta (DMC). Permite el aprovechamiento de árboles gruesos; para las especies de importancia económica se fija un DMC. Este sistema sólo puede ser viable si existe un suficiente número de árboles gruesos para un aprovechamiento rentable. El DMC tiene que ser fijado en un grosor suficientemente alto y las especies explotadas presentar una distribución diamétrica regular para asegurar su perpetuidad.
2. Mejoras en el Grosor. Es un sistema mejorado de DMC que pretende que, con el tiempo, resulten estructuras del bosque que permitan el manejo de entresaca selectiva.
3. Sistemas de conversión. Se basan en la modificación gradual y sucesiva de la composición y/o de la estructura de un bosque. Entre ellos encontramos:
 - a) Sistema de mejoramiento en el que se hacen intervenciones a la masa en pie para mejorar rendimientos futuros.
 - b) Enriquecimiento, se da cuando el número de árboles con valor comercial en el bosque es insuficiente o malo; entonces se plantea un enriquecimiento.
 - c) Conversiones mediante regeneraciones -combinando con explotaciones forestales- trata de lograr una homogeneización florística y estructural del bosque original mediante la aplicación del Malayan Uniform System (MUS), TSS, TSS Trinidad, Methode Martineau, etc.
 - d) Sistemas de conversión en bosque económico entresacado, crear bosques multietáneos entresacados es el objetivo, se logra mediante Philippine Selective Logging System (PSLS), Indonesian Selective Logging System (ISLS), etc.

Los bosques densos son considerados como adecuados para el manejo forestal convencional por la alta productividad que presentan (Cuadro 3). Se considera que aproximadamente unas 881 millones de ha. son potencialmente productivas. De este potencial, sólo una superficie aproximada de 41 millones de ha se encuentran bajo manejo forestal (Lamprecht, 1990).

Cuadro 3. Superficies de bosques latifoliados densos, según áreas productivas y no productivas, y volúmenes de maderas para el conjunto de árboles con DAP > 10 cm.

Región	Bosques densos latifoliados					
	Superficie en millones de ha.			Volumen en fustal (pie en miles de millones de m ³)		
	Productivo	No productivo	Total	Productivo	No productivo	Total
América	506	147	653	77.45	12.20	89.65
África	162	53	215	38.75	6.15	44.90
Asia	191	100	292	30.65	13.10	43.75
Total	860	300	1160	146.85	31.45	178.3

Fuente. Lugo 1993

2.1.1 Bosques de tierras bajas

Los bosques de tierras bajas, según Agudelo (1994), se encuentran desde el nivel del mar hasta los 2000 msnm en los trópicos y entre el nivel del mar hasta los 1000 msnm en los sub-trópicos. La precipitación promedio anual fluctúa entre los 1000 a 8000 milímetros, la temperatura media anual mayor de 17-18°C, en algunos casos puede bajar hasta 0°C y en otros alcanzar los 40°C.

Los árboles pueden alcanzar hasta 60 m de altura cerrándose el dosel a los 30 a 35 m en bosques húmedos y hasta 40 m, cerrándose el dosel a los 20 m en bosques secos. Los bosques húmedos presentan un alto número de especies arbóreas, 100-160, con 500-700 árboles por ha, un área basal por hectárea de 24-40 m² para árboles con un DAP mayor a 10 cm. En bosques secos presentan hasta 50 especies arbóreas, con 80-400 árboles por ha, un área basal de 16-20 m² para árboles con un DAP mayor a 10 cm.

Los bosques de bajura se dividen en bosques hidrofíticos, bosque húmedos caducifolios, bosques secos caducifolios y bosques muy secos. Según Singh (1993), entre las formaciones de tierras bajas (Cuadro 2), la mayor parte corresponde al bosque hidrofítico, con 718 millones de ha (41 %). Los bosques húmedos caducifolios y los bosques secos caducifolios y muy secos abarcan 587 millones de ha (33 %) y 238 millones de ha (14 %), respectivamente. El resto, casi ocho millones de ha, se reparten entre zonas no forestales (desiertos y mesetas).

Actualmente se considera que en las tierras forestales de zonas bajas los bosques todavía cubren, en promedio, el 76 % del territorio (Singh, 1993), en esta misma zona la tasa de deforestación fue de 4,6 millones de ha por año en las zonas del bosque hidrofítico, de 6,1 millones de ha por año en las zonas del bosque húmedo, alrededor de 2,1 millones ha por año en las zonas secas y muy secas (Cuadro 2). Dando una tasa de deforestación anual del bosque de 0,6 % en el bosque hidrofítico, 0,9 % en el bosque húmedo y 0,9 % en los bosques caducifolios secos y muy secos.

2.1.2 Bosques de altura o montanos

Agudelo (1994), define a los bosques de altura o montanos como formaciones boscosas que se encuentran entre los 2000-4000 msnm, en el trópico, mientras que en el sub-trópico se encuentran entre los 1000-3000 msnm, se puede encontrar bosques montanos a menor altitud, incluso a menos de 1000 msnm. La precipitación promedio anual es superior a 500 milímetros y en zonas muy húmedas puede alcanzar hasta los 4000 milímetros al año, esto se puede explicar ya que en muchos bosques de altura se presenta un contacto frecuente de las nubes o neblinas con el suelo, produciendo la precipitación horizontal.

Los árboles presentan una altura máxima de 50 m de altura y un dosel que se eleva hasta los 20 o 30 m., los helechos arborecentes son muy comunes junto con un alto número de especies epifitas. Estos bosques presentan un número de árboles por hectárea que va desde 450-1300 y un área basal de 20-54 m² por ha para árboles con un DAP mayor a 10 cm.

Los bosques de altura o montanos se dividen en bosques húmedos y bosques secos. Cubren una extensión aproximada de 700,9 millones de ha, que equivale al 14 % del total de la superficie de las tierras tropicales del globo. El área cubierta con bosques de altura, es solo el 204,3 millones de ha (el 29 % de la tierras de altura), donde el bosque húmedo de altura y el bosque seco de altura, ocupan 178,1 y 26,2 millones de ha., respectivamente.

La deforestación fue de 2,5 millones de ha por año en las zonas montañosas (Cuadro 2). Alcanzando una tasa superior al de los bosques de tierras bajas con un valor de 1,1 por ciento en los bosques húmedos de altura y en los bosques secos de altura respectivamente. Estos bosques tienen los índices mayores de deforestación, posiblemente debido a que se trate de zonas con índices relativamente altos en crecimiento y densidad demográfica (Singh, 1993).

2.1.3 Tipología forestal con fines de manejo

Se entiende por tipología, el estudio de las características morfológicas de los individuos a tipificar y sus rasgos más importantes (Larousse, 1993).

Según Budowski (1970), "clasificar es parte esencial de cualquier ciencia y se basa en el arreglo ordenado de datos o hechos conocidos. Una clasificación bien comprendida y aplicada correctamente constituye una base para muchos estudios científicos". El autor también

considera que la clasificación de la vegetación representa hoy en día un dilema en la definición, descripción y delimitación de las comunidades vegetales; ello ha conducido a que desafortunadamente no exista una clasificación universal que sea reconocida.

Matteucci (1982), señala que el objetivo más importante de los estudios de vegetación es el de llegar a establecer correlaciones o asociaciones entre los parámetros de ordenamiento espacial de la vegetación y los factores ambientales y formular hipótesis acerca de las relaciones causales entre las respuestas de la vegetación y los factores del ambiente.

Existe en la actualidad muchos sistemas de clasificación, los que se utilizan a nivel mundial, regional o local, pero hasta el momento no hay un sistema de aplicación generalizada que permita determinar unidades taxonómicas de menor escala de bosques húmedos tropicales que permitan desarrollar planes de manejo forestal (Salgado, 1986).

El grado de tipificación deseado dependerá de las finalidades que se pretendan obtener y dentro de cada finalidad será de forma diferente. Una tipificación para fines de manejo extensivo, como por ejemplo bajo un sistema de diámetro mínimo de corta será muy diferente a una tipificación para fines de investigación ecológica detallada. (Vincent, 1970).

Seth (1955), afirma que el grado de conocimiento influye sobre el grado de tipificación. Cuando se empieza a estudiar un bosque, no es posible tipificar, sino en un grado muy reducido. A medida que se obtiene información, el grado aumentará hasta llegar al nivel que concuerda con la intensidad de manejo que se desee.

De manera general, se pueden reconocer por lo menos cuatro grandes enfoques utilizados para clasificar la vegetación: fisonómico, ecológico o climático, florístico y evolutivo o dinámico. De estos cuatro grandes enfoques se puede obtener un sin número de combinaciones como lo son los enfoques eco-fisonómicos de Yangambi en África, Aubreville (1965), o fisio-climáticos de Holdridge (1982), en la clasificación de zonas de vida (Salcedo, 1986).

Tosi (1976), ha desarrollado una metodología con base en las consideraciones teóricas hechas por Holdridge, que se basa en un estudio pedológico detallado y en ciertos criterios florísticos permitiendo identificar y delimitar asociaciones. Esta metodología se puede resumir en:

1. Delimitación de agrupaciones naturales de asociaciones determinadas por la integración de tres parámetros ecológicos bioclima, material parental o litología de la superficie y forma terrestre mayor o paisaje morfológico.
2. Verificación en el campo mediante análisis de vegetación y suelo.
3. Elaboración de mapas de las asociaciones identificadas.

Muchos autores coinciden con Holdridge (1977) y Tosi (1976), al considerar los parámetros fisiográficos para el reconocimiento de las asociaciones. Lieberman et. al. (1985), consideran

a la topografía, variaciones edáficas como las principales variables para diferenciar las comunidades vegetales o tipos de bosque en una zona de estudio.

En América tropical se han desarrollado tres sistemas de clasificación basados en criterios geomorfológicos y fisiográficos, que son los sistemas de Tosi, Malleux y el Centro Internacional de Fotointerpretación (Valencia, 1986) los dos últimos no reconocen unidades fisiográficas por sólo abarcar formas terrestres visibles en fotografías aéreas, sin tomar en cuenta los demás factores físicos del medio ambiente como clima, suelos, etc.

Publicaciones realizadas por la ONU (1974), afirman que con fotografías aéreas de gran escala (1/200 ó 1/3000) se pueden estimar parámetros de la masa. En bosques templados con un número limitado de especies a reconocer, se puede medir la altura de los árboles dominantes y codominantes, la densidad de la cubierta de copas, el diámetro de copas individuales, etc. Se usan escalas pequeñas o medias (1/10000 o 1/25000), se usan generalmente solo para estratificación y estimación de superficies arboladas en los inventarios forestales, donde todos o la mayor parte de las mediciones se harán en trabajo de campo. En resumen, la escala más apropiada dependerá del refinamiento que se desee hacer la estratificación.

Para Braun-Blanquet (1979), la fotografías aéreas no pueden de ningún modo sustituir el trabajo que se realiza desde el suelo, pero constituyen una buena base y podrían ser útiles si a la fotointerpretación se la acompañan de estudios acerca de las características del suelo.

Vincent (1970), desarrollo una metodología propia para delimitar los tipos de bosque con fines de manejo silvicultural en los llanos accidentales venezolanos, que se basa en los siguientes parámetros: estratificación, altura de cada estrato, cobertura de cada estrato y total, caducifolia de cada estrato y total y composición florística de cada estrato, también integró aspectos edáficos y topográficos. El mismo autor indica que existen varias limitantes en su metodología y es difícilmente generalizable por las siguientes razones:

1. El reconocimiento de los estratos es arbitrario y subjetivo.
2. Para la clasificación es fundamental área basal y caducifolia, este último fenómeno no ocurre en los bosques tropicales siempre verdes, en donde la precipitaciones generalmente se distribuyen regularmente a lo largo del año.

En resumen, no existe una metodología comprobada que se pueda aplicar para la delimitación de asociaciones boscosas tropicales o para el establecimiento de los límites entre uno y otro tipo de bosque, pero se llegó al consenso de que el relieve, el suelo y la flora cuando existen condiciones climáticas homogéneas y variaciones de vegetación sobre cortas distancias son parámetros útiles para una clasificación acertada (Salcedo, 1986).

2.2. CARACTERIZACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS LATIFOLIADOS MADUROS

2.2.1 SUPERFICIE DE MUESTREO

En la mayoría de los estudios sobre vegetación no es factible enumerar y medir todos los individuos de la comunidad. Por esto hay que realizar muestreos de la misma y estimar el valor de los parámetros de la población. Aunque fuera posible localizar y medir todas las unidades de la población, la información que se obtendría no sería más útil ni más significativa que la derivada de un muestreo adecuado (Matteucci; Colma, 1982).

Para que un estudio del bosque tenga realmente validez es necesario seleccionar adecuadamente el tamaño de la muestra a evaluarse, es decir determinan el área mínima a muestrear. El área mínima, es aquella que por debajo de la cual toda comunidad no puede expresarse como representativa. Esta área mínima ha sido tradicionalmente determinada mediante la aplicación de un criterio: la relación especies-área. Por ejemplo, (Cain, citado por Matteucci; Colma, 1982), fija como área mínima la superficie a partir de la cual, hay un aumento inferior a 10 por ciento del número de especies registradas, cuando se aumenta el área de levantamiento en un 10 por ciento.

El tamaño del área mínima dependerá en gran parte de la homogeneidad del bosque, de las variaciones de suelo (especialmente retención de agua y cercanía de la capa freática) y de la pendiente que pueda aparecer cuando se extiende el área de muestreo (Quevedo, 1986).

Otro aspecto fundamental para la validez de este tipo de estudios es la uniformidad de las unidades de muestreo. Para que estas sean realmente representativas del área total, deben establecerse con la mayor homogeneidad posible en el suelo, ubicándolas selectivamente en áreas representativas de la comunidad y con la mayor uniformidad posible en cuanto a topografía, suelos y otras características que influyen en el hábitat de desarrollo de la vegetación (Matteucci y Colma, 1982).

Según Lamprecht (1964), además de la ubicación correcta de las parcelas de muestreo, el número y las dimensiones de las mismas son de importancia primordial para la validez, la significancia y la comparabilidad estadística de los resultados.

Matteucci y Colma (1982), listan una serie de características que debe llenar el muestreo para que sea representativo y maximice el uso de el tiempo y los recursos. Tales características son las siguientes:

a) Selección y delimitación de la zona de estudio.

Este paso es necesariamente subjetivo y depende de los objetivos del estudio. Los criterios para delimitar y seleccionar la zona varían, van desde los de índole administrativo hasta los ambientales o vegetacionales. Es de vital importancia expresar claramente cual es el criterio de selección utilizado, puesto que los resultados y conclusiones obtenidos sólo serán aplicables para la zona delimitada.

b) Situar la muestra y las unidades muestrales

El método a seguir para ubicar la muestra y las unidades muestrales se refiere al patrón espacial que ellas tendrán una vez ubicadas dentro de la zona de estudio. Este patrón puede ser preferencial, aleatorio, sistemático o aleatorio restringido.

c) Determinación del tamaño de la muestra

Cuanto mayor sea el área de muestreo, mas precisa será la estimación de los resultados. Sin embargo, dado el gran costo de muestreo (especialmente en tiempo y esfuerzo) es necesario llegar a un compromiso tal, que el tiempo invertido sea equiparable a la cantidad y calidad de la información recuperada.

Existen varios criterios para decidir el tamaño de la muestra. En algunos estudios se ha utilizado la relación entre la superficie muestreada y la superficie total, escogiéndose como tamaño de muestra un porcentaje de la superficie total. En estudios que requieren mayor rigurosidad estadística, se exige determinado nivel de precisión de la media. Cuando esto ocurre es posible predecir el número de unidades muestrales necesarias para obtener determinado nivel de precisión.

Un criterio más sencillo se basa en el grado de fluctuación de la media de las unidades de muestreo. Se gráfica la media de la variable en función del número de unidades muestrales, con pocas unidades, a medida que aumenta el número de unidades muestrales el valor de la media se estabiliza y es aquí donde se considera el punto óptimo de unidades muestrales para realizar el estudio.

Algo similar ocurre al utilizar la relación especies-área para determinar el tamaño óptimo de muestra. Se gráfica el número de especies que se encuentran en relación al área. Al comienzo, a medida que crece el área de muestreo, fluctúa grandemente el número de especies encontradas, pero luego se va estabilizando, llegando a un punto donde varía relativamente muy poco y es aquí donde se toma el tamaño óptimo de muestra.

d) Determinación de unidades muestrales

Estas deben satisfacer tres requisitos importantes:

1.- Deben distinguirse claramente

2-. Las reglas de inclusión y exclusión del material vegetal a medir, deben establecerse de antemano y deben ser respetadas durante la obtención de los datos.

3-. Una vez seleccionados el tamaño y la forma de las unidades, deben mantenerse tan uniformes como sea posible a lo largo del trabajo.

El tamaño de las unidades muestrales muchas veces se determina de acuerdo a las características de los individuos que se van a medir. Si estos individuos que se van a medir son pequeños o muy abundantes es preferible utilizar unidades pequeñas; en cambio, si son individuos muy grandes o muy espaciados las unidades de medición grandes son las más adecuadas.

Las unidades muestrales varían mucho de forma. Estas pueden ser circulares, cuadradas, rectangulares o bien se pueden utilizar transectas. En realidad, muchas veces la forma de las parcelas está determinada directamente por el criterio del investigador.

2.2.2 Estructura

La palabra estructura es un término bastante vago, debido a que a ido adquiriendo diferentes significados a través del tiempo. Se a utilizado al hablar de distribución de árboles en clases diamétricas (Meyer et al, 1943, Meyer, 1952, Lenger, 1954, Turnbull, 1963, White, 1963, Rollet, 1969 y Mervart, 1971 citados por UNESCO et al, 1980), de la distribución del área basimétrica en clases diamétricas (Turnbull, 1963 citado por UNESCO et al, 1980), de los componentes de la biomasa (Golley et al, 1969 citado por UNESCO et al, 1980), distribución de los individuos en tipos biológicos o en estratos (Richards, 1939 citado por UNESCO et al, 1980), para designar la arquitectura del bosque, para determinar las comunidades vegetales (Golstein et al, 1972 citado por UNESCO et al, 1980), arquitectura de la cubierta arbórea (Bruning, 1970 citado por UNESCO et al, 1980) y a éste mismo término se le ha agregado el concepto de distribución en clases de edad (Jones et al, 1945 citado por UNESCO et al, 1980).

Por lo tanto, es posible hablar de estructura de diámetros, estructura de alturas totales, de copas o de cubierta arbórea, de estructura espacial global (gregaria, homogénea), de estructura espacial de una especie, de estructuras de riqueza florística (curva área-especies), de diversidad florística, de asociaciones de especies o de estructura equilibrada (UNESCO et al, 1980).

Estructura es cualquier situación estable o evolutiva no anárquica de una población o comunidad en la cuál, aunque mínima, puede detectarse algún tipo de organización representable por un modelo matemático, una ley estadística de distribución, una clasificación o un parámetro característico (UNESCO et al, 1980).

En cualquier caso, la vegetación de los bosques tropicales presenta, evidentemente, ciertas agrupaciones preferentes de especies. Por ejemplo, dominancia de tipos biológicos, determinadas asociaciones de especies o rodales de árboles en ciertas situaciones

topográficas. Existen además tipos más sutiles de agregación cuya detección exige un tratamiento profundo de los datos .

2.2.2.1 Distribución de diámetros por especies. Esta distribución sirve para clasificar las especies dentro de grupos ecológicos, lo que se discute con mayor detalle en el punto 2.3 referido a dinámica.

Según UNESCO et al, 1980, área basimétrica, es la suma de las secciones de los fustes a la altura de 1,3 m sobre el suelos (DAP), pertenecientes a todos los árboles de una superficie determinada y mayores a cierto diámetro. Esta área nos da una idea del grado de ocupación del espacio por los árboles en un área determinada y a varios límites inferiores de diámetros. Generalmente se expresa referente a una hectárea y a varios límites inferiores de diámetros, por ejemplo, mayores o iguales a 10 cm de DAP.

Según Lamprecht (1990) los bosques montanos ombrofilos presentan áreas basimétricas mayores que los de tierras bajas. Las magnitudes oscilan entre 40 - 60 m²/ha para los primeros y entre 30 - 40 m²/ha para los segundos. Sin embargo, ésta generalización debería confirmarse con un muestreo más amplio.

En los bosques tropicales el concepto de área basimétrica es algo arbitrario, porque debido a las raíces tabulares, los diámetros se miden a alturas variables del fuste.

La fluctuación en la distribución de árboles por clases diámétricas presenta como consecuencia áreas basimétricas con fuerte variabilidad, ya sea entre muestras de la misma región, entre regiones o entre varios países. Si se consideran parcelas pequeñas la variación es mayor. En la práctica la distribución de las áreas basimétricas toma la forma de una campana asimétrica, con una larga cola para los diámetros gruesos (UNESCO et al, 1980).

2.2.2.2 Distribuciones espaciales (UNESCO et al, 1980). Estos estudios definen con precisión los conceptos de homogeneidad y gregarismo referidos a la vegetación. Por definición, se dice que una especie presenta una distribución espacial homogénea si sus individuos se hallan esparcidos al azar. En tal caso, la probabilidad de encontrarla en una parcela es constante (concepto de homogeneidad) e independiente de su ausencia o presencia en parcelas contiguas (ausencia de gregarismo).

Existen diversas aproximaciones posibles, unas consideran la presencia o ausencia de una especie en cada parcela muestra (frecuencia); otras el número de individuos que existe de una especie (abundancia).

2.2.2.3 Distribución de presencias o ausencias por especies. Se a utilizado pocas veces en bosques tropicales, pues para su aplicación debe disponerse de largas bandas continuas o de grandes superficies de muestreo. La homogeneidad en la distribución se cuantifica mediante el número de sucesiones continuas de su presencia o ausencia a lo largo de

parcelas adyacentes. La influencia del tamaño de parcela se estudia agregando sistemáticamente parcelas contiguas para formar nuevas muestras (UNESCO et al, 1980).

2.2.2.4 Distribución espacial del número de árboles por especie. Existen varios modelos como el de distribución al azar de Poisson, el de distribución contagiosa de Neyman, el de Thomas. Todos ellos para diversos tamaños de parcela y diámetros. Existen algunas dificultades a la hora de interpretar los resultados: las conclusiones varían irregularmente con las diferentes dimensiones mencionadas y las preferencias de unos y otros modelos pueden parecer arbitrarias. Skellam, citado por UNESCO, et al, 1980, demostró que modelos distintos pueden dar distribuciones idénticas. Estos modelos proporcionan resultados satisfactorios a la hora de aceptar o rechazar la hipótesis de una distribución aleatoria, siendo el de Poisson el más riguroso y refinado

El que los individuos de una especie muestren tendencias gregarias en parcelas de un determinado tamaño no significa, necesariamente, que la especie forme agregados o rodales en el sentido de un silvicultor. Por lo tanto, es posible analizar la distribución espacial utilizando simples criterios de presencia o ausencia, ya sea en parcelas, ya sea con el método de sucesiones continuas. Los estudios se realizan para un cierto tamaño de parcela y un límite inferior determinado de alturas o diámetros normales (UNESCO et al, 1980).

Los estudios acerca del gregarismo (ausencia de homogeneidad) manifiestan el comportamiento de las especies respecto a la regeneración natural y a la competencia interespecífica (UNESCO et al, 1980).

2.2.2.5 Expresiones cuantitativas de la diversidad y riqueza florística. La composición florística del bosque cambia gradualmente cuando se consideran superficies cada vez mayores y diámetros o alturas cada vez menores. Por ello es necesario precisar tanto las superficies como el tamaño de los individuos y comparar áreas de las mismas dimensiones (UNESCO et al, 1980).

Se llama riqueza florística al número total de especies de cualquier tamaño que viven en un área dada (UNESCO et al, 1980).

La diversidad florística viene dada por la distribución de los individuos entre las especies presentes (UNESCO et al, 1980).

Siempre ha sido difícil representar de manera adecuada el lugar que una especie ocupa en la naturaleza. De ahí, los diversos sistemas de ponderación: el número de individuos, el volumen, la biomasa, el índice de complejidad de Holdridge, el índice biotaxonomico de Vareschi, el índice de significación ampliada de Finl o el índice de valor de importancia de Curtis y McIntosh (UNESCO et al, 1980).

A continuación detallamos los aspectos más importantes de la riqueza y diversidad florística:

a) Riqueza florística

Número de especies en una superficie determinada. Curva especies-área.

Consiste en contar el número de especies presentes en los primeros n individuos enumerados. El valor n varía según los autores; Brunig, considera los 100 primeros individuos; Rollet, utiliza un número inferior. El método es algo artificioso ya que los n individuos ocupan una superficie variable, por lo tanto resulta preferible considerar un área determinada. Para comparar la riqueza florística en distintas muestras es preciso considerar superficies iguales e idénticos límites de tamaño mínimo en los árboles considerados. De esta manera nace la idea de representar un gráfico, la curva que relaciona el número de especies con la superficie muestreada. También pueden establecerse curvas referidas a una misma región, pero considerando diferentes límites de tamaño de los individuos incluidos en el censo (UNESCO et al, 1980).

Se presentan problemas de muestreo acerca de la colocación de las parcelas para establecer la curva. Es evidente que el número de especies encontradas será mayor si las parcelas, en lugar de contiguas se hayan muy alejadas unas de otras. Por consiguiente el muestreo con bloques, bandas alargadas, cuadrícula con malla mas o menos ancha, introducen modificaciones en la curva teórica (UNESCO et al, 1980).

b) Diversidad florística

La diversidad florística se obtiene relacionando matemáticamente el número de individuos con el correspondiente número de especies. El cociente de mezcla de Jentsch, 1911, consiste en la razón, número de individuos y número de especies. En realidad carece de significado si no se precisa la superficie de muestreo y el límite inferior de diámetro considerado. Como su valor aumenta de manera constante con la superficie, no resulta de gran interés (UNESCO et al, 1980).

UNESCO et al, 198, propone más interesantes las aproximaciones propuestas por Fischer et al, 1943, Preston, 1948 y 1962, Williams, 1964 y el uso de la teoría de la información.

2.2.3 Caracterización de la organización horizontal

A continuación estudiaremos los parámetros más importantes de la organización horizontal.

2.2.3.1 Riqueza y diversidad florística. La riqueza y diversidad de la flora arbórea son dos de las características mas sobresalientes de los bosques tropicales (Lamprecht, 1964).

La riqueza trata del incremento de especies en superficies crecientes, a partir de un diámetro mínimo considerado. Se evalúa a través de la curva especies-área, la cual proporciona información para detectar en que superficie el incremento de nuevas especies no es significativo.

La diversidad florística trata la intensidad de mezcla del bosque, es decir, la distribución de los individuos entre el total de especies. Una forma de evaluarla es utilizando el cociente de mezcla propuesto por Jentsh (1911), citado por Cárdenas (1986), el cual es el resultado de la división del número total de árboles encontrados por el valor total de las especies encontradas, a partir de un diámetro mínimo considerado y en una superficie dada.

Varios autores concuerdan en que una forma simple de expresar la riqueza florística de una comunidad vegetal consiste en relacionar el número de especies con el área.

Sin embargo, para poder comparar la riqueza florística de distintas muestras, es preciso considerar datos referidos a superficies iguales e idénticos límites inferiores del conjunto de árboles considerados.

Se han propuesto diversas expresiones matemáticas para describir las curvas área-especies. Fisher (citado por Cárdenas, 1986), propuso que el número de especies es proporcional al logaritmo del número de individuos y, en consecuencia, aproximadamente proporcional al logaritmo de la especie muestreada.

Preston (citado por Cardenas, 1986), propuso una ley log-normal para describir las distribuciones de las especies en función del número de individuos agrupados en clases, cuyos límites forman una progresión geométrica. Esta hipótesis supone que el logaritmo del número de especies aumenta de manera lineal con el logaritmo de la superficie.

Rollet (citado por Cardenas, 1986), demuestra que ninguno de estos modelos es totalmente adecuado. Llega a afirmar que para describir las curvas área-especie, el modelo más cercano a la realidad ocuparía un lugar intermedio entre el desarrollado por Fisher y el desarrollado por Preston.

Uno de los rasgos más llamativos en la estructura de los bosque tropicales sin lugar a duda, es su composición florística. Esta ha sido objeto de varios intentos para caracterizarla. Uno de los primeros y de los más sencillos es el cociente de mezcla. Este suministra una idea global sobre la intensidad media de la muestra de una comunidad.

Este cociente se representa de la siguiente manera:

$$C_{ma} = N_a / n_a$$

en donde ; C_{ma} = Cociente de mezcla del área de tamaño "a".

N_a = Número de especies en el área "a".

n_a = Número de individuos en el área "a".

Este cociente carece de significado si no se precisa la superficie de muestreo y el límite inferior de diámetros considerados.

2.2.3.2 Cuadro de la vegetación. Según Braun-Blanquet (citado por Salcedo, 1986), el objetivo de los estudios florísticos es reconocer la significancia de las especies y su forma de vida, así como también la determinación de las leyes que regulan las relaciones de los organismos con la forma de vida de las especies. No es posible llegar a una definición precisa de las unidades fitosociológicas si se deja en segundo término la consideración de la composición florística.

Los estudios florísticos incluyen parámetros como abundancia, dominancia y frecuencia de cada especie. Estos tres parámetros son integrados en el índice de valor de importancia propuesto por Curtis y McIntosh (1950). Este índice proporciona el reconocimiento de la importancia ecológica de una especie en el seno de la comunidad, sintetizando la información sobre la presencia, cobertura y distribución de cada especie y se representa mediante la siguiente expresión:

$$IVI = A \% + D \% + F \%$$

en donde:

IVI = Índice de valor de importancia

A% = Abundancia relativa

D% = Dominancia relativa

F% = Frecuencia relativa

La abundancia relativa indica la presencia de cada especie en por ciento del número de árboles levantados en la parcela de estudio.

La dominancia relativa corresponde a un estimado de la cobertura, que equivale a la sumatoria de la proyección horizontal de las copas de los árboles (Lamprecht, 1964). Sin embargo, su determinación en los bosques tropicales resulta muy difícil, debido a la complejidad de su estructura vertical y horizontal. Por esta razón, se ha utilizado el área basal en sustitución de la proyección de las copas para determinar la dominancia relativa, y se expresa como el área basal de cada especie con respecto al área basal total.

La frecuencia relativa está relacionada con el patrón de ocurrencia de los miembros de una población de especies dentro de una comunidad (Cain, 1956). Determina la regularidad de la distribución horizontal de cada especie, sobre la base de su presencia o ausencia en las subparcelas ubicadas dentro de la comunidad, constituyendo un indicador de la diversidad o de la complejidad florística de la misma (Vega, 1968; Sabogal, 1980). Se expresa como el porcentaje de subparcelas en que se presenta una especie, en relación al número total de subparcelas de la muestra. El valor de interpretación de este parámetro depende del tamaño de la subdivisión del área. Debido a la falta de normalización en el tamaño de las subdivisiones utilizadas para el cálculo de la frecuencia, Marmillod (1982) propone eliminar este parámetro y determinar el peso de cada elemento de la comunidad con base en el Índice de Valor de Importancia Simplificado, utilizando sólo la abundancia y dominancia relativas, calculado de la siguiente manera:

$$IVI = Ab\% + D\%$$

2.2.3.3 Parámetros dasométricos. Dentro de los parámetros dasométricos, el número de árboles, el área basal y el volumen han sido reconocidos como elementos de gran importancia para caracterizar o comparar las comunidades vegetales.

La interpretación de la distribución total de individuos por clases diamétricas permite precisar efectos de los principales factores ambientales sobre la organización del bosque, da información sobre el estado de equilibrio poblacional de la comunidad y permite detectar actividades antropogénicas realizadas en el bosque. Por otra parte, la distribución del número de individuos por clase diamétrica da valiosas indicaciones sobre su estrategia de regeneración o requerimientos de luz durante el transcurso de su vida, lo que ayuda a diseñar prácticas silviculturales para un manejo racional.

2.2.4.4 Arreglos espaciales. El conocimiento del hábitat específico o dispersión de las especies constituye parte de la caracterización del comportamiento silvícola de estas, así como permite definir las complejas interrelaciones entre componentes del bosque como población. Por la importancia de este conocimiento, se han venido realizando estudios tendientes a detectar las causas o factores que determinan que ciertas especies adopten un patrón típico de distribución en la comunidad forestal (Cárdenas, 1986).

Hubbel y Foster (1983), consideran que el estudio de dispersión de las especies arbóreas (mayores a 20 cm de DAP) suministra importantes características tales como: especies que aparecen distribuidas aleatoriamente sobre la muestra, especies que se presentan agrupadas y cuyos parches son fácilmente reconocibles por las características topográficas del terreno y especies que se encuentran agrupadas pero sus parches no están correlacionados con las condiciones topográficas.

2.2.4 Caracterización de la organización vertical

La distribución vertical de los organismos vegetales dentro de los bosques tropicales debe ser el punto central en el estudio de la estructura de estas comunidades y su regeneración. Existen tres factores dentro de los bosques tropicales húmedos que hacen que el estudio de los patrones verticales sea más importante que en los bosques templados: la alta diversidad de especies de cualquier tamaño, el alto número de individuos en cualquier estrato del bosque y la altura de los árboles dominantes (UNESCO, et al, 1980).

2.2.4.1 Estratificación. Existe una discordancia en la determinación del número de estratos presentes en un bosque maduro, debido a las diferentes percepciones que se tienen de la palabra estrato. Se toman en cuenta consideraciones florísticas, también se toman acumulaciones o no de individuos entre dos alturas y algunos consideran variaciones en gradientes microambientales.

Estas controversias dan a entender que todavía no están bien definidos los parámetros para el estudio de la estratificación de los bosques, lo que si esta claro es que existe y es de vital importancia estudiarla.

2.2.4.2 Organización florística. Lamprecht (1964), muestra que la composición florística presenta con alturas crecientes, diferencias no sólo en la combinación de las especies, sino también en la importancia de las mismas.

Existen diferencias marcadas en la estructura florística entre uno y otros estratos y que por lo general las especies de mayor importancia abundan en todos los estratos.

Para reconocer el patrón de organización florística de la estructura vertical, Newman (1954), propone omitir los individuos inmaduros que puedan todavía alcanzar un estrato superior, en la definición de un estrato inferior. Holdridge (1977), utiliza el concepto anterior, como base para definir su perfil idealizado de la estructura vertical de los bosques. Lamprecht (1964), en cambio, proporciona los resultados de sus estudios por capas, al igual que Finol (1971), que también estratifica de la misma manera, pero este prefiere incluir esta información en el índice de valor de importancia, como nuevo parámetro que llama 'posición sociológica'. Reduce la información a una sola cifra, mediante un procedimiento de cálculo basado en el criterio, discutible, que una especie determinada tiene su lugar asegurado en la estructura y composición del bosque, cuando se encuentra representada en todos los estratos, Marmillod (1982), considera que este índice, a parte de complicado para calcular, oculta mucha información y estima mejor realizar una descripción por especies y estratos, basada en las variaciones de los parámetros naturales, como número de especies, de árboles u ocupación de las copas y concluye que tal definición refleja los rasgos más importantes de la estratificación natural.

2.2.4.3 Organización arquitectónica. Los diagramas de perfiles, han sido útiles para medir aspectos cualitativos de la estructura vertical de los bosques como imágenes puntuales. Han sido fuertemente criticados después de que varios investigadores los utilizaron para tratar de detectar posibles estratos. Rollet (1980), argumenta que los perfiles parecen describir bien aspectos importantes de la geometría de población y de la densidad del sotobosque, además de contener información valiosa sobre las características morfológicas del bosque y así caracterizar las principales formaciones tropicales o sus arquitecturas. Bruning (1983), asegura que los parámetros estadísticos son más eficientes que los perfiles para caracterizar y comparar estructuras forestales, hace énfasis en que el principal uso es ilustrar la caracterización de la estructura de la masa, particularmente el ámbito de variación debido a la fase de claro, construcción y de madurez, cambios en los patrones de agregación y dispersión y diferencias de sitios.

Algunos parámetros han conllevado a establecer métodos cuantitativos para caracterizar los estratos del bosque húmedo tropical; altura total o hasta la base de la copa de los árboles, diámetro a la altura del pecho, área basal, volumen, geometría de las copas. Todos estos parámetros varían dentro de las masas boscosas y entre asociaciones forestales o unidades de sitios.

Marmillod (1982), utilizó los parámetros anteriores para tratar de reconocer el patrón de organización arquitectural de un bosque estudiado en la Amazonía. Primero demostró que las distribuciones tradicionales del número de árboles por clases de altura total y por clases de altura hasta la base de la copa, así como la distribución del número de copas,

muestran una continua disminución del número de individuos (o copas) a medida que aumenta la altura; no permite detectar estratos. Seguidamente identificó dos características muy significativas para el reconocimiento del patrón: 1) la disminución del número de árboles por altura creciente no sigue una ley exponencial y cambios de la gradiente pueden interpretarse como cambios del juego de factores ambientales relevantes para el desarrollo de la vegetación; 2) la ocupación del espacio por el volumen de copas define estratos de densidad diferente. Utiliza estos parámetros en complemento a criterios florísticos para definir una estratificación teórica de estudio de la organización vertical.

2.3 DINÁMICA DE LOS BOSQUES LATIFOLIADOS

Se entiende por dinámica o proceso de renovación a la forma cómo el bosque o una especie en particular responde a las perturbaciones. Tales perturbaciones producen claros, constituyendo al bosque en un mosaico de claros en diferentes estados de construcción. El estudio de la dinámica del bosque es de suma importancia para poder hacer silvicultura y manejo del bosque.

2.3.1 Los cambios en los bosques tropicales

El bosque tropical es, generalmente, de tal estructura y complejidad que parece permanente y estático. Esto es ilusorio, ya que está cambiando constantemente: una masa equivalente a la de todo el bosque muere y se renueva cada 40 a 100 años (UNESCO et al, 1980).

Este cambio dinámico continuo en el tiempo se debe, en parte, al crecimiento y muerte de los árboles. Por lo tanto, el dosel del bosque es un mosaico de claros, parches de árboles juveniles creciendo y bosque maduro, donde domina la estabilidad (Whitmore, 1991). Este mosaico de claros se encuentra, entonces, en diferentes estados de construcción (Lamprecht, 1990).

Los cambios que se operan son muy complejos y se efectúan mediante diferentes procesos que operan a distintas escalas. Algunos afectan a árboles individuales, poblaciones específicas, la totalidad del bosque o parte de él (Whitmore, 1991).

Todo el bosque cambia gradualmente por la interacción de la parte viva con el medio. Lo que se observa hoy es el producto de una secuencia de acontecimientos, unos fortuitos y otros predeterminados. Esta secuencia determinará, en gran manera, la composición y tipo de cambio, tanto en el futuro próximo como en el lejano. La distribución de las especies y de los bosques variará también en el espacio y en el tiempo, según los límites impuestos por factores ambientales (UNESCO et al, 1980).

2.3.2 Ambiente biótico

La dinámica del bosque debe basarse en el concepto de que la cubierta arbórea como entidad siempre cambiante (Whitmore, 1991). El clima por encima de la cubierta arbórea varía a diario según la época del año, pero estacionalmente es relativamente homogéneo en lo que respecta a temperatura, esta estacionalidad puede manifestarse en precipitaciones pero no siempre (UNESCO et al, 1980).

La estructura y densidad de la cubierta arbórea varía con la edad, dependiendo de la forma de las especies que la constituyen. Por lo tanto varían también la transmisión, reflexión, absorción y conversión de la radiación solar que llega a la cubierta. El camino de la luz, su composición espectral hasta llegar al suelo determinará la estructura vertical (UNESCO et al, 1980).

Las unidades de cambio espacial están determinadas por un cambio cíclico natural, que inicia con la formación de claros. Este proceso viene acompañado por una secuencia de especies que, en cada estadio, tienen en común una serie de características biológicas. Las especies, según sus características biológicas comunes, pueden agruparse en los llamados grupos ecológicos de especies. Cualquier espacio puede, a la vez, estar ocupado por especies arbóreas pioneras, sucesionales o maduras. Estos cambios espaciales se basan, entonces, en el grado de apertura de la cubierta arbórea (Lamprecht, 1990).

El bosque presenta mecanismos intrínsecos para producir cambios, además de los puramente ecológicos y fenológicos; si sólo se producen cambios fenológicos la cubierta se mantendría cerrada sin ningún cambio y sólo sobrevivirían bajo ella las plántulas tolerante a la sombra (UNESCO et al, 1980). Por lo tanto los mecanismos que producen cambios están constituidos por varios tipos de perturbaciones (Cárdenas, 1986):

- Muerte parcial o total de árboles sobremaduros o enfermos (caída o ruptura de grandes ramas).
- Factores biológicos y, en general, los de orden entomológico.
- Interacción con el hombre.
- Fuerzas físicas, entre otras vientos, tormentas, huracanes, deslizamiento de tierras, la acción de grandes mamíferos, etc.

Todas las anteriores perturbaciones producen claros. De ahí, entonces, que está en continuo movimiento a diferentes escalas de tiempo y espacio, donde el cambio es el que constituye el equilibrio dinámico del bosque (Hopfins et al, 1980, Cárdenas, 1986, Whitmore, 1991).

Un claro es un espacio abierto en el dosel del bosque, donde la luz es capaz de llegar al nivel del suelo o cercano a él (Whitmore, 1991). La colonización del mismo depende de los siguientes factores:

- Período de ocurrencia del claro, la caída natural de árboles ocurre con la frecuencia de 1 árbol/ha/año y ocurre otro claro en el mismo sitio en promedio cada 118-200 años.

- La proximidad de las fuentes de semilla y los agentes dispersores. Dentro del bosque húmedo tropical los principales agentes para la dispersión de semillas son por medio de animales y viento, siendo el viento el más efectivo (Baur, 1962 y Whitmore, 1984 citado por Cárdenas, 1986).
- El tamaño del claro, dependiendo de éste factor se producen diferentes condiciones ambientales dentro del claro que benefician a ciertas especies que los colonizan, donde la luz es el principal factor ambiental, pues las especies tienen diferentes requerimientos de luz para germinar y establecerse exitosamente (Lamprecht, 1990).
- La existencia de plántulas y arbolillos jóvenes presentes en el lugar de la formación del claro (Poore, 1968 citado por UNESCO et al, 1980).
- El azar desempeña un papel importante y que los agregados monoespecíficos resultan de la proximidad de un árbol productor de semillas a un claro reciente de la cubierta (Van Steenis, 1958 citado por UNESCO et al, 1980).

La composición final del claro es el resultado de la interacción de muchos factores. Por tanto, la composición final es esencialmente aleatoria, porque hacen falta más estudios para establecer la importancia comparativa de los múltiples factores que influyen en la composición final de la vegetación en los claros (Webb et al, 1972 citado por UNESCO et al, 1980).

Ahora bien, el tamaño de los claros producidos es el factor principal que determina -fundamentalmente- el tipo de regeneración, la intensidad y el sentido de los cambios resultantes de la alteración (UNESCO et al, 1980). Según esto a continuación se presenta un análisis a groso modo de lo que sucede en la formación de claros pequeños y grandes.

Los claros pequeños son los más frecuentes en los bosques que no son sometidos a vientos fuertes, corrimientos de tierra u otras catástrofes. Estos claros se producen debido a dos causas principales:

- Muerte natural de los árboles emergentes de la cubierta forestal. Por lo general la copa va muriendo al irse pudriendo el interior del tronco y el árbol finalmente cae. La caída produce un espacio descubierto más o menos ancho en la cubierta arbórea. La regeneración responde rápidamente al aumento de iluminación con aumentos de altura; la dominancia apical se mantiene hasta que el individuo dominante emerge de la cubierta, momento en el cual la ramificación simpodial generalmente asociada al comienzo de la floración, conduce al desarrollo de la formación definitiva de la copa. Mientras tanto el número de individuos que crecen en el claro se va reduciendo por autoaclareo competitivo. Las especies que colonizan éstos claros son de la fase madura, donde los individuos de crecimiento rápido tienen ventajas competitivas y los de crecimiento lento, que toleran sombra, van abriéndose paso hacia la cubierta principal bajo su protección. Es de esperarse, entonces, que tales claros, de escaso tamaño, no provoquen cambios en la composición florística de la cubierta; pero pueden inducir cambios en la distribución horizontal, dado que es poco probable que un individuo sea sustituido por otro de su misma especie (UNESCO, 1980).
- Caída de rayos. Los emergentes son alcanzados y generalmente muertos en el acto, pero también los arbolillos jóvenes y el sotobosque resultan afectados. Algunos árboles de

la cubierta pueden morir o quedar parcialmente afectados en un radio de unos 20m a partir de la base del tronco. Este efecto es más devastador que el anterior, pero ambos producen claros de tamaños similares en la cubierta. La regeneración ha sido eliminada por el rayo, entonces el claro dejado permanece vacío durante largos periodos y pueden quedar como semipermanentes en lugares donde, por razones fisiográficas, su frecuencia es grande. Generalmente, estos sitios son colonizados, primero, por plantas herbáceas incluyendo gramíneas forestales y helechos, después, por plantas de especies heliófitas de la fase madura, acompañadas a veces por algunas especies leñosas pioneras, generalmente transitorias (UNESCO et al, 1980).

Los grandes claros pueden ser producidos por varios factores:

- Efectos localizados del viento.
- Corrimientos de tierras.
- Vulcanismos.
- Tifones.
- Intervención antropogénica.

Los efectos localizados del viento y la intervención antropogénica difieren de los otros factores en que no eliminan totalmente la regeneración, pero pueden afectar la regeneración de ciertas especies según su estrategia de sobrevivencia.

Los grandes claros difieren de los pequeños en dos aspectos:

- Duración.
- Cantidad de luz que penetra a los estratos inferiores.

Las especies heliófitas pioneras son las que tienen más éxito en los claros de gran tamaño. Estos claros pueden cubrirse solamente por individuos pertenecientes a un estrato inferior y existe la posibilidad de que un individuo crezca de forma ininterrumpida desde el estado de plántula hasta la cubierta, con su copa recibiendo luz solar directa (UNESCO, 1980).

2.3.3 Procesos de renovación y el ciclo de desarrollo del dosel del bosque.

Rollet (1971), citado por Cárdenas (1986), llama regeneración natural al conjunto de procesos mediante los cuales el bosque consigue establecerse por medios propios. El conocimiento de la regeneración sirve como base a la solución de problemas para la formación de rodales, pues permite comprender los mecanismos de cambio en la composición florística, fisonómica y estructural.

La regeneración del bosque ha sido llamada "dinámica de la fase de claros". Estos juegan un papel fundamental en el crecimiento de un bosque, pues lo que crece dentro de un claro determina la composición del bosque por mucho tiempo (Lamprecht, 1990 y Whitmore, 1991).

La regeneración del bosque ocurre en el tiempo y el espacio. Este término tiene dos significados:

- Se debe reconocer una restauración de la biomasa y nutrimentos en un claro, mientras el dosel se reconstruye.
- El restablecimiento de la diversidad florística y estructural que lleva a un estado clímax con la autopetpetuación de las especies (Whithmore, 1991).

La renovación es un proceso ecológico por medio del cual los individuos que salen son sustituidos por otros, con el fin de perpetuarse (Bazzaz, 1991). Cada bosque presenta una dinámica interna que garantiza los procesos de renovación (Lamprecht, 1990). Se puede afirmar según lo anterior que la dinámica de la fase de claros, fase de regeneración y procesos de renovación son expresiones similares.

El establecimiento de las diferentes especies y el tipo de sucesión al que éstas pertenecen, depende de la interacción entre varios factores; entre ellos: el período de ocurrencia, tamaño y forma de claros, la flora de los alrededores, el período de producción de semillas de la vegetación de los alrededores, los agentes dispersores de semillas, el clima (en particular la dirección y velocidad de vientos como agentes dispersores de semilla y precipitación necesaria para la germinación), el suelo, las relaciones planta - herbívoros y las características y estrategias de las especies para el establecimiento (Cárdenas, 1986).

Según Lamprecht (1990), el éxito de la regeneración depende de las siguientes condiciones: cantidades suficientes de semillas viables, condiciones (micro) climáticas y edáficas adecuadas para la germinación y el desarrollo. Las condiciones locales de insolación son decisivas, puesto que por regla general, las especies tienen suficiente producción de semilla que garantiza la existencia de material germinativo viable.

Para el éxito de todas las formas de regeneración por semilla, juegan un papel muy importante no sólo el agua, la temperatura y la luz, sino también otros factores bióticos y abióticos (Lamprecht, 1990).

Varios estudios sobre regeneración indican la existencia de abundante semillas en el suelo, es decir una regeneración latente está más o menos omnipresente. El problema radica en que esta regeneración corresponde a las especies del bosque que poseen una estrategia de sobrevivencia que permite a su semilla persistir en latencia dentro del suelo (Lamprecht, 1990).

El número de especies que potencialmente pueden establecerse en el momento de la formación de un claro es substancialmente bajo porque pocas especies tienen mecanismos de latencia o una producción casi permanente de semillas. Puede ser que una especie diferente a la de la composición florística del bosque colonice el claro, pero esto no va a cambiar la composición florística total del bosque (Cárdenas, 1986).

Se considera que la abundante presencia de plántulas no significa que sea una regeneración establecida, pues muchas veces ésta es efímera y desaparece a corto plazo (Cárdenas, 1986).

Para analizar el ciclo de desarrollo del dosel, se tiene que considerar que cualquier ecosistema natural está sometido a un ciclo, sea cual sea su composición florística. Según Whitmore (1975) citado por UNESCO et al (1980), éste ciclo atraviesa por tres fases consecutivas:

- Fase de claro. Consecutiva a la apertura del dosel (en la práctica forestal se considera que ésta se presenta cuando los árboles que regeneran el bosque tienen menos de 2,7m de altura)
- Fase de regeneración. Durante la cual los árboles crecen logarítmicamente y los incrementos tanto en altura como en diámetro están relacionados en forma casi lineal (generalmente, en silvicultura, cuando los árboles tienen de 0,3 - 0,9 m de DAP)
- Fase madura. Cuando el incremento de altura disminuye hasta que se alcanza el máximo, aunque el incremento en diámetro prosigue, aunque de manera decreciente.

Lamprecht, 1990 pudo diferenciar cuatro fases en la dinámica del bosque maduro:

- Fase de regeneración. Es iniciada por la apertura de un claro. En ella puede estar ya incluida la regeneración en estado de espera y ha sido activada con el aumento de luz y/o una regeneración nueva, establecida después de la apertura del claro.
- Fase de surgimiento o estructuración. Es la de mayor dinámica y relativamente corta donde las especies heliófitas oportunistas pueden alcanzar el piso superior mediante el potencial de crecimiento vertical que es decisivo para el éxito o derrota por sobrevivir.
- Fase de madurez u óptima. Se inicia cuando las especies sobrevivientes alcanzan posiciones de dominancia y codominancia, una vez alcanzada ésta posición el crecimiento en altura se va deteniendo y se producen incrementos diamétrico y una ampliación de copas muy notoria. Esta fase es relativamente estacionaria y puede durar decenios o siglos.
- Fase de degradación. Caracterizada por la alteración de la estructura vertical, con la consiguiente formación de un claro. Por lo tanto, el ciclo se inicia otra vez.

Dada su longevidad, la fase madura ocupa el área más extensa de la superficie forestal. La fase de claros ocupa menos del 5 - 10 % de la superficie (Cárdenas, 1986 y UNESCO et al, 1980). En general, el área total que cubren los claros y el tamaño de éstos depende de:

- La madurez de la cubierta arbórea.
- Estructura y perfil aereodinámico.
- Sensibilidad del bosque a los daños producidos por el viento y las tormentas.

Oldeman (1990) explica que el medio ambiente, que rodea a cada árbol del bosque, puede ser interpretado como una unidad de regeneración y puede ser definida como toda superficie sobre la cual, en un momento en el tiempo, el desarrollo de la vegetación ha empezado, donde la arquitectura, funcionamiento ecofisiológico y la composición de especies está ordenada por un grupo de árboles hasta el final. El desarrollo de la unidad de regeneración atraviesa por la fase de invasión (fase de claros), fase de construcción, fase biostática (fase madura) y fase de degradación.

La siguiente clasificación está basada en los estudios de Marmillod¹ en la amazonía peruana y en otros bosques maduros latifoliados, la cual establece límites mínimos y máximos para describir las fases por las que atraviesa un bosque maduro. Por lo tanto, permite dividir el área del bosque a caracterizar en tres unidades de levantamiento y muestrear el bosque:

- Brinzales o individuos de corta edad del ecosistema (unidad de levantamiento 1), se refiere a la regeneración natural ya establecida y considera a los individuos cuyo DAP, en mayor o igual a los 5 cm y menor a los 10 cm o que tienen una altura mayor a los 6 m de altura. Ocupan, aproximadamente, del 15% del área.
- Latizales o individuos de edad media del ecosistema (unidad de levantamiento 2), se caracteriza por un aumento fuerte en la altura y considera a los individuos con un DAP mayor o igual a los 10 cm y menor a los 50 cm. Ocupan, aproximadamente, el 35% del área.
- Fustales o individuos de gran edad (unidad de levantamiento 3), se caracteriza porque el incremento de altura disminuye hasta que alcanza el máximo y el aumento en DAP aumenta para luego ser decreciente. Esta fase ocupa por su longevidad el área mas extensa de la superficie del bosque que es aproximadamente un 50% del área.

En los bosques no sometidos a catástrofes periódicas, la cubierta arbórea impone cierto orden y uniformidad a la estructura, que conforma a menudo una estratificación comprobable (UNESCO et al, 1980).

Esta heterogeneidad intrínseca de la cubierta arbórea varía con el clima en las tres regiones tropicales más importantes; igualmente varía con las condiciones del suelo. El concepto de un bosque pluvial tropical determinado climáticamente, uniforme y monolítico, es tan cómodo que dificulta la comprensión detallada de los factores responsables de la dinámica forestal (Ashton, 1964 citado por UNESCO et al, 1980).

La diversidad de especies es tan grande, especialmente en los climas sin estaciones, que muchas especies parecen ser espacialmente complementarias dentro de una fase del ciclo forestal. Esta renovación de especies, con el tiempo y los mecanismos que mantiene poblaciones de escaso número de individuos pero estables, constituyen un aspecto especial de la dinámica.

2.3.4 Grupos ecológicos de especies.

Para un bosque estable o maduro, se puede agrupar a las especies por su afinidad o por presentar un comportamiento similar en grupos ecológicos. Este concepto indica que se puede agrupar las especies según ciertas características comunes en cuanto a sus estrategias de sobrevivencia. †

Se puede realizar una clasificación de las especies arbóreas de acuerdo a sus requerimientos de luz y largo de vida, de la siguiente forma, según Lamprecht (1990):

¹Según Agudelo (comunicación personal).

- Especies arbóreas de luz o heliófitas que a su vez se dividen en las oportunistas (oportunistas de claros) y pioneras. Las especies oportunistas (hemisciófitas, oportunistas u oportunistas de claros), que son capaces de regenerarse tanto a la luz como a la sombra, pero ya a una edad temprana requieren plena luz, cuando menos desde arriba, éstas a su vez, se dividen en las de crecimiento rápido (30-40 años) y las de crecimiento regular (80 años) y requieren de claros de tamaño medio. Las especies pioneras (fugases o secundarias tempranas) que requieren plena insolación durante toda su vida, son de vida corta 15 -20 años y requieren claros grandes.

- Especies arbóreas de sombra o esciófitas, que se regeneran a la sombra del vuelo y poseen la capacidad de efectuar allí todo su desarrollo o requieren sombra cuando menos en su juventud, éstas a su vez se dividen en esciófitas parciales (requieren alta intensidad de luz antes de la madurez) y esciófitas totales (no requieren gran cantidad de luz durante su crecimiento).

Otro temperamento descrito por Oldeman (1990) es el de tolerante tardío, que son árboles cuya semilla germina, quedan establecidos y maduran a la luz de los claros, pero sobreviven el resto de su vida a la sombra de los árboles más altos del dosel.

Las especies heliófitas pioneras son colonizadoras a campo abierto, es decir inician la repoblación y caracterizan las primeras fases del bosque secundario, requieren claros grandes, donde la insolación es plena. Estas especies alcanzan precozmente el estado reproductivo, fructifican abundantemente con regularidad, la semilla es adecuada para el transporte (liviana, alada, capaz de flotar, envuelta en fibra algodonosa y otras), es decir, adecuada para llegar a grandes distancias, generalmente por efecto del viento. Su poder germinativo se puede conservar por periodos largos (Gómez-Pompa et al . 1976).

Las especies esciófitas pueden sobrevivir en el interior del bosque durante decenios, prácticamente sin crecer. En estado latente conservan la capacidad de reaccionar con un fuerte crecimiento ante cualquier mejora en las condiciones de luz. La producción de semilla no es alta y los intervalos a veces se alargan. Los frutos son, a menudo, grandes y su dispersión ocurre básicamente por la fuerza de la gravedad. Las especies representantes de este grupo son las familias de lauráceas, mirtáceas, mimosáceas y moráceas (Lamprecht, 1990).

Las especies oportunistas son capaces de reproducirse dentro del bosque, sin embargo, la tolerancia a la sombra de las plantas jóvenes está limitada por tiempo y en caso de que la cantidad de luz recibida no aumente, a más tardar, después de algunos años, éstas precen. Entonces el éxito de la regeneración de estas especies depende de los claros que se vayan formando en distintos sitios. Las semillas cuentan con dispositivos que facilitan su dispersión. En todo caso la producción de semillas debe ser abundante para garantizar su supervivencia pues el poder germinativo se pierde con rapidez. Estas son capaces de regenerarse en áreas deforestadas grandes pero enfrentan el poder competitivo de las pioneras (Lamprecht, 1990).

La forma de reconocer el grupo ecológico al que corresponde una especie se realiza por medio de la distribución del número de árboles por clases diamétricas. Esta forma de clasificación pretende caracterizar el comportamiento silvícola de un grupo dentro del ecosistema. Cuando los logaritmos del número de árboles se presentan según las clases diamétricas de 10 cm, las especies pueden dividirse en dos grupos. La separación entre ambos se realiza por una línea correspondiente a la especie teórica por la cual se duplica el número de individuos cuando se pasa de una clase a la inmediata inferior (UNESCO et al, 1980).

Si se estudia cada especie del bosque mediante el número de árboles por clases diamétricas, suele observarse una gran diversidad de comportamientos. Cuando los logaritmos del número de árboles se representan según clases diamétricas de 10 cm, las especies pueden dividirse en dos grupos donde la separación de ambos se realiza por una línea correspondiente a la especie teórica; la cual se duplica el número de individuos cuando se pasa a una clase diamétrica superior.

Algunas especies presentan estructuras diamétricas erráticas (Figura 1, tipo 1), en forma de campana aplanada (Figura 1 tipo 2) o con individuos poco numerosos. Estas últimas disminuyen progresivamente el número de individuos al aumentar el diámetro, obteniéndose una línea con ligera pendiente negativa (Figura 1 tipo 3). Otras siguen el modelo exponencial y, utilizando coordenadas semilogarítmicas, dan una línea casi recta cuya pendiente puede ser muy variada (Figura 1 tipo 4): las fuertes pendientes corresponden a especies sin ejemplares gruesos, pero con numerosos individuos de pequeño diámetro (Figura 1, tipo 5). Otras, en coordenadas semilogarítmicas, presentan una concavidad dirigida hacia arriba o hacia abajo; las que presentan concavidad dirigida hacia arriba cuando el diámetro aumenta el número de árboles decrece con mayor rapidez que en el modelo exponencial y para las que presentan una concavidad dirigida hacia abajo ocurre lo contrario. Así, las especies pertenecientes a los tipos 1 y 2 y gran parte del tres son especies de luz (oportunistas); las pertenecientes a los tipos 4 y 5 son especies de sombra (esciófitas).

Existen especies que no pueden representarse por ninguno de los tipos anteriores; tal sucede con las que muestran un vacío relativo en la zona de diámetros intermedios y una acumulación aparente de individuos de diámetros gruesos.

El cociente entre el número de especies perteneciente a los tipos 4, 5 y las que presentan concavidades hacia arriba y hacia abajo en la distribución del logarítmica del número de árboles por clases de altura y el número total de especies constituye una medida del grado de equilibrio. Este cociente puede expresarse en función del número de individuos, área basimétrica, volumen o biomasa. Así se pueden comparar poblaciones distintas, un ejemplo es 0,75, expresado en área basimétrica es típico de una población en equilibrio.

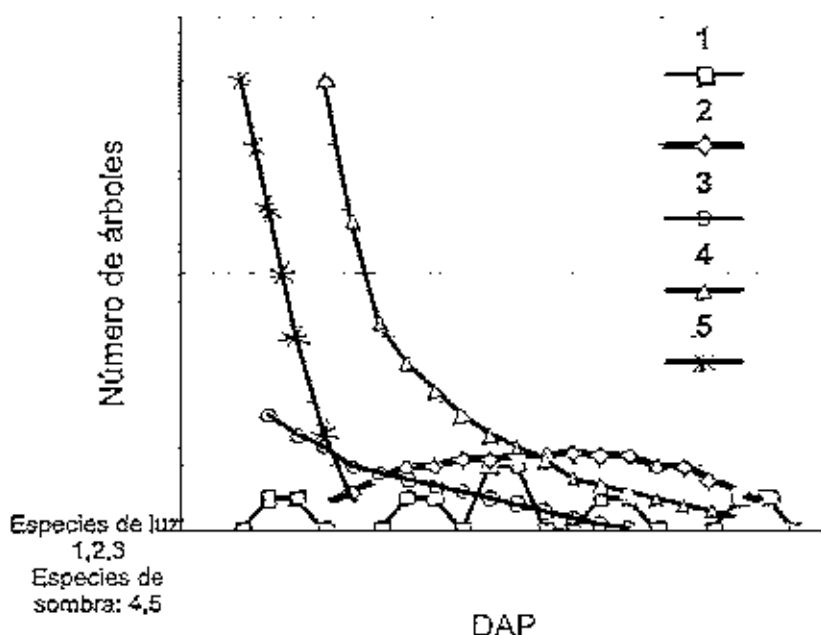


Figura 1. Distribución del número de árboles por clases diamétricas para distintos grupos ecológicos.

Otra clasificación del temperamento juvenil de los árboles es alcanzada por medio de la combinación de la historia vegetativa y las estrategias de reproducción desarrollada por Oldeman et al (1990), pues en la anterior clasificación de temperamentos, la estrategia de reproducción es usada para definir extremos y entre éstos son de mucha importancia las características de la copa y de las hojas. La siguiente es la nueva clasificación de temperamentos.

- "Hard Strugglers". La descendencia es producida con poca frecuencia y en números pequeños. Las características de la copa permiten que el árbol complete su ciclo de vida en una sombra espesa dentro de unidades de regeneración bajo un dosel cerrado. Su tolerancia a la sombra es alta durante el ciclo de vida. Si se incrementan los niveles de luz es beneficioso pero no indispensable, mientras que bruscas exposiciones a intensidades altas de luz es letal.
- "Strugglers". La descendencia es producida con poca frecuencia y en pequeños números. Las características de las hojas y de la copa son flexibles permitiendo un desarrollo tolerante a la sombra en estadios de plántula, pero ésta tolerancia va reduciéndose hasta los estadios tardíos de desarrollo. Puede o no crecer hasta el dosel alto. A menudo exposiciones abruptas a luz directa es perjudicial.
- "Gambling strugglers". La descendencia es producida frecuentemente y en alto número. Las plántulas toleran sombra pero las demandas de luz se incrementan a medida que el individuo va creciendo. Crecen rápidamente y completan su ciclo de vida bajo el dosel.

- d. "Struggling gamblers". La descendencia es producida frecuentemente y en alto número. Las características de las hojas y de la copa son flexibles permitiendo que las plántulas toleren sombra pero inmediatamente después éstas pasan a una fase de demanda de luz que es irreversible. Entonces éstos sólo pueden completar su ciclo de vida en la cubierta superior del dosel y si son cubiertos por otros árboles, mueren.
- e. "Gamblers". La descendencia es producida en forma frecuente y en alto número. Las características de la copa y de las hojas no están adaptadas a la sombra, durante el crecimiento de plántulas a juveniles no toleran sombra pero más tarde son capaces de sobrevivir en cantidades muy bajas de sombra .
- f. "Hard gamblers". La descendencia es producida frecuentemente y en enormes números. Las características de las hojas y de la copa son dadas desde la etapa de plántulas. Estos árboles solo pueden sobrevivir y crecer con luz directa durante todo su ciclo de vida.

La fenología, especialmente la del componente de la cubierta arbórea, desempeña un papel importante en la dinámica del bosque especialmente en las zonas con alternancia de estaciones. El brote y la caída de las hojas afectan el clima bajo la cubierta, la fenología floral afecta a los sistemas de reproducción y la fenología de la fructificación afecta los medios de dispersión (indirectamente a los medios de reproducción), y a las condiciones de germinación y establecimiento de las plántulas.

2.3.5 Estrategias de reproducción de los bosque tropicales (Bawa et al, 1991)

Las especies del trópico tienen mucha variación en cuanto al momento, duración y frecuencia de la floración. A nivel de comunidad, hasta un bosque húmedo sin estaciones muestra algún tipo de estacionalidad en cuanto a floración. La floración de congéneres o especies relacionadas es secuencial, si son polinizados por el mismo grupo de polinizadores.

Si la floración declina de un año a otro, también es posible que la competencia entre polinizadores aumente y que al final tengamos una mejor polinización y se equilibre la cantidad de semilla entre los dos años.

La fructificación en el bosque tiene mucha variación respecto al momento, duración y frecuencia aunque a nivel de comunidad el nivel de fructificación es extremadamente estacional. El problema se encuentra cuando el modo en que el ciclo de vida de un individuo está ligado a la ecología de otra especie vegetal o animal y dificulta el desarrollo de una estrategia de manejo.

En el caso de los polinizadores, si una especie tiene una adaptación muy específica con un polinizador, entonces el estudio la población de polinizadores es tan necesario, como el estudio del temperamento de dicha especie.

La información sobre la fonología de la floración y fructificación, la interacción entre planta y polinizador, sistemas sexuales y de apareamiento al nivel de especies

individuales y comunidades es crítico para el éxito en las prácticas de manejo y para crianza de árboles en el vivero.

2.3.6 Aspectos sobre la ecología de las semillas (Janzen et al, 1991).

El hábitat determina la relevancia de cualquier aspecto particular de la ecología de las semillas. El conocimiento actual sobre la biología de las semillas es improbable que provea respuestas para un tipo particular de manejo.

Cada semilla tiene una larga y compleja historia fisiológica - el momento de la fructificación, tamaño de las reservas, duración del desarrollo, propiedades químicas de defensa, genética, etc. Pero una semilla tiene también un complejo futuro - dispersores, condiciones de germinación, predadores, dormancia, micro demografía y microdemografía de deposición y sobrevivencia, entre otros.

Los patrones de producción de semillas varían con el individuo, población, año, estación y hábitat. Como regla general se tiene que los árboles del dosel superior tardan mucho tiempo entre una producción de semilla a otra y tienden a ser más sincronizados al nivel de población y hábitat que las especies de sucesión secundaria.

La semilla del bosque es usualmente producida por polinización cruzada. La polinización por viento casi no existe. La polinización cruzada por animales es en extremo variable. La dispersión por animales se da en el 75% de las especies maderables. Como los animales se mueven largas e irregulares distancias, realizan la polinización de flores y la dispersión de semillas. Bajo tales condiciones los individuos son genéticamente más mezclados.

En el 90% de las especies de árboles, el 50% de la semilla es predada entre fructificación y germinación por animales y hongos. Esta predación ha sido parte de los ecosistemas por años. Es evidente que cualquier cambio podría modificar el equilibrio, pues éstos remueven gran parte de la descendencia antes de que ésta pueda mostrar sus características de competitividad, y muchas de estas especies de predadores son dispersores de semilla. Entonces, para poder hacer manejo del bosque hay que saber manejar los predadores.

La dispersión de semillas por distintos agentes es esencial para que las áreas perturbadas del bosque vuelvan a su estado original. Las semillas deben poder llegar a los claros o estar seguras en algún sitio antes de que traten de sobrevivir y crecer.

La mayoría de las especies del bosque tropical no presentan o presentan una corta dormancia, razón por la cual una gran cantidad de árboles no son mantenidos en el banco de semillas del suelo. Por tal razón, se tiene que poner especial atención en la localización de los árboles padres, árboles jóvenes, predadores y agentes dispersores.

2.3.7 Proceso del ciclo de nutrimentos (Jordan et al, 1991).

Tres procesos son especialmente importantes en regular el ciclo de nutrimentos en los ecosistemas: producción primaria, descomposición y respiración del suelo. En el trópico hay mayor y continua fotosíntesis y producción de madera, que en otras regiones. Hay también descomposición continua, lo que conlleva a que exista menos materia orgánica que en regiones más frías. La respiración en el suelo se da por la actividad de las raíces y de la descomposición, o sea que los patrones de respiración del suelo siguen los patrones de producción primaria y descomposición.

Los ecosistemas tropicales tienen una gran capacidad de pérdida de nutrimentos. La alta respiración en el suelo lo acidifica continuamente fijando, entre otros, al fósforo. El clima cálido y la humedad favorece la volatilización de nutrimentos, la volatilización del nitrógeno es gobernado por los microorganismos del suelo.

El ecosistema sobrevive a estas pérdidas mediante varios mecanismos que minimizan las mismas. Entre éstos tenemos:

- Gran biomasa de raíces.
- Concentración de raíces cerca a la superficie, mecanismos por el cual compiten mejor con los descomponedores de nutrientes.
- Los árboles toman nutrientes antes que lleguen al suelo mineral.
- Raíces aéreas.
- Micorrizas.
- Tolerancia a suelos ácidos.
- Especies adaptadas a baja disponibilidad de nutrientes.
- Pueden tomar más nutrientes de los que necesitan durante la época de abundancia.
- Larga vida de hojas por su morfología y fisiología.
- Alelopatía
- Rápida translocación de nutrientes antes de la abscisión que produce la caída de hojas.
- Uso eficiente de los nutrimentos.
- No producen gran cantidad de semilla.
- Gran concentración de sílica en muchos ecosistemas que reemplaza el fósforo fijado al hierro y al aluminio.
- Corteza gruesa que protege contra heridas y plagas.

2.3.8 Desarrollo de las especies arbóreas.

La falta de anillos de crecimiento dificulta sobremanera la investigación sobre el desarrollo de determinadas especies arbóreas o grupos de ellas.

Investigaciones histoquímicas realizadas por Fink (1982), citado por Lamprecht (1990), muestran que la madera nueva de 10 especies decíduas, formada en la época lluviosa, carece por largo tiempo de almidón. Por consiguiente, se podrían utilizar las zonas libres de almidón para determinar la edad, pero aún falta experiencias al respecto.

Aunque las especies formen anillos de crecimiento, el conteo de éstos puede inducir errores sobre su edad aproximada, porque estudios realizados reportan que ciertas especies no reportan crecimiento alguno en diámetro por ciertos períodos de tiempo, según su temperamento (FAO, 1974).

El método para determinar la edad aproximada empleado se basa en el lapso de tiempo promedio que requieren los árboles para pasar de una determinada categoría diamétrica a la próxima superior. Para ello se miden periódicamente los diámetros, luego es calculado el incremento anual para cada clase diamétrica por separado. Después de unas cuantas repeticiones, es posible estimar el tiempo promedio de paso por cada clase diamétrica y determinar aproximadamente la relación diámetro/edad. La confiabilidad de los resultados depende de la homogeneidad del sitio, el tamaño de la población y su distribución en categorías diamétricas, el número de repeticiones, la duración total de la investigación y la exactitud de las mediciones. (Lamprecht, 1990).

Para árboles carentes de anillos anuales, el análisis del crecimiento vertical es aún más problemático que el del crecimiento diamétrico. Resultados confiables sólo pueden obtenerse con mediciones periódicas directas, durante muchos años. Los resultados obtenidos de plantaciones no son extrapolables al bosque natural (Lamprecht, 1990).

Según Whitmore (1975), citado por Lamprecht (1990), la altura final es alcanzada en un período que tiene una duración que va desde $1/3$ a $1/2$ del tiempo total necesario para llegar al diámetro final.

A continuación se esbozan los procesos de desarrollo correspondientes a las heliófitas pioneras, heliófitas oportunistas y esciófitas, en lo que respecta a su relación entre el tiempo y su desarrollo diamétrico o en altura (Lamprecht, 1990).

Para las especies heliófitas pioneras se puede determinar de forma bastante sencilla su desarrollo en el tiempo pues, a menudo, se puede determinar la fecha de la destrucción del bosque original o la fecha de la repoblación y así se obtiene la edad del rodal. Los estudios relacionados con estas especies pioneras indican que los géneros de pioneras colonizadoras típicas en América son *Ochroma*, *Cecropia* y *Trema*.

El crecimiento de las heliófitas pioneras, tanto en diámetro y altura, está influenciado por las condiciones medio ambientales. Pero en cualquier situación observamos un crecimiento sorprendentemente rápido en la juventud. En general, el crecimiento en diámetro se reduce notoriamente a partir de los diez años y concluye aproximadamente a los 20 años, este es el caso de *Ochroma lagopus*, por ejemplo.

Las especies de los bosques clímax generalmente presentan las siguientes características: crecen muy lentamente, con más lentitud de lo que podría esperarse de acuerdo a las condiciones favorables de temperatura y precipitación. Sin embargo, hay que considerar que entre los individuos existen grandes diferencias entre el más rápido y más lento

crecimiento. Para una misma especie, los individuos con igual diámetro pueden presentar diferencias considerables de edad. La fase de crecimiento se puede prolongar hasta varios siglos. Las especies de los pisos inferiores presentan el menor crecimiento vertical y diamétrico y también pueden alcanzar edades muy altas.

Por lo anteriormente expuesto existen tres fases:

- Fase joven con muy poco crecimiento que puede durar hasta 100 años.
- Fase de crecimiento acelerado, con incrementos diamétricos acelerados que puede durar de 200 a 400 años
- Fase de crecimiento de reducción, originada por la edad, la cuál concluye con la muerte y vejez.

Se puede asumir que las especies heliófitas oportunistas muestran una patrón de comportamiento similar a las esciófitas de primer porte. Se diferencian en que las oportunistas toleran menos y por muy poco tiempo la sombra, pero también por una fase joven mucho más corta y un surgimiento más rápido. Si se producen suficientes condiciones de insolación, alcanzan posiciones dominantes o predominantes mucho más rápido que las esciófitas y las pueden mantener por igual tiempo que éstas.

Comportamientos típicos de especies oportunistas presentan *Cedrela*, *Cordia alliodora*, *Agathis*, *Araucaria* y otras. El comportamiento regenerativo de algunas especies oportunistas corresponde al de las secundarias tardías y pioneras longevas. Esto es válido también para su desarrollo posterior .

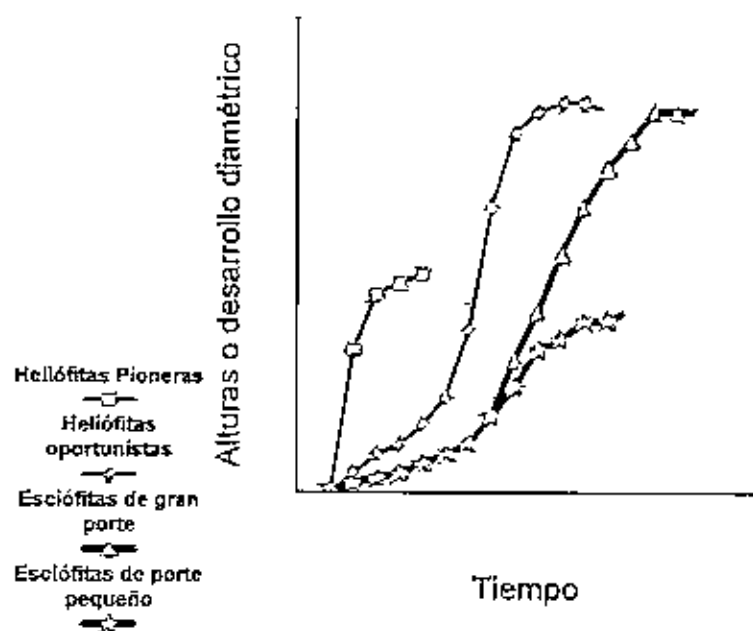


Figura 2. Los diferentes esquemas de desarrollo de las especies en los bosques húmedos, tomado de Lamprecht (1990).

2.3.9 Dinámica del vuelo

Los criterios de clasificación de las etapas sucesionales se muestran en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Algunas características del componente arbóreo de las etapas sucesionales en los bosques húmedos del trópico americano.

	Pioneras	Secundaria temprana	Secundario tardío	Climax
Edad de las comunidades observadas	1 - 3	5 - 15	20 - 50	Más de 100
Número de especies arbóreas	Pocas, 1 - 15	Pocas, 1 - 10	30 - 60	Hasta 100 ó algo más
Composición florística de los árboles dominantes	Euphorbiaceae, Cecropia, Occhroa, Trema	Occhroa, Cecropia, Trema, Hebeccarpus los más frecuentes	Mezcla, muchas Meliaceae, Bombacaceae, Tiliaceae	Mezcla, excepto asociación edáfica
Lapso de vida de los árboles dominantes	Muy corto, menos de 10 años	Corto, 10 - 25 años	Usualmente 40 - 100 años, algunos más	Muy largo, 100 - 1000, algunos probablemente más
Hojas de los dominantes	Siempre verde	Siempre verde	Muchas deciduas	Siempre verde

Tomado de Budowski (1965), citado por Salcedo (1986).

El desarrollo inicial del bosque en una superficie deforestada y libre de remanentes de bosque primario se puede diferenciar las tres siguientes fases (Lamprecht, 1990):

- Matorral pionero. Caracterizado por una vegetación arbustiva densa, composición florística casual compuesta por sobrevivientes, plántulas de semillas existentes y por especies inmigrantes (pioneras).
- Bosques secundarios Dominada por especies arbóreas agresivas de rápido crecimiento y heliófitas. Su ventaja se debe a la omnipresencia de semillas y al crecimiento vertical acelerado. La abundancia relativa de los pioneros aumenta más de cuatro veces. Tiende a la formación de un vuelo de dos pisos, donde el piso superior es denso y casi puro. Del sotobosque ascienden especies menos exigentes a la luz y la estructura vertical se estratifica.
- La tercera fase se caracteriza por la eliminación de muchos árboles por competencia intra específica e inter específica. Se suman al piso superior las especies oportunistas, con un comportamiento poco agresivo.

Investigaciones sobre el desarrollo del bosque de transición coinciden en los siguientes resultados:

- El número de especies por área se incrementa con el progreso de la sucesión, las abundancias se reducen, los cocientes de mezcla son altos y luego decrecen y se aproximan a valores del bosque climax.
- Las especies de bosque primario con semillas pesadas adquieren mayor importancia en la composición.

- Los bosques se vuelven florísticamente más heterogéneos.
- El retorno de especies del bosque clímax depende del tipo de dispersión de semillas, así por ejemplo, las que se transporta por el viento. El alcance de su dispersión depende de la distancia a la que se encuentran los árboles padres.
- El número de especies con árboles semilleros fértiles y con regeneración, aumenta con el desarrollo del bosque, es decir, inmigración de especies y retorno de especies prácticamente concluye.
- El porcentaje de especies sin regeneración aumenta con la edad del bosque, las más afectadas las pioneras.

La fase tardía del desarrollo de los bosques de transición dura entre 60 y 80 años. Se encuentran muchas semejanzas fisonómica con los bosques clímax. Poseen tres o más pisos, gran heterogeneidad florística y en dimensiones. Muchas veces, la gran cantidad de especies oportunistas ubicadas en posiciones dominantes y predominantes permite reconocer el carácter secundario del bosque. Los pisos inferiores del dosel están compuestos por especies esciófitas, en su mayor parte. La regeneración si es que existe está compuesta por especies tolerantes a sombra por largos períodos.

El bosque secundario se puede reconocer más fácilmente por el vestigio de anteriores intervenciones antropogénicas que por la fisonomía del suelo en sí.

Es difícil determinar en forma confiable el tiempo que requiere un bosque de sucesión para alcanzar el estado clímax, además que a menudo el retorno es irreversible. La restitución del equilibrio dinámico requiere de mucho tiempo (Quevedo, 1986).

La alta estabilidad de los bosques clímax se debe a la diversidad en cuanto a especies, edad, dimensiones, longevidad de muchos de sus miembros, entre otros.

Las características de los bosques clímax son, entre otros, la abundancia de especies, algunas de las cuáles son endémicas o de distribución bastante restringida. En general pueden encontrarse más de 100 especies arbóreas diferentes en una sola comunidad. La ocupación del espacio es muy completa y el reconocimiento de estratos de la estructura vertical a menudo se hace difícil, aunque por lo general se reconocen entre cuatro o cinco. El dosel superior alcanza más de 30 a 45m, con algunos árboles emergentes de mayor tamaño con copas de forma variada. La madera es moderadamente densa, pesada y de crecimiento lento. La distribución del número de árboles por clases de diámetro en forma de J invertida (UNESCO et al, 1980).

En los bosques maduros la colonización de los claros con un área mayor a 1000 m² se produce por las especies pioneras, pues con su crecimiento vertical agresivo inhiben el crecimiento de las especies primarias, las cuales también están presentes. La colonización en claros menores a 1000 m² se produce por las especies oportunistas y favorecen a las especies esciófitas que necesitan de algo de luz, por lo menos en alguna etapa de su crecimiento (Whitmore, 1991).

Casi 2/3 de todas las especies arbóreas existentes en el piso superior de un bosque maduro son oportunistas. Su regeneración necesita de claros o aperturas.

Como las condiciones ecológicas - se transforman incluso dentro de claros con dimensiones reducidas - entonces, también en pequeñas áreas se producen diferencias marcadas en las condiciones para la regeneración en crecimiento y la que está en estado de espera.

En el centro de los claros grandes muchas veces se extiende con rapidez una cobertura de maleza, la cual al principio impide el desarrollo de las especies arbóreas. Las condiciones más favorables para el establecimiento de la regeneración se encuentran probablemente en las semisombras de las márgenes del vuelo. Esto es válido para la regeneración de especies oportunistas aptas para el desarrollo.

Es poco probable que especies oportunistas conquisten una posición dominante cuándo la insolación desde arriba se intensifica suficientemente, debido a que es poco probable que se presenten todos los factores favorables y que persistan desde la germinación hasta su total desarrollo. Esto explica por qué los representantes de éste grupo no son muy frecuentemente en el bosque clímax. Su abundancia elevada en el piso superior se puede explicar por la longevidad de individuos que conquistaron posiciones dominantes.

Las especies escliófitas se distinguen de las oportunistas en los siguientes aspectos:

- Requieren menos insolación para una propagación exitosa.
- Pueden persistir por mucho más tiempo en estado de espera, sin perder su capacidad de reacción.
- Reaccionan con un crecimiento vertical acelerado a leves aumentos de luz.
- Pueden permanecer por más tiempo en el piso inferior, sino también en el medio.
- Crecen de una forma lenta a medianamente rápida y continúan demorando más tiempo en alcanzar una posición dominante.

2.4 CARACTERIZACIÓN DEL *Ilex chiapensis* Lundell

Para caracterizar el *Ilex chiapensis* Lundell, describo a continuación la familia Aquifoliaceae, el género *Ilex*, características de la madera y la especie *Ilex chiapensis* Lundell.

2.4.1 Descripción de la familia Aquifoliaceae

La familia aquifoliaceae presenta 3 géneros y más de 400 especies, son árboles y arbustos, a veces lianas, generalmente simpreverdes.

Hojas glabras o cerca de serlo, sin glándulas, la savia aguada; hojas alternas, excepcionalmente opuestas, sin estípulas, usualmente persistentes, petioladas, simples enteras o dentadas, a menudo con puntos negruzcos o anaranjados, glandulares (pero no translúcidos) por el envés, a veces secado negro; estípulas pequeñas, frecuentemente caducas.

Las flores son pequeñas y actinomorfas; hermafroditas o unisexuales, las plantas dioicas; 4 a 6 meras; sépalos más o menos soldados en la base, imbricada o valvar; pétalos libres o cortante soldados a la base; estambres alternando con los pétalos; ovario supero, con 4 a 6 lóculos, el estigma sécil, grande y conspicuo, 4 a 6 lobado.

Los frutos son una baya, drupáceos con endocarpo leñoso rodeando cada semilla (pirineo) y exocarpo generalmente de color rojo o negro llamativo.

La familia Aquifoliaceae es muy cosmopolita distribuida tanto en regiones templadas como tropicales del mundo.

2.4.2 Descripción del género *Ilex*

Muchas especies del género *Ilex* tienen madera blanca y dura, utilizada en la construcción y en la mueblería.

Los componentes del género *Ilex* son árboles o arbustos, raramente lianas o epífitas; corteza grisácea, con capa delgada verde que al rasparla se oxida inmediatamente; la madera presenta trazos negros verticales, utilizada en la construcción y la mueblería.

Las hojas son alternas, simples, coriáceas, margen espinoso, dentado, crenado entero, pinnatinervadas, algunas especies con puntos glandulares (no translúcidos), en el envés, las estípulas muy pequeñas o nulas.

Las flores están presentes en fascículas o cimas, axilares o sobre las ramas; unisexuales en plantas dioicas; cáliz 4 a 6 lobado, pétalos de 4 a 6 blancos; estambres de 4 a 6, las anteras dehiscentes longitudinalmente. Fruto poco carnoso, indehiscente, globoso 4 a 8 semillas.

ES un género pantropical con alrededor de 400 especies, algunas en zonas templadas; se encuentran aproximadamente 250 especies en Sudamérica.

2.4.3 Características de la madera del género *Ilex*

Benitez et al (1988) hacen una descripción de las características del género *Ilex*, sobre todo los aspectos maderables (copiado en forma textual) de la siguiente manera:

Nombres comunes: San Juan areno, areno blanco, arenillo

Árbol, de gran tamaño que alcanza los 30m de altura y 80cm de diámetro; el fuste es recto, cilíndrico y limpio de ramas los primeros dos tercios de su altura, la corteza es de color blanco que se desmorona al estrujarse en forma de arena, y de allí su nombre común.

Hábitat general, crece en Honduras, Nicaragua y Costa Rica.

Hábitat local, es una especie emergente de los bosques húmedos y muy húmedos de las tierras bajas del Litoral atlántico, creciendo desde los 100-800 msnm. Como veremos en éste trabajo el género *Ilex* se presenta en el Bosque de Uyuca desde los 1700-2000 msnm.

Características de la madera, no hay diferencia entre albura y duramen, la madera es de color blanco hueso, no presenta olor ni sabor característico, hilo recto, textura fina, bajo brillo y veteado liso.

Propiedades físicas, Gravedad específica de 0,57 gr/cm³, por lo tanto es una madera pesada. Sus contracciones se consideran intermedias y un rango de la relación contracción tangencial/radial entre 1,7 - 2,3 lo que indica que requiere un buen control del proceso de secado.

Propiedades mecánicas, con la diferencia del que San Juan areno es una madera más fina y más pesada, se compara con el holly (*Ilex*) americano o europeo.

Trabajabilidad, es fácil de aserrar y trabajar con herramientas manuales y de carpintería. Presenta un buen corte al ser taladrada y un fino acabado. Es de baja resistencia al clavado y atomillado.

Durabilidad, es de moderada resistencia al ataque de insectos y no es recomendable su uso en exteriores por su baja resistencia a la degradación.

Secado, durante el secado al aire libre, no presenta buena estabilidad dimensional, pero es rápido y requiere un buen control del proceso mediante una adecuada ventilación y preferentemente bajo sombra.

Preservado, es factible su preservación mediante sistemas de baño caliente-frío y vacío presión sin mayores inconvenientes.

Usos, construcciones rurales, enchapados y contraenchapados, muebles, cajas y embalajes, madera aserrada, palillos de fósforos, ruedas y ejes para carretas, remos, soleras y travesaños, costaneras para armaduras, carpintería, etc.

Especie estándar para hacer esta descripción, *Pinus oocarpa*.

2.4.4 Descripción de la especie *Ilex chiapensis* Lundell

La especie *Ilex chiapensis* Lundell es una especie inédita, pues no a sido publicada entonces se usara el nombre de la especie *Ilex quercetorum* I.M. Johnston nombre que a sido publicado para las características de ésta especie. Por lo tanto estamos hablando de la misma especie con un nombre inédito (*Ilex chiapensis* Lundell) y un nombre publicado (*Ilex quercetorum* I.M. Johnston).

La especie *Ilex quercetorum* crece desde los 1500 a los 2000 msnm, es endémico México, Guatemala y Honduras en bosques mixtos de roble.

En Uyuca llega a tener alturas de hasta 35 m o menos, los peciolo de 3 a 5 mm de longitud, las hojas tienen de 5 a 8 cm de longitud y 2 cm de ancho, el lugar más ancho de las hojas está poco más abajo de la mitad atenuándose hacia el final, ápice acuminado, base aguda, el borde de las hojas es entero en hojas jóvenes es aserrado, coriáceo. Los frutos se presentan en pedicelos axilares solitarios de 8 a 13 mm de longitud pubescentes, sin brácteas, no articulados; cáliz del fruto es de 4mm, 4 lóbulos apiculados; frutos rojos redondos de 8 a 10 mm de diámetro, contienen semillas.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

La zona de estudio se encuentra en la zona núcleo del bosque de Uyuca (Anexo 4) y se describe a través de los aspectos políticos y físicos.

3.1.1 Aspectos políticos

Los aspectos políticos tomados en cuenta son ubicación geográfica y límites.

3.1.1.1 Ubicación geográfica. El bosque objeto de estudio está ubicado entre los 14°00'11" y los 14°01'49" N y entre los 87°01'40" y los 87°05'00" W, Departamento de Francisco Morazán, Honduras, Centro América (Fig. 1).

3.1.1.2 Límites. El cerro Uyuca limita al norte con la quebrada Agua Amarilla, ejidos del municipio de San Antonio de Oriente, aldea Joya Grande y con varios propietarios particulares. Al sur, con terrenos ejidales del municipio de Tatumbla, Cerro Cacouletepe y Aldea El Chaguíte. Al este, con tierras de la Escuela Agrícola Panamericana. Al oeste, con ejidos del Municipio de Tatumbla (Agudelo, 1988).

3.1.2 Aspectos físicos

Los aspectos físicos tomados en cuenta son superficie y altitud, viento, clima, vegetación, geología y suelos, y ecología.

3.1.2.1 Superficie y altitud. El bosque latifoliado de altura de Uyuca tiene aproximadamente 29 ha, el cuál esta dentro de la reserva biológica o zona núcleo de aproximadamente 130 ha (Anexo 5). El bosque latifoliado se encuentra en la zona de vida bosque muy húmedo montado bajo subtropical (bmh-MBS) y se encuentra a una altitud, aproximada, entre 1700-2000 msnm (Anexo 6).

3.1.2.2 Viento. Casi la totalidad del bosque latifoliado maduro de altura está en posición barbolento con respecto a la dirección de los vientos predominante. Por lo tanto, la vegetación presente es influenciada en alto grado por los vientos.

3.1.2.3 **Clima.** El bosque latifoliado maduro de altura tiene una precipitación total anual que varía entre los 2000 y 4000 mm de precipitación anual tanto de precipitación vertical como de horizontal¹. Registros de corta duración indican que en el año 1955 la precipitación anual fue de 2050 mm (no incluye la precipitación horizontal), estos están disponibles en la Escuela Agrícola Panamericana .

Respecto a la temperatura estudios hechos por Agudelo (1988) señalan que en el bosque nublado la temperatura media anual varía entre 12 - 18 °C . A los 1500 msnm las temperaturas de los termómetros seco y húmedo son 21 y 15,7 °C respectivamente, mientras que a los 2000 msnm las temperaturas son de 17,2 y 14,3 °C.

3.1.2.4 **Vegetación.** Las especies más comunes en el bosque latifoliado nublado según Agudelo (1988), identificadas por el Dr. Molina, son: *Synardisia venosa*, *Hedyosmum mexicanum*, *Quercus peduncularis*, *Quercus trichodonta*, *Dendropanax gonatopodus*, *Persea schiedeana*, *Ilex chiapensis*, *Podocarpus oleifolius*, *Alsophila salvinii*, *Ilex williamsii*, *Olmediella bethleriana*, *Gaultheria odorata*, *Bejeria aestuans*, *Citharexylum caudatum*, *Oreopanax xalapensis*, *Parathesis vulgata*, *Persea americana*, *Phoebe helicterifolia*, *Phyllonoma laticuspis*, *Trophis chorizantha*, *Inga nubigena*, *Carpinus caroliniana*, *Cleyera theaoides*, *Cornus disciflora* y *Lippia substrigosa*.

3.1.2.5 **Geología y suelos.** De acuerdo al mapa geológico de Honduras citado por Agudelo (1988), el Uyuca consiste de rocas volcánicas del Terciario Tardío de la Formación Jutiapa, entre las que se encuentran ignimbritas, tobas y rocas piroclásticas asociadas, de tipo riolítico y andesítico (Anexo 7).

Dos series de suelos ocupan las tierras del bosque nublado (Agudelo, 1988):

- “La primera serie de suelos se clasifica como Andeptic Troporthents, familia mixta isotérmica, con régimen de humedad údico. Se encuentra en terrenos con un relieve con pendientes entre 50% y 75% y suelos relativamente profundos, bien drenados, permeabilidad moderada y ácidos. La textura es variable; franco arenoso hasta los 51 cm de profundidad; franco, de los 51cm - 64cm; franco limoso, de los 64cm - 91cm; franco arenoso, de los 91 cm - 117 cm; arcilla de los 117cm - 161cm o más. La presencia de raíces se registra hasta los 117cm de profundidad. El color en húmedo, varía entre negro (10 YR 2/1h) y pardo oscuro (7,5 YR 3/4h) en los dos primeros horizontes, pardo rojizo negrusco (2,5 YR 3/4h), pardo oscuro (7,5 YR 3/4h) y pardo intenso (7,5 YR 4/6h) en los cuatro horizontes siguientes. El material parental está constituido por basalto”.
- “La segunda serie de suelos se clasifican como Lithic Troporthents, familia mixta isotérmica, con régimen de humedad ústico. Se encuentra en terrenos con un relieve entre 50% y 75% de pendiente. Los suelos son bien drenados, permeabilidad moderada y ácidos. La textura es franco y franco limosa, con raíces en los dos primeros horizontes (40 cm). El color en húmedo varía entre negro (10 YR 2/1h) y pardo intenso (7,5 YR 4/6h). El material parental es riolita.”

¹ Agudelo comunicación personal

3.1.2.6 Ecología. Tres zonas de vida están presentes en el bosque del Uyuca (Anexo 6): bosque húmedo subtropical (bh-S), bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MBS) y bosque muy húmedo montano bajo subtropical (bmh-MBS). El bosque latifoliado de altura se encuentra en la zona de vida bosque muy húmedo montano bajo subtropical.

3.2 METODOLOGÍA DEL LEVANTAMIENTO

Esta metodología incluye establecimiento del área de estudio, delimitación de parcelas y levantamiento de la vegetación.

3.2.1 Establecimiento de área de estudio

Para la selección del área de estudio no hubo necesidad de tipificar el bosque pues Agudelo (1988) hizo la delimitación de los tipos de bosque de la siguiente manera:

- Fotointerpretación, con el uso de fotografías aéreas a escala 1:20000, del Instituto Geográfico Nacional de Honduras (I.G.N.) de 1982.
- Uso de claves de grado de mezcla y cobertura de copas.
- Delimitación final, comprobada y corregida en el campo.

Para el presente estudio se usó la delimitación anterior y en el área de bosque maduro latifoliado se reconoció directamente y se buscó un área, mayor a 1.5 ha, que reuniera las siguientes características:

- Existencia de un bosque maduro sin perturbaciones antropogénicas visibles o comprobadas históricamente.
- Ausencia de claros de gran tamaño (mayor de 1000 m²).
- Homogeneidad edáfica y florística.
- El sitio debería ser representativo del piso altitudinal al que corresponde y las comunidades vegetales deberían ser normales, no excepcionales.

3.2.2 Delimitación de parcelas

Seleccionado el sitio, se eligió un rumbo de N37°E, de acuerdo con la topografía del terreno y la forma del área a estudiar. Con fundamento en éstos criterios se delimitó una parcela de 1.5 ha, comprendida en un solo bloque. Luego ésta parcela se dividió en 30 subparcelas de 20m *25m (500m²) (Figura 2a).

Las esquinas de cada subparcela fueron demarcadas con estacas de madera a nivel del suelo, en la que se indicó su numeración, la que estará compuesta por dos números separados por una línea inclinada (por ejemplo 5/4); el primer número corresponde a la fila y el segundo a la columna (Figura 2a).

La asignación de la unidad de levantamiento a cada subparcela se la realizó al azar, teniendo el cuidado que no quede una misma unidad de levantamiento adyacente con otra de igual magnitud.

Los parámetros y datos de la estructura vertical que se midieron para cada individuo pueden dividirse en cuantitativos y cualitativos. Las medidas cuantitativas fueron:

- DAP (Diámetro a la altura del pecho): fue medido en forma cruzada con una forcípula de precisión o con cinta diamétrica, al centímetro exacto. Antes de la medición se limpiaron los troncos de musgos, líquenes, lianas y bejucos. Los árboles con gambas se le midió el DAP 30 cm por encima de las mismas.
- Altura total: es la perpendicular que baja desde la cima del árbol hasta el plano horizontal que pasa por la base del mismo. Fue medida con clinómetro suunto, vara telescópica de 15 m y cinta métrica.
- Altura a la base de copa, es el punto donde ésta inicia realmente la ocupación del plano vertical, por lo tanto, no necesariamente coincide con la primera bifurcación importante. Fue medida con clinómetro suunto, vara telescópica de 15 m y cinta métrica.

Los datos cualitativos, para evaluar tendencia del árbol, se determinaron para cada individuo según una escala de 1 - 5 para cada uno y fueron:

- Posición de la copa (Anexo 1).
- Forma de la copa (Anexo 2).

No se evaluó calidad de fuste pues el estudio se realizó en una Reserva Biológica que no será sometida a madereo (Anexo 3).

Los datos de campo fueron registrados en el formulario NAC (Anexo 9).

3.3 METODOLOGÍA DE LA EVALUACIÓN

La caracterización de los bosques estudiados se obtuvo mediante un estudio florístico estructural.

3.3.1 Caracterización de la organización horizontal

La caracterización horizontal fue evaluada por medio de la riqueza florística,

3.3.1.1 Riqueza florística. La curva especies/área fue la técnica que se utilizó para evaluar la riqueza florística del sistema. Esta gráfica proporciona información sobre el incremento de especies a medida que aumenta el tamaño de la superficie de muestreo, a partir de un diámetro mínimo considerado.

3.3.1.2 Diversidad florística. La diversidad florística se refiere a la intensidad de mezcla del rodal y se obtiene por medio del cociente de mezcla. Este cociente es la relación entre el total de árboles y el número de especies encontradas, a partir de un diámetro mínimo determinado y en la superficie dada. Obedece, por lo tanto, a la siguiente forma:

$$Cm_a = n_{\text{esp}} / n_{\text{ind}}$$

En donde:

Cm_a = cociente de mezcla del área conocida "a"

n_{esp} = número de especies del área conocida "a"

n_{ind} = número de individuos de área conocida "a"

3.3.1.3 Cuadro de la vegetación

El peso ecológico de cada especie se estimó en el cuadro de la vegetación mediante el "Índice de Valor de Importancia", propuesto por Curtis y McIntosh (1950). El índice se calcula de la siguiente manera:

$$IVI \text{ esp } a = A\% a + D\% a + F\% a$$

$$A\% a = A a / A * 100$$

$$D\% a = D a / D * 100$$

$$F\% a = F a / F * 100$$

En donde:

$IVI \text{ esp } a$ = índice de valor de importancia de la especie "a"

$A\% a$ = abundancia relativa de la especie "a"

$A a$ = número de individuos por hectárea de la especie "a"

A = número total de individuos por hectárea

$D\% a$ = dominancia relativa de la especie "a"

$D a$ = suma de las áreas basales por hectárea de todos los individuos de la especie "a"

D = suma de las áreas basales por hectárea de todos los individuos de la especie "a"

$F\% a$ = frecuencia relativa de la especie "a"

$F a$ = número de parcelas donde ocurre la especie "a" / número total de parcelas levantadas

F = Suma de las frecuencias absolutas de todas las especies

En el presente estudio se utilizó el área basal y no la proyección de copa para determinar la dominancia de cada individuo. La importancia ecológica se obtuvo para las especies con DAP mayor o igual a 5 cm, considerando también los individuos con una altura total mayor o igual a los 6 m de altura.

3.3.1.4 Parámetros de la organización horizontal. Se evaluó mediante el número de árboles y área basal por hectárea, las distribuciones del número de árboles y el área basal por clases de altura.

3.3.2 Caracterización de la organización vertical

La organización vertical del sistema forestal se evaluó mediante:

- El comportamiento de la distribución dasométrica del número de árboles y área basal por clases de altura,
- La tendencia del árbol evaluado por la forma y posición de la copa.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 DESCRIPCIÓN DEL BOSQUE ESTUDIADO

El bosque latifoliado de Uyuca se encuentra en la zona de vida bosque muy húmedo montano bajo subtropical (bmb-MBS), desde aproximadamente los 1700 - 2000 msnm (Anexo 6), tiene una extensión aproximada de 29 ha (Anexo 5), podemos encontrar dos tipos de suelo el Lithic Troorthents y el Andeptic Troorthents (Anexo 7), tiene un rango de pendientes variable una parte entre 0-27% y otra parte entre 48-79% (Anexo 8) y una precipitación anual entre los 2000-4000 mm anuales (incluyendo precipitación horizontal) con más de 10 meses húmedos y un periodo semiseco pues siempre esta presente la lluvia horizontal.

Los fustes de los árboles para los individuos de pequeño diámetro no son rectos por la influencia de las pendientes y el viento, pero a medida que aumentan los diámetros la tendencia es a identificar individuos con fustes rectos aunque más cortos de lo que podríamos encontrar en bosques de bajura. Los contrafuertes son poco frecuentes. El piso se encuentra generalmente descubierto, con un piso inferior con gran cantidad de helechos arborescentes, algunos alcanzando los 10 m de altura. Las epifitas son muy abundantes y las lianas es relativamente alta.

En cuanto a madera se refiere solo las especies de los género *Quercus e Ilex* y la especie *Podocarpus oleifolius* tienen económicamente algo de importancia.

A continuación se caracteriza la organización florístico estructural del bosque muy húmedo montano bajo.

4.2 CARACTERIZACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN HORIZONTAL

4.2.1 Riqueza y diversidad florística

En la comunidad boscosa estudiada se encontró 42 especies a partir de los 5 cm de DAP. Estas especies se distribuyeron en un total de 19 familias y 30 géneros. El cuadro 5 muestra una lista completa de las 42 especies incluyendo la familia, género, especie y el autor que describió dicha especie.

muestra una lista completa de las 42 especies incluyendo la familia, género, especie y el autor que describió dicha especie.

Las familias más ampliamente representadas son:

- Lauraceae con tres géneros y siete especies .
- Fagaceae con un género y cinco especies.
- Myrsinaceae con cuatro géneros y cuatro especies.
- Rubiaceae con cuatro tres géneros y cuatro especies.

Comparando con otros bosques similares de altura estas son de las familias más ampliamente representadas (Agudelo 1995 y Orozco, 1991), además las especies son propias de la zona de vida a la que pertenece la zona núcleo de Uyuca.

Cuadro 5. Familia, género, especie y autor de las 42 especies encontradas en el muestreo de 1.5 ha.

No.	Familia	Género y especie	Autor
1	Aquilegiaceae	<i>Ilex chapensis</i>	Lindell
2	Aquifoliaceae	<i>Ilex lehmanni</i>	Standl.
3	Araliaceae	<i>Dieckmannia gonatopodus</i>	(D. Sm.) A. C. Smith
4	Araliaceae	<i>Oreopanax xalapensis</i>	(HBK.) Dene. et Planch.
5	Chloranthaceae	<i>Hedyosmum mexicanum</i>	Coult.
6	Clethraceae	<i>Clethra suaveolens</i>	Wittz.
7	Cyatheaceae	<i>Asopoda salina</i>	Hook.
8	Cyatheaceae	<i>Asopoda tryoniana</i>	(Gaston) Conant
9	Cyatheaceae	<i>Cyathea divergens var reurckheimii</i>	(Maxon) Lyon
10	Dicksoniaceae	<i>Dicksonia sellowiana</i>	Hook.
11	Dilleniaceae	<i>Saurauia kegeliana</i>	Schlecht.
12	Dilleniaceae	<i>Saurauia leucocarpa</i>	Schlecht.
13	Euphorbiaceae	<i>Alichemna latifolia</i>	Sw.
14	Fagaceae	<i>Quercus acuta</i>	Müller
15	Fagaceae	<i>Quercus brevesii</i>	Trel.
16	Fagaceae	<i>Quercus laudhamana</i>	Müller
17	Fagaceae	<i>Quercus skinneri</i>	Benth.
18	Fagaceae	<i>Quercus tomentocaulis</i>	Müller
19	Lauraceae	<i>Nectandra gentii</i>	Lundell
20	Lauraceae	<i>Nectandra martinicensis</i>	Mez
21	Lauraceae	<i>Nectandra salicifolia</i>	(HBK.) Nees
22	Lauraceae	<i>Ocotea heterophylla</i>	(Meisn.) Hemsl.
23	Lauraceae	<i>Persea americana</i>	Méx.
24	Lauraceae	<i>Persea americana var. nubigena</i>	(L. Wms.) Kopp
25	Lauraceae	<i>Persea schubertiana</i>	Nees
26	Menispermataceae	<i>Conostegia volcanalis</i>	Standl. et. Steyerl.
27	Menispermataceae	<i>Miconia theaezans</i>	(Bonpl.) Cogn.
28	Myrsinaceae	<i>Arisaema compressa</i>	HBK.
29	Myrsinaceae	<i>Gonolobus micranthera</i>	(D. Sm.) Lundell
30	Myrsinaceae	<i>Paralobesia virgata</i>	Lundell
31	Myrsinaceae	<i>Rapanea juergensenii</i>	Mez
32	Myrsinaceae	<i>Synaldis venosa</i>	(Mast.) Lundell
33	Palmac	<i>Chamaedorea castaneana</i>	Oerst.
34	Podocarpaceae	<i>Podocarpus oleifolius</i>	D. Don
35	Rosaceae	<i>Prinos brachybotrya</i>	Zucc.
36	Rubiaceae	<i>Hoffmannia cubinicola</i>	Standl. et L. Wms.
37	Rubiaceae	<i>Palicourea padguga</i>	(Willd. ex Roem. et. Schult.) Taylor et. Lorence
38	Rubiaceae	<i>Psychotria geleotiana</i>	(Mart.) Taylor et. Lorence
39	Rubiaceae	<i>Psychotria panamensis var. panamensis</i>	
40	Sabiaceae	<i>Melastoma dentata</i>	(Lam.) Urban
41	Styracaceae	<i>Styrax argenteus</i>	Presl
42	Theaceae	<i>Cleyera theaeoides</i>	(S. P.) Chosy

4.2.1.1 Riqueza florística. Para evaluar la riqueza florística se construyó tres curvas especies - área para cada Unidad de Levantamiento (Figura 3), acumulando las especies a medida que se incrementa el área y se obtuvo un porcentaje acumulado de las especies (Cuadro 6).

La curva especies área (Figura 3) para la Unidad de Levantamiento 1 que comprende los individuos entre 5 a 9.9 cm de DAP y que incluye a los individuos con una altura mayor o igual a los 6m registra un fuerte crecimiento hasta los 1500 m² donde registra el 96% del número total de especies presentes (25 especies) en ésta unidad de levantamiento, a partir

de los 2000 m² hasta los 2500 m² la curva tiende a estabilizarse registrando el 100% del número total de especies (Cuadro 6).

La curva especies - área para la Unidad de Levantamiento 2 (Figura 3) que comprende los individuos entre 10 y 49.9 cm de DAP muestra un fuerte crecimiento hasta los 3000 m² de área muestreada donde se registra el 93.3% del total de especies presentes en ésta unidad (30 especies), la curva tiende a estabilizarse a partir de los 3500 m² hasta los 4500 m² registrando el 100% del número total de especies (Cuadro 6).

La curva especies - área para la Unidad de Levantamiento 3 (Figura 3) que comprende los individuos con DAP mayor o igual a los 50 cm, muestra un fuerte crecimiento hasta los 3500 m² de área muestreada donde se registra el 93% del total de especies presentes en ésta unidad (15 especies) y la curva tiende a estabilizarse entre los 3500 m² hasta los 8000 m² del área muestreada, registrando el 100 % de las especies presentes en el muestreo (Cuadro 6).

En base a lo anterior, se puede establecer el área a muestrear con la metodología utilizada tomando como base el área que satisface a cada unidad de levantamiento, tomando como área mínima el punto donde se registra el 100% de el total de especies para cada unidad de levantamiento. El área a muestrear se dividió según la metodología usada en 15% para U.L 1, 35% U.L.2 y 50 % para la U.L.3, entonces se lleva el área mínima que es de 2000m² para U.L.1 que representa el 15 % del área total a muestrear se lleva al 100% y resulta en un área total mínima de 13333.33 m² (1.333 ha), el área mínima para U.L.2 es de 3500 m² el 35 % del área total a muestrear se lleva al 100% y resulta un área total mínima de 10000 m² (1ha), lo mismo para la U.L. 3 que el área mínima es de 4000m² que representa el 50 % del área total a muestrear se llevó a 100% y resulta un área total mínima de 8000 m² (0.8ha). De éstas tres áreas totales escogemos la mayor pues es la crítica dando como resultado un área de 1.333 ha a muestrear en base a la metodología usada.

Por lo tanto para sucesivos estudios con la misma metodología utilizada podemos recomendar un muestro como mínimo de 1.333 ha.

Cuadro 6. Número de especies a medida que se aumenta el área muestreada para cada Unidad de Levantamiento.

Area	U.L. 1		U.L. 2		U.L. 3	
	No. sp. acumulada	% acumulado	No. sp. acumulada	% acumulado	No. sp. acumulada	% acumulado
500	9	36.0	12	40.0	7	46.7
1000	19	76.0	16	53.3	10	66.7
1500	24	96.0	20	66.7	11	73.3
2000	25	100.0	23	76.7	12	80.0
2500	25	100.0	25	83.3	12	80.0
3000			28	93.3	13	86.7
3500			30	100.0	14	93.3
4000			30	100.0	14	93.3
4500			30	100.0	15	100.0
5000					15	100.0
5500					15	100.0
6000					15	100.0
6500					15	100.0
7000					15	100.0
7500					15	100.0
8000					15	100.0

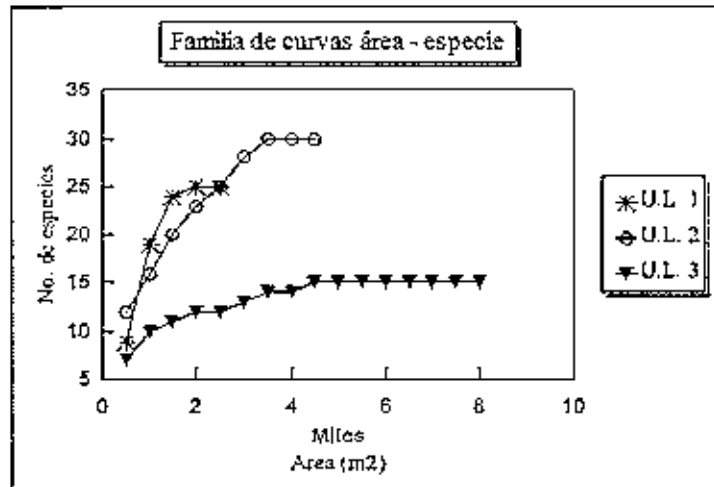


Figura 3. Familia de curvas área - especie correspondientes a las Unidades de Levantamiento 1, 2 y 3.

4.2.1.2 Diversidad florística. Evaluada por medio del coeficiente de mezcla, para un área muestreada de 1.5 ha e individuos con un diámetro mayor o igual a 5 cm de DAP dio un resultado de 11:1 (10.9:1 en números exactos), este resultado muestra que es un bosque

relativamente homogéneo, indicando la aparición de una nueva especie nueva cada 11 individuos.

Para describir mejor la diversidad florística del bosque obtuvimos los cocientes de mezcla a medida que aumenta el área de muestreo para cada unidad de levantamiento (Cuadro 7).

Para la U.L. 1 podemos observar en la (Figura 4) una tendencia creciente hacia la homogeneidad con pequeñas áreas de muestreo adicionales comenzando con un cociente de mezcla de 2:1 en 500m² hasta un cociente de casi 9:1 para un área de 2500 m².

En la U.L. 2 observamos una tendencia regular y poco creciente hacia una estructura de homogeneidad (Figura 4), es decir para diámetros entre 10 y 49.9 cm tenemos una estructura más heterogénea, con los primeros 500m² de muestreo tenemos un cociente de casi 2:1 hasta casi 6:1 en 4500 m² de área muestreado.

En la U.L. 3 observamos una tendencia a presentar una estructura mucho más heterogénea que las U.L. anteriores (Figura 4), pues a medida que aumentaba el área de muestreo el cociente de mezcla sube regularmente desde 1:1 en los primeros 500 m² hasta los casi 5:1 en 8000 m² de área muestreada.

Tenemos entonces un bosque que a medida que se incrementa el diámetro de los individuos, éstos presentan una estructura que va de relativamente homogénea a relativamente heterogénea.

Cuadro 7. Familia de cocientes de mezcla correspondientes a cada Unidad de Levantamiento a medida que se aumenta el área de muestreo.

Partimera	U.L. 1			U.L. 2			U.L. 3		
	No. de especies acumulada	No de individuos acumulados	Cociente de mezcla	No. de especies acumulada	No de individuos acumulados	Cociente de mezcla	No. de especies acumulada	No de individuos acumulados	Cociente de mezcla
500	9	19.0	2.1	12	21.0	1.8	7	7	1.0
1000	19	79.0	4.2	16	34.0	2.1	10	13	1.3
1500	24	108.0	4.5	20	54.0	2.7	11	17	1.5
2000	25	159.0	6.4	23	73.0	3.2	12	19	1.6
2500	25	219.0	8.8	25	100.0	4.0	12	22	1.8
3000				28	116.0	4.1	13	27	2.1
3500				30	138.0	4.6	14	35	2.5
4000				30	149.0	5.0	14	38	2.7
4500				30	167.0	5.6	15	44	2.9
5000							15	50	3.3
5500							15	52	3.5
6000							15	55	3.7
6500							15	55	3.9
7000							15	62	4.1
7500							15	68	4.5
8000							15	70	4.7

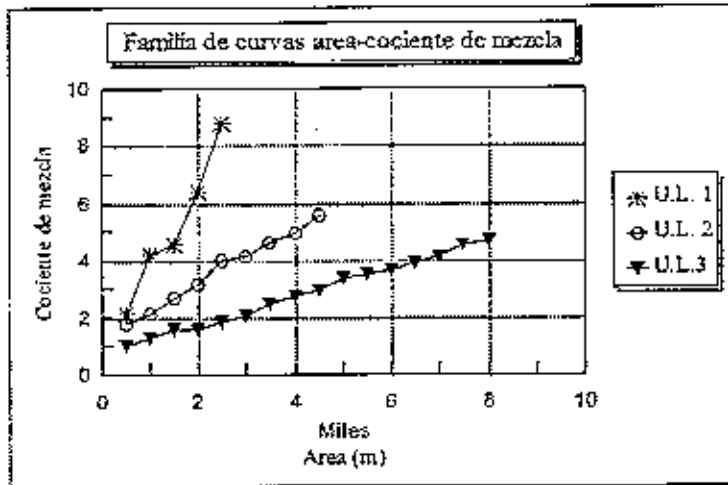


Figura 4. Familia de cocientes de mezcla correspondientes a las Unidades de Levantamiento 1,2 y 3 a mediada que aumentamos el área de muestreo.

4.2.2 Cuadro de la vegetación

El peso ecológico de las diferentes especies evaluado mediante el Índice de Valor de Importancia, se muestra en el cuadro de la vegetación (cuadro 8), ordenado de acuerdo al IVI en forma ascendente. El IVI es el resultado de la suma de los porcentajes relativos de abundancia, dominancia y frecuencia

El IVI correspondiente las once especies de mayor peso ecológico suman poco menos de el 220% del total, esto indica una acentuada concentración del IVI en pocos individuos con alto peso ecológico (Figura 5). Cinco de ellas muy importantes en el estrato superior *Quercus aaata* (>36%), *Persea americana var. nubigena* (casi 26%), *Quercus brenesii* (casi 23%), *Dendropanax gonatopodus* (>17%) y *Podocarpus oleifolius* (casi 16%). Las otras especies mostradas en la figura 5 son componentes importantes de los estratos medio y bajo.

Cuadro 8. Cuadro de la vegetación para individuos con un diámetro mayor a 5 cm de DAP

No.	Grupo y especie	[V] %	Abundancia		Densidad		Frecuencia	
			n/ha	%	n/ha	%	Abn. %	Rel. (%)
1	<i>Quercus casta</i>	26,357	14	4.605	7,778	25,271	36.667	5.880
2	<i>Persea americana</i> var. <i>pubescens</i>	25,480	10	3,289	5,362	17,346	33.333	5,346
3	<i>Quercus bicolor</i>	22,592	12	3,947	4,111	13,299	33.333	5,346
4	<i>A. kaphala</i> <i>tyronensis</i>	21,742	49	16,009	0,263	0,923	30,000	4,573
5	<i>Quercus laevis</i>	20,254	13	4,386	3,082	9,989	36.667	5,880
6	<i>A. kaphala</i> <i>china</i>	20,111	49	16,228	0,211	0,682	20,000	3,207
7	<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	17,079	15	4,525	1,440	5,203	43.333	6,949
8	<i>Podocarpus neriifolius</i>	15,923	13	3,728	3,953	6,366	36.667	3,660
9	<i>Nicotiana glauca</i>	14,447	27	8,772	0,267	0,864	30,000	4,811
10	<i>Synedrella nodiflora</i>	11,994	15	5,044	0,331	1,069	36.667	5,880
11	<i>Hedyotis mesconum</i>	10,236	13	4,586	0,341	1,034	30,000	4,811
12	<i>Ilex chiensis</i>	7,991	6	1,974	0,535	1,740	26.667	4,277
13	<i>Neelandsia multiflora</i>	5,326	4	1,316	0,641	1,072	13.333	2,138
14	<i>Rapanea portoricensis</i>	5,312	5	1,754	0,170	0,581	20,000	3,207
15	<i>Persea schirderana</i>	4,823	1	0,219	1,236	4,069	3.333	0,533
16	<i>Neelandsia galteri</i>	4,106	4	1,316	0,036	0,162	20,000	3,207
17	<i>Psychotria panamensis</i> var. <i>panamensis</i>	4,040	7	2,412	0,029	0,089	13.333	2,138
18	<i>Scaevola tectorum</i>	4,312	4	1,316	0,034	1,078	13.333	2,138
19	<i>Passiflora bicolor</i>	4,335	3	1,096	0,341	1,104	13.333	2,138
20	<i>Passiflora vitifera</i>	4,199	6	1,974	0,027	0,087	13.333	2,138
21	<i>Ilex lebrunii</i>	4,093	3	1,096	0,265	0,858	13.333	2,138
22	<i>Quercus laevis</i>	3,585	1	0,439	0,642	2,076	6.667	1,069
23	<i>Conocarpus villoso</i>	3,344	3	1,096	0,034	0,109	13.333	2,138
24	<i>Melastoma discolor</i>	2,328	2	0,658	0,042	0,166	10,000	1,604
25	<i>Psychotria guianensis</i>	2,420	2	0,658	0,049	0,168	10,000	1,604
26	<i>Chamaedorea costaricensis</i>	2,407	4	1,316	0,007	0,022	6.667	1,069
27	<i>Passiflora foetida</i>	2,190	3	1,096	0,008	0,025	6.667	1,069
28	<i>Persea americana</i>	1,851	1	0,219	0,339	1,098	3.333	0,533
29	<i>Cithra suaveolens</i>	1,638	1	0,219	0,313	1,084	3.333	0,533
30	<i>Neelandsia caribaea</i>	1,709	3	0,439	0,062	0,201	6.667	1,069
31	<i>Scaevola tectorum</i>	1,672	3	1,096	0,013	0,041	3.333	0,533
32	<i>Bursera simarouba</i>	1,353	1	0,439	0,014	0,047	6.667	1,069
33	<i>Ocotea hololepis</i>	1,052	1	0,439	0,023	0,079	3.333	0,533
34	<i>A. kaphala</i> <i>indica</i>	0,975	1	0,439	0,007	0,021	3.333	0,533
35	<i>Chrysomela</i>	0,836	1	0,219	0,025	0,082	3.333	0,533
36	<i>Gentiana</i> <i>intermedia</i>	0,782	1	0,219	0,009	0,029	3.333	0,533
37	<i>Dircaea</i> <i>pubescens</i>	0,780	1	0,219	0,005	0,016	3.333	0,533
38	<i>Synedrella nodiflora</i>	0,774	1	0,219	0,005	0,024	3.333	0,533
39	<i>Cyrtosperma</i> <i>variegatum</i>	0,768	1	0,219	0,004	0,014	3.333	0,533
40	<i>A. kaphala</i> <i>china</i>	0,762	1	0,219	0,002	0,006	3.333	0,533
41	<i>Hollmannia</i> <i>californica</i>	0,739	1	0,219	0,002	0,003	3.333	0,533
42	<i>Quercus laevis</i>	0,363	1	0,219	0,015	0,049	0,219	0,033

100,000	304	108,006	30,813	100,000	0,23333	100,000
---------	-----	---------	--------	---------	---------	---------

No.	Género y especie	I.V.I (%)
1	<i>Quercus axata</i>	39.26
2	<i>Persea americana var. nubigena</i>	23.98
3	<i>Quercus brenesii</i>	22.39
4	<i>Alsophila tryoniana</i>	21.74
5	<i>Quercus lowilliamsii</i>	20.25
6	<i>Alsophila salvinii</i>	20.12
7	<i>Dendroplexis guatemalensis</i>	17.08
8	<i>Podocarpus neriifolius</i>	15.92
9	<i>Miconia iberoensis</i>	14.43
10	<i>Syzygium venosum</i>	11.99
11	<i>Hedyotis mexicanum</i>	10.24
12	Demás especies	83.28
Total I.V.I		100.00

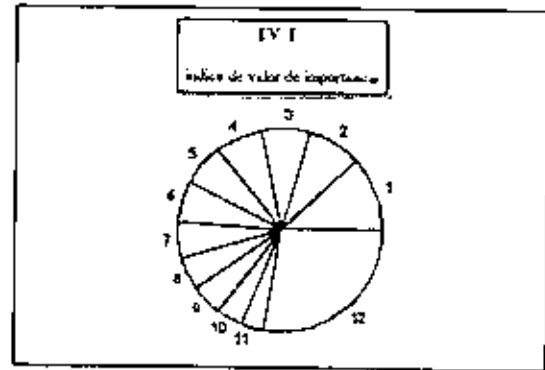


Figura 5. Gráfico del I.V.I. para las 11 especies con mayor peso ecológico

4.2.2.1 Abundancia. Más del 30% del total de individuos por hectárea está concentrada en los helechos arborescentes *Alsophila salvinii* y *Alsophila tryoniana*. Si sumamos las abundancias relativas de los 4 primeros tenemos más del 46% de la abundancia. Por lo tanto casi el 50% de la abundancia total del bosque se concentra en menos de 5 especies.

No.	Género y especie	%
1	<i>Alsophila tryoniana</i>	16.23
2	<i>Alsophila salvinii</i>	16.01
3	<i>Miconia iberoensis</i>	8.77
4	<i>Syzygium venosum</i>	5.04
5	<i>Dendroplexis guatemalensis</i>	4.82
6	<i>Quercus axata</i>	4.61
7	<i>Quercus lowilliamsii</i>	4.39
8	<i>Hedyotis mexicanum</i>	4.19
9	<i>Quercus brenesii</i>	3.95
10	<i>Podocarpus neriifolius</i>	3.73
11	Demás especies	28.07
Total ABUNDANCIA		100.00

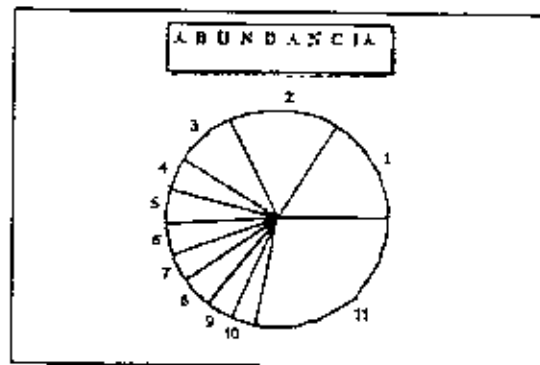


Figura 6. Gráfico de la abundancia relativa de las 10 especies con mayor abundancia relativa

4.2.2.2 Dominancia. Más del 25% de la dominancia del bosque se halla concentrada en una especie *Quercus axata*. El género *Quercus* sumadas sus dominancias relativas obtenemos que casi el 50% de la dominancia está concentrada en un solo género. Más del 66% de la dominancia está concentrada en cuatro especies *Q. axata*, *Persea americana var. nubigena*, *Q. brenesii* y *Q. lowilliamsii*.

No.	Género y especie	%
1	<i>Quercus agata</i>	25.87
2	<i>Persea americana</i> var. <i>subigena</i>	17.35
3	<i>Quercus bronaei</i>	13.30
4	<i>Quercus lawilliansii</i>	9.99
5	<i>Podocarpus olajolius</i>	6.32
6	<i>Dendropanax gonatopodus</i>	5.30
7	<i>Persea schmaleana</i>	4.07
8	<i>Quercus stinneri</i>	2.08
9	<i>Nectandra martinicensis</i>	2.07
10	<i>Ilex chiapensis</i>	1.74
11	Demás especies	11.92
Total DOMINANCIA		100.00

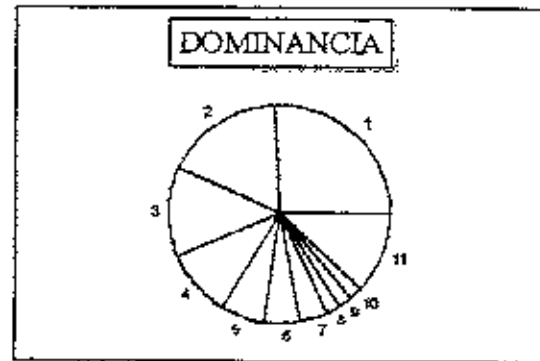


Figura 7. Gráfico de la dominancia de las 10 especies con mayor dominancia relativa.

4.2.2.3 Frecuencia

En general todas las especies presentan frecuencias relativamente uniformes sin ninguna especie que destaque mucho entre todas pues estas son menores a 7%. El 53% de la frecuencia está concentrada en 7 especies (Figura).

No.	Género y especie	%
1	<i>Dendropanax gonatopodus</i>	6.949
2	<i>Symplocos venosa</i>	5.889
3	<i>Quercus acuta</i>	5.880
4	<i>Podocarpus olajolius</i>	5.880
5	<i>Quercus lawilliansii</i>	5.880
6	<i>Persea americana</i> var. <i>subigena</i>	5.346
7	<i>Quercus hirsuta</i>	5.346
8	<i>A. kophilis</i> <i>irvoni</i>	4.811
9	<i>Heptacarpus diversus</i>	4.811
10	<i>Alseodaphnophyllum</i>	4.811
11	<i>Ilex chiapensis</i>	4.277
12	Demás especies	40.12802
Total FRECUENCIA		100.00

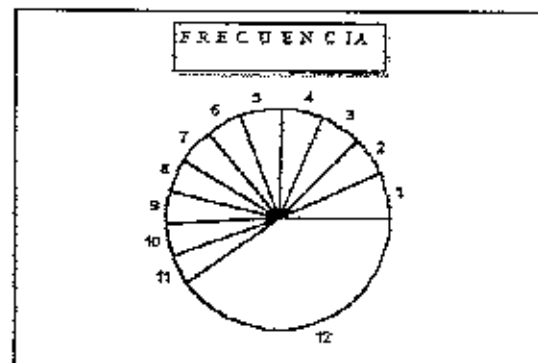


Figura 8. Gráfico de la frecuencia de las once especies con mayor frecuencia relativa.

Las siguientes especies son las que tienen los valores de IVI más altos por orden descendente y se las describe según su abundancia, dominancia y frecuencias (Cuadro 8) relativas además de su presencia o ausencia en las Unidades de Levantamiento (Cuadro 9).

Quercus acuta con un IVI de casi 37% mostrando la mayor abundancia relativa (casi 26%) de todas las especies y valores relativamente bajos de abundancia (casi 5%) y frecuencia alta (casi 6%), es por lo tanto una especie oportunista que necesita de claros para poder sobrevivir, no presenta ningún individuo en la U.L. 1.

Persea americana var. *nubigena* con un IVI de casi 26%, alta dominancia (>17), muestra baja abundancia (>3%), frecuencia alta de (>5%), es por éstas características una especie oportunista pues no presenta individuos en la U.L. 1.

Quercus brevesii, con un IVI de casi 23%, muestra el mismo patrón de las dos especies anteriores con alta dominancia (>13%), frecuencia alta (>5%) y abundancia (casi 4%) y no presenta ningún individuo en la U.L. 1, es aparentemente una especie oportunista.

Los helechos arborescentes *Alsophila salvinii* y *tryoniana* presentan IVIs de más de 20% cada uno, éstas especies presentan alta abundancia (>16% cada uno) especialmente en la U.L. 1 y pocos individuos en la U.L. 2, baja dominancia (<1% cada uno) y frecuencias altas (>3% y 5% respectivamente), son por lo tanto especies esciófitas del estrato arbóreo inferior.

Quercus lowilliamsii, con un IVI de >20% presenta también características de una especie oportunista pues presenta dominancia relativamente alta (10%), frecuencia relativamente alta (5.8), abundancias baja (4.3%), pero sí presenta individuos en las tres unidades de levantamiento.

Dendropanax gonatopodus, con un IVI de 17% es aparentemente una típica especie esciófita pues presenta individuos en las tres Unidades de Levantamiento, presenta una abundancia media (casi 5%), dominancia media (5.3%) y es la especie con mayor frecuencia (casi 7%) de todo el bosque.

Podocarpus oleifolius, con un IVI de casi 16% esta presente en las tres unidades de levantamiento, presenta una abundancia media alta (casi 4%), dominancia media alta (>6%) y frecuencia alta de (casi 6%) es aparentemente una especie esciófita o esta muy cerca de serlo.

Ilex chiapensis, con un IVI de casi 8% presenta individuos en las tres unidades de levantamiento, abundancia media baja (casi 2%), dominancia media de casi (2%) y frecuencia media alta (casi 4%), su temperamento será analizado más adelante.

Cuadro 9. Presencia de las especies en las Unidades de Levantamiento 1, 2 y 3.

Género y especie	Presencia en Unidades de Levantamiento		
	Un. 1	Un. 2	Un. 3
<i>Ilex chrysina</i>	si	si	si
<i>Ilex laevis</i>		si	si
<i>Dacryodes guatemalensis</i>	si	si	si
<i>Dirupinus salpinx</i>		si	
<i>Hedyotis mexicana</i>	si	si	
<i>Clitoria vealei</i>			si
<i>A. hirsuta</i>	si	si	
<i>A. hirsuta tyronensis</i>	si	si	
<i>Cyrtosperma divergens var. leucostachya</i>	si		
<i>Dialium seborvianum</i>		si	
<i>Saururus cuneatus</i>	si	si	si
<i>Saururus mucronatus</i>	si		
<i>A. hirsutus</i>	si		
<i>Quercus acuta</i>		si	si
<i>Quercus brachyloba</i>		si	si
<i>Quercus kneri</i>	si	si	si
<i>Quercus laevis</i>			si
<i>Quercus laurifolia</i>		si	
<i>Nectandra guatemalensis</i>	si	si	
<i>Nectandra martinicensis</i>		si	si
<i>Nectandra salicifolia</i>	si	si	
<i>Ocotea hololepis</i>		si	
<i>Peltandra guatemalensis</i>			si
<i>Peltandra martinicensis</i>		si	si
<i>Peltandra seborviana</i>			si
<i>Coccoloba velutina</i>	si	si	
<i>Miconia thalassia</i>	si	si	
<i>Adiantum compressum</i>	si		
<i>Gleichenia microphylla</i>		si	
<i>Pteridium vulgatum</i>	si	si	
<i>Rapanea portoricensis</i>	si	si	
<i>Senecioium sp.</i>	si	si	
<i>Chamaedorea coccinea</i>	si		
<i>Pedicularis sp.</i>	si	si	si
<i>Prunus dichotoma</i>	si	si	si
<i>Holm-lupulus cubensis</i>	si		
<i>Psychotria pedunculata</i>	si		
<i>Psychotria guatemalensis</i>	si	si	
<i>Psychotria martinicensis</i>	si		
<i>Melastoma thalassia</i>		si	
<i>Syzygium argenteum</i>		si	
<i>Clusia thalassia</i>		si	

4.2.3 Parámetros dasométricos de la estructura horizontal

Los parámetros dasométricos para este bosque contabilizan 304 árboles/ha que esta bajo el promedio de bosques de altura N entre 450 - 1300 (Agudelo 1995), un área basal de 30,615 m²/ha que está dentro del promedio G entre 16 y 20 m²/ha (Agudelo 1995) y superior al rango G de 19 - 23 para bosques americanos de Rollet citado por Salcedo (1986) para una vegetación mayor o igual a los 5 cm de DAP o una altura mayor o igual a los 6m de altura.

Comparado con los parámetros del Cuadro 10 tenemos que los valores de N (No. de árboles/ha) de 304 es bajo y el valor para G (m²/ha) está dentro del promedio pero con los valores más bajos del rango.

Cuadro 10. Parámetros dasométricos, de algunos bosques de altura, reportado por varios autores.

Autor	Lugar	País	Altitud (msnm)	Diámetro mínimo (cm)	Número de árboles N/ha	Area basal m ² /ha
Méndez y Sáenz, 1986	Machó Mora Asunción	Costa Rica	2550	5	1,376	51.2
			2850	5	734	38
Blaser y Camacho, 1991	Villa Mills	Costa Rica	2,700	5	998	38
Vega, 1966	Sierra Boyacá	Colombia	2,300	10	494	50-52.9
Holdridge et al, 1971	Villa Mills	Costa Rica	3,000	10	612	38
Holmes, 1976	San Eusebio	Venezuela	2,400	10	839	44
Bockor, 1979	La Carbonera	Venezuela	2250-2550	10	741	35.6
Ruñíz et al, 1982	Parque "La amistad"	Costa Rica	2500-3000	10	512-845	63-87
Rollet, 1984	La Carbonera	Venezuela	2250-2550	10	741	40
Jiménez, 1984	San Gerardo de Dota	Costa Rica	2,650	10	442	47
Blaser, 1987	Villa Mills	Costa Rica	2,700	10	455-512	48.3-52
Jiménez et al, 1988	San Gerardo de Dota	Costa Rica	2,650	10	505	49
Orozco, 1991	División Monte Carmelo Machó Mora -Salitre Machó Gaff -Salsipuedes Villa Mills 1 Villa Mills 2 Asunción -encierro	Costa Rica	2000-2900	10	614	40.4
			2000-2900	10	670	48.3
			2000-2900	10	407	42.6
			2000-2900	10	456	51.8
			2000-2900	10	524	46.6
			2000-2900	10	409	36.7
Méndez y Sáenz, 1986	Machó Mora Asunción	Costa Rica	2350	30	173	37.4
			2850	30	109	30.7

Fuente Orozco(1991).

La distribución del número de árboles por clases diamétricas (Cuadro 11) y su representación normal y semilogarítmica (figura 9 y 10 respectivamente), permite observar que el 62.94% del total de árboles se encuentra distribuido en la clase diamétrica de 4 a 13.9 cm de DAP. Las tres clases inferiores juntas que van de 4 a 33.9 suman 80.92% del total de individuos, mientras que en las restantes se distribuye el restante 19.07%.

La distribución del número de árboles por clases diamétricas (Figura 9) muestra claramente la forma de J invertida en forma extendida lo que nos indica que el bosque latifoliado de Uyuca tiene un alto dominio de especies heliófitas oportunistas de claros, también nos indica que el bosque es aparentemente maduro indicando una disminución constante del

número de árboles a medida que el diámetro aumenta. Teniendo algunas inflexiones, aparentemente son perturbaciones producidas por la influencia de los vientos y las pendientes, no podemos descartar el impacto antropogénico.

La distribución semilogarítmica del número de árboles por clases diamétricas (Figura 10) muestra una tendencia a seguir un línea recta pero se presentan muchas inflexiones lo que confirma lo expuesto anteriormente.

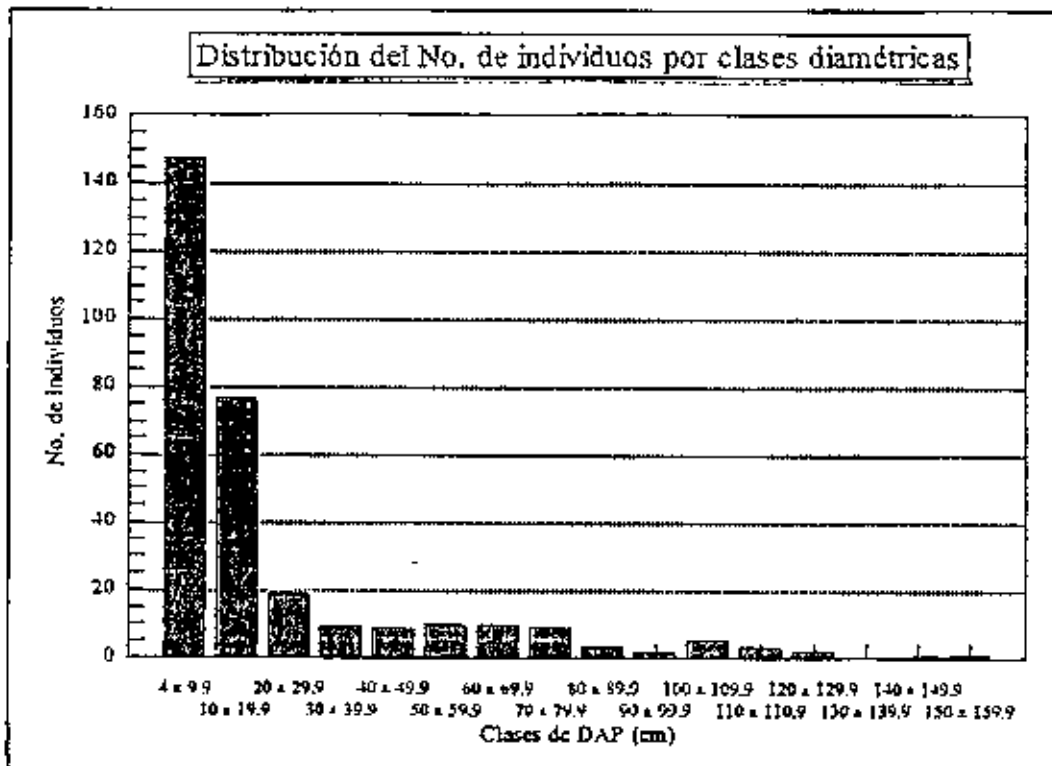


Figura 9. Distribución del número de árboles por clases diamétricas.

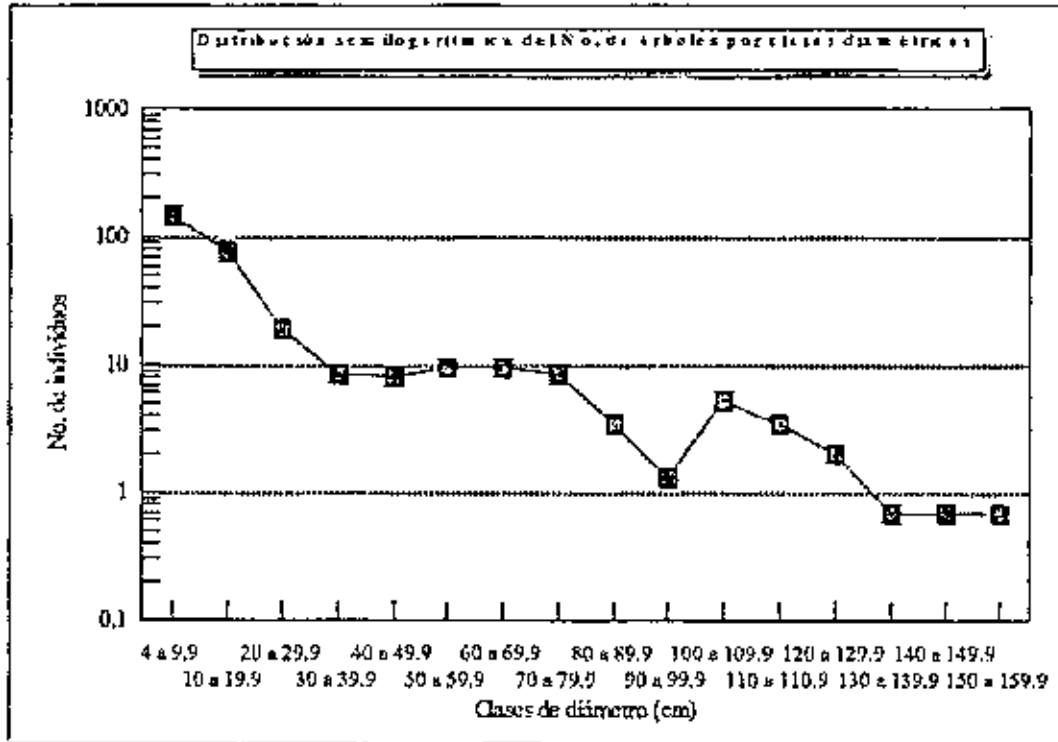


Figura 10. Distribución semilogarítmica del número de árboles por clases diamétricas.

La distribución de las áreas basales por clases de diamétricas (Figura 11, Cuadro 11) muestra dos concentraciones fuertes una ente 50 - 99,9 cm de DAP (36,8% del área basal) y otra entre 100 - 129 cm de DAP (34,3 % del área basal), sumado el área basal de ambas concentraciones tenemos el 71,1% del área basal. Estos rangos muestran concentraciones que no se observarían en una distribución perfecta y equilibrada. En consecuencia, el bosque no muestra signos de sobremadurez, posiblemente atribuible a ciertas características del ecosistema como las fuertes pendientes y vientos.

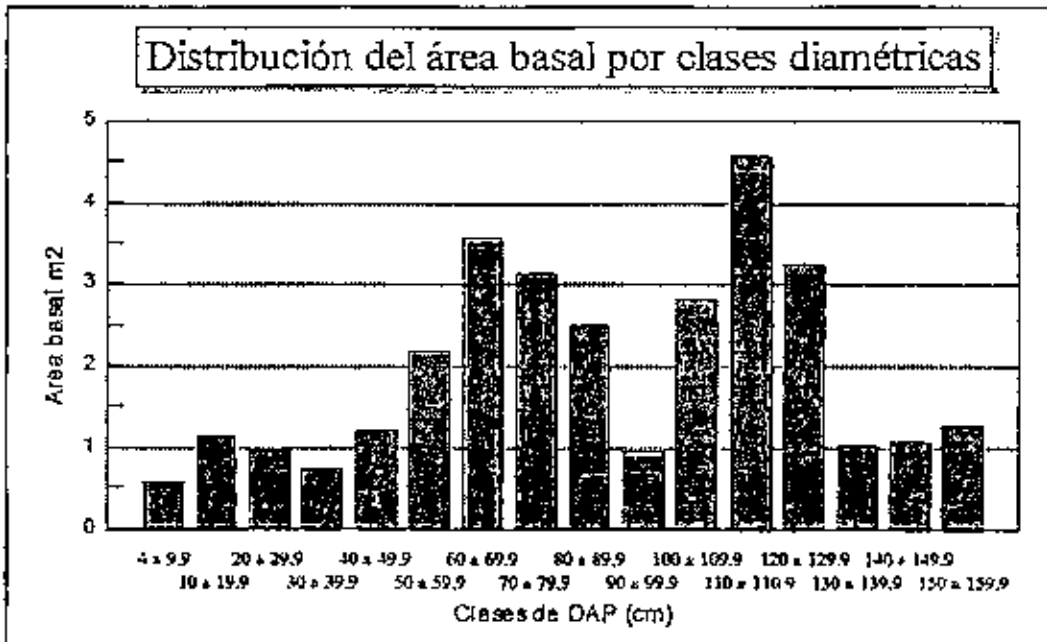


Figura 11. Distribución del área basal por clases diamétricas.

4.3 CARACTERIZACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN VERTICAL

4.3.1 Parámetros de la organización vertical

El individuo con mayor altura y DAP fue un *Quercus* con 56 m de altura y 317 cm de DAP, el cuál no cayó dentro del muestreo. Los árboles medidos con mayor altura fueron *Quercus lowilliamsi* y *Quercus aata* con 40.9 y 40.3 m de altura respectivamente; los individuos con mayor DAP fueron *Persea schiedeana*, *Quercus brenesii*, *Persea americana var. nubligena* y *Quercus aata* con 155, 144, 139 y 129 cm de DAP respectivamente.

Cuadro 12. Distribución del número de individuos y el área basal por clases de altura.

Clases de altura (m)	Número de árboles		Área basal	
	N/ha	%	m ² /ha	%
1 x 1,9	23	8,1	0,052	0,3
2 x 2,9	41	13,7	0,175	0,6
3 x 3,9	20	6,6	0,104	0,3
4 x 4,9	17	5,5	0,120	0,4
5 x 5,9	15	5,0	0,068	0,2
6 x 6,9	27	8,8	0,105	0,3
7 x 7,9	11	3,5	0,080	0,3
8 x 8,9	11	3,7	0,203	0,7
9 x 9,9	9	3,1	0,114	0,4
10 x 10,9	12	3,9	0,158	0,5
11 x 11,9	9	2,9	0,244	0,8
12 x 12,9	13	4,3	0,329	1,1
13 x 13,9	5	1,5	0,600	0,0
14 x 14,9	6	2,0	0,667	2,3
15 x 15,9	3	0,9	0,111	0,4
16 x 16,9	4	1,3	0,765	2,2
17 x 17,9	4	1,3	0,277	0,9
18 x 18,9	4	1,3	0,876	2,2
19 x 19,9	3	1,0	0,218	0,7
20 x 20,9	2	0,7	0,357	1,0
21 x 21,9	3	1,0	0,215	0,7
22 x 22,9	4	1,3	2,229	7,2
23 x 23,9	5	1,5	0,635	2,1
24 x 24,9	3	0,9	0,903	2,9
25 x 25,9	2	0,7	0,469	1,5
26 x 26,9	5	1,6	2,872	9,3
27 x 27,9	1	0,4	0,833	2,7
28 x 28,9	3	1,1	0,837	2,7
29 x 29,9	3	1,0	2,083	6,7
30 x 30,9	6	2,0	1,337	4,3
31 x 31,9	2	0,7	1,541	5,0
32 x 32,9	2	0,7	1,825	5,6
33 x 33,9	3	0,9	2,066	6,7
34 x 34,9	0	0,0	0,000	0,0
35 x 35,9	1	0,4	0,335	1,1
36 x 36,9	1	0,4	0,643	2,1
37 x 37,9	1	0,4	0,501	1,6
38 x 38,9	1	0,4	2,197	7,1
39 x 39,9	3	0,9	1,844	6,0
40 x 40,9	1	0,4	1,726	5,6
41 x 41,9	0	0,0	0,000	0,0
42 x 42,9	0	0,0	0,000	0,0
43 x 43,9	0	0,0	0,000	0,0
44 x 44,9	1	0,2	0,279	0,9
Totales	304	100	30,914	100,0

La distribución del número de árboles por clases de altura (Cuadro 12 y Figura 12) no permite ver claramente los estratos, por eso se tiene que recurrir una distribución semilogarítmica.

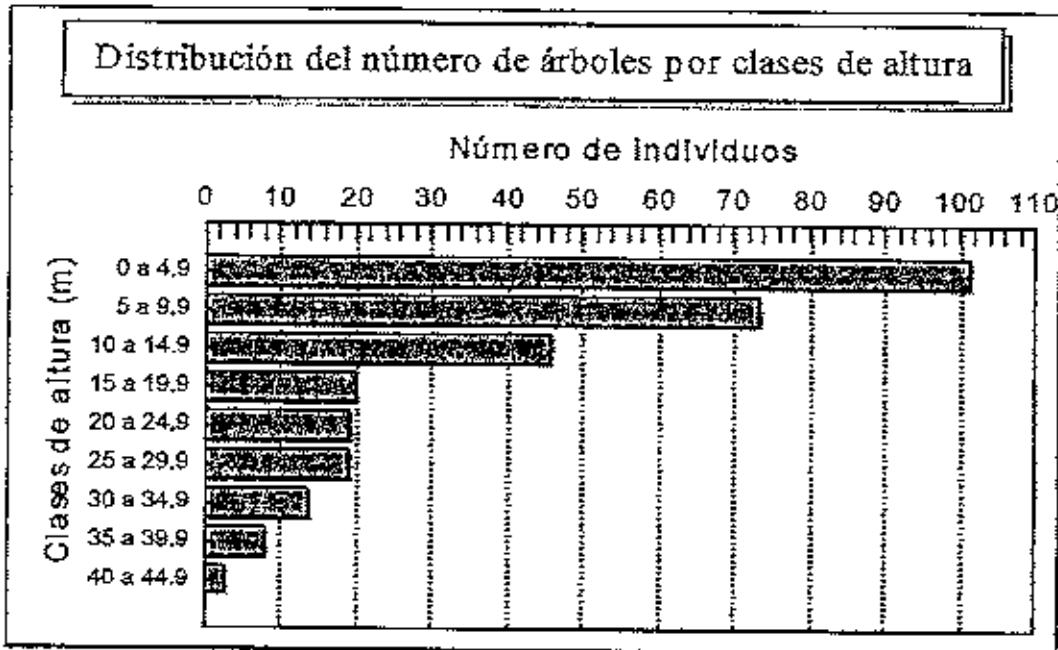


Figura 12. Distribución del número de árboles por clases de altura.

La distribución semilogarítmica del número de árboles por clases de altura (Figura 13) muestra que la curva no tiende hacia una recta, lo que hubiera significado una disminución exponencial constante del número de árboles con altura creciente, sino que hay cambios de pendientes, a interpretar como cambios en las condiciones ambientales relevantes para el desarrollo de los individuos.

Se puede diferenciar en cuatro estratos (Figura 13), donde el orden de pronunciamiento va disminuyendo desde los estratos inferiores a los superiores. Los cuatro estratos son los siguientes:

- El estrato inferior con un mínimo número de individuos a los 3 m y un máximo a los 7 m de altura.
- El estrato medio inferior con un mínimo número de individuos a los 9 m y un máximo a los 16 m de altura.
- El estrato medio superior o dosel con un mínimo número de individuos a los 28 m y un máximo a los 36 m de altura.
- El estrato emergente con un mínimo número de individuos a los 40 m y un máximo a los 44 m de altura.

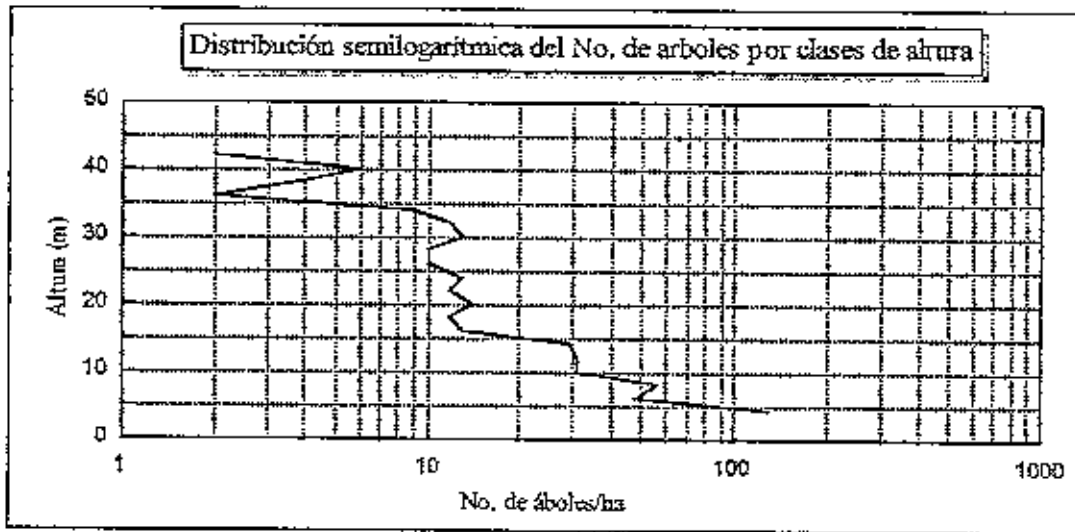


Figura 13. Distribución semilogarítmica del número de árboles por clases de altura.

La distribución del número de especies por clases de altura acumula el número de especies a medida que vamos descendiendo desde la parte más alta a la más baja (Figura 14). Hay un aumento pronunciado de especies para individuos menores a 15m, el aumento es luego menos pronunciado para individuos entre los 15 y 20 m, le sigue un aumento menos pronunciado comparado con la clase anterior entre los 20 y 25 m, entre los 25 y 30 m de altura no hay incremento en el número de especies y finalmente hay un incremento poco pronunciado para individuos entre 30 y 40 m de altura.

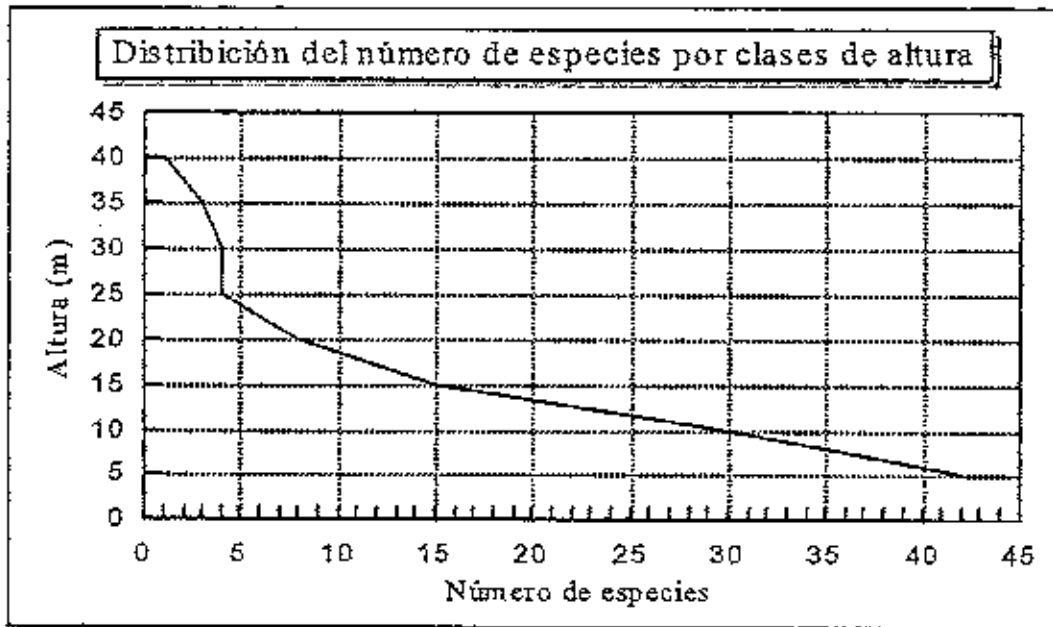


Figura 14. Distribución del número de especies por clases de altura.

La distribución del área basal por clases de altura nos indica que hay una marcada concentración del área basal entre 20 a 40 m de altura (Figura 15).

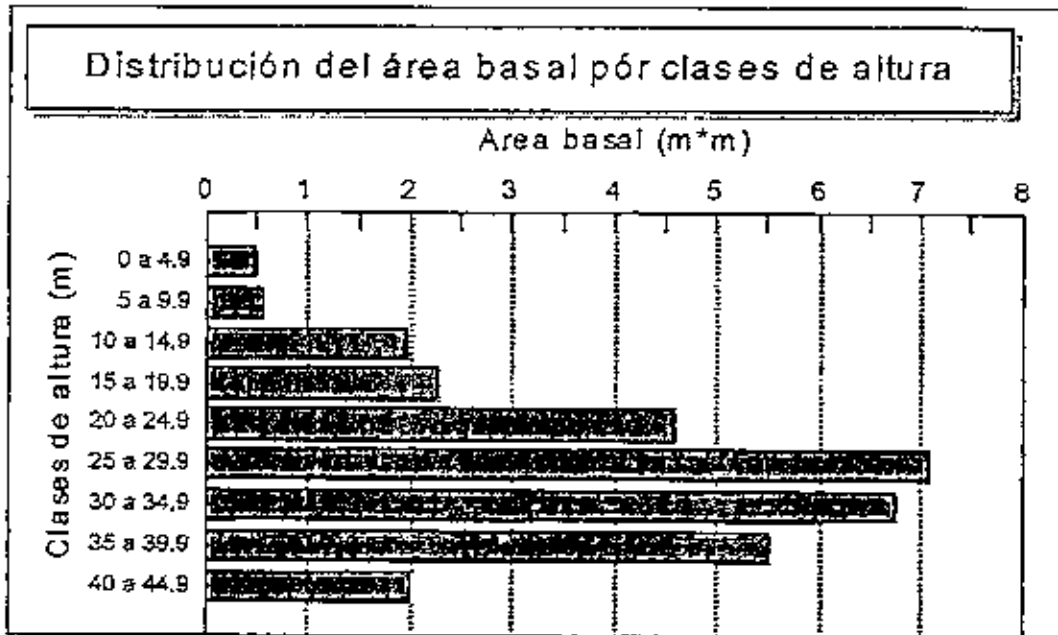


Figura 15. Distribución del área basal por clases de altura.

4.4 Tendencia del árbol

La tendencia de los árboles es evaluada por medio de datos cualitativos sobre la posición de la copa (Anexo 1), forma de la copa (Anexo 2) y calidad de fuste (Anexo 3). No se tomó datos sobre calidad de fuste pues el ecosistema no será sometido a madreo.

El cuadro 13 muestra los resultados del parámetro tendencia del árbol, determinado sólo en base a la posición y forma de la copa. La información sobre posición de copa indica que un 36.4 % de los individuos recibe luz difusa o filtrada y sólo el 5% de ellos tiene copa iluminada en su totalidad, el resto de los individuos 58.6% recibe los rayos sobre la parte superior de sus copas o en sus porciones laterales.

La información generada sobre forma de copa muestra que aparentemente el 40.1% de los individuos posee una copa perfecta pero este dato está muy influenciado por los helechos arborescentes que generalmente tienen una copa redonda y perfecta, pero en general los demás individuos era raro observar copas perfectas. La mayor parte de los individuos posee copas que van desde las tolerables a las buenas (49.6%), esto se debe principalmente a que el bosque de Uyuca es un ecosistema muy influenciado por el viento y las pendientes que no dejan que los árboles se anclen adecuadamente.

Cuadro 13. Distribución del número de árboles por posición y forma de copa, para el conjunto de individuos con DAP > a 5 cm.

Posición de copa

Parámetro	Completamente libre	Libre por arriba	Libre por los lados	Sombreada por arriba	Completamente sombreada	Total
Número de árboles	23	66	98	103	166	456
%	5	14,5	21,5	22,6	36,4	100

Forma de copa

Parámetro	Perfecta	Buena	Tolerable	Pobre	Muy pobre	Total
Número de árboles	183	114	112	44	3	456
%	40,1	25	24,6	9,6	0,7	100

4.5 CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA-SILVÍCOLA DE *Ilex chiapensis* Lundell

En el muestreo la familia Aquifoliaceae estuvo representada por un sólo género *Ilex* y dos especies *Ilex chiapensis* e *Ilex liehmanii*.

El *Ilex chiapensis* presenta individuos en las tres unidades de levantamiento, aparentemente posee regeneración natural. Tiene un IVI de casi 8% ocupando el lugar número doceavo en importancia ecológica para el ecosistema. Presenta una abundancia relativa bastante baja (casi 2%), dominancia media baja (1.7%) y una frecuencia moderada (4.3%). Presenta 4 individuos por hectárea pues posee una baja abundancia.

La distribución del número de árboles por clases de diámetro (Figura 16) no se parece a la presentada por las especies esciófitas en forma de J invertida y presenta un rasgo muy peculiar por presentar ausencia de individuos entre los 19.9 ay 35 cm de DAP. Según lo anterior se puede decir que esta especie no presenta las características de las especies de sombra.

Según UNESCO, et al (1980) hay un grupo ecológico que muestran un vacío relativo de diámetros intermedios que pertenece a las especies de luz o heliófitas colonizadoras de claros.

Por lo tanto, el *Ilex chiapensis* es una especie de luz que presenta individuos en la regeneración natural aparentemente esperando una apertura del dosel lo que provocaría un aumento drástico en diámetro y altura, por esta razón la ausencia de individuos de diámetros medios, una vez alcanzada la posición, la especie sigue creciendo pero a un ritmo inferior.

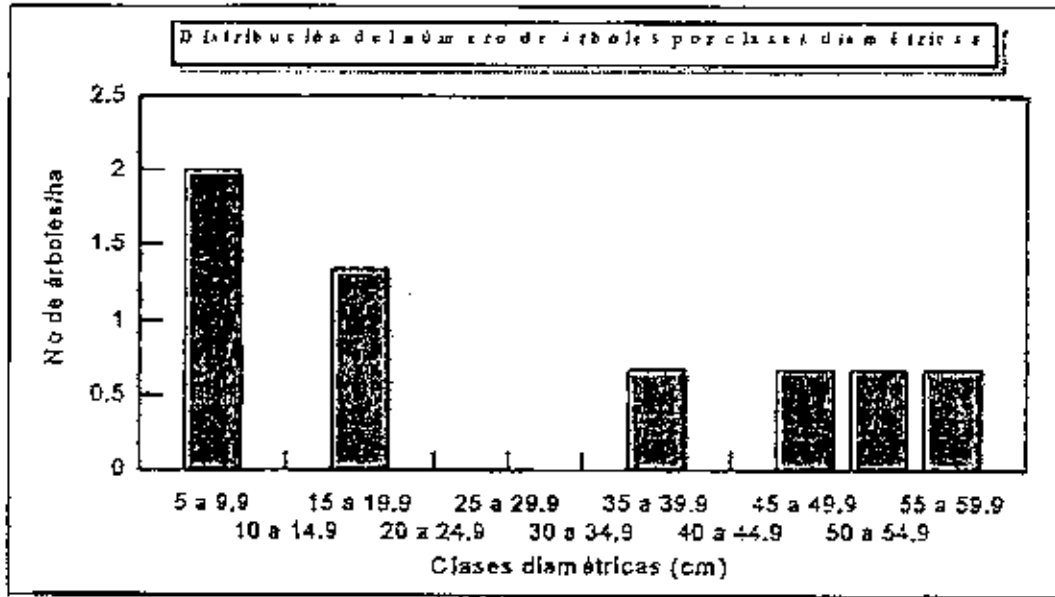


Figura 16. Distribución del número de árboles por clases diamétricas para el *Hecchiapensis* Landell.

La distribución del área basal por clases diamétricas (Figura 17) muestra una importante concentración del área basal entre los 45 a 59.9 cm de diámetro, es decir casi un 80% de los $0,56 \text{ m}^2/\text{ha}$ de área basal total de la especie está muy concentrada en diámetros mayores, esto nos confirma que la especie es una heliófita oportunista pues una especie de sombra tendría una distribución muy homogénea del área basal entre todas las clases diamétricas.

Esta distribución muestra que los individuos de ésta especie que una vez alcanzada la posición de dominancia comienzan a presentar crecimientos diamétricos importantes.

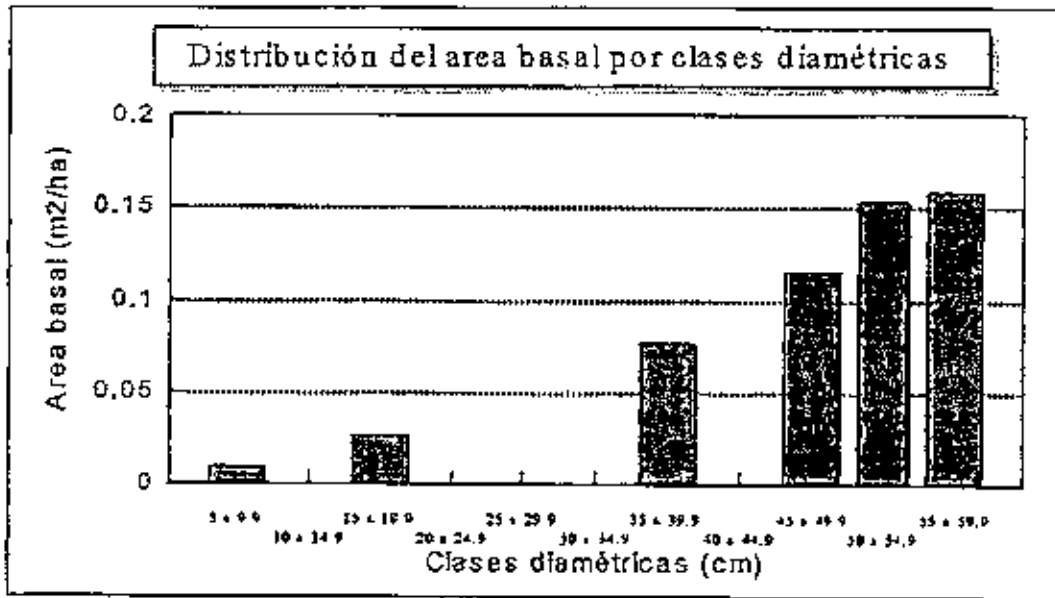


Figura 17. Distribución del área basal por clases diamétricas para el *Ilex chiapensis* Lundell.

La distribución del número de árboles por clases de altura (Figura 18) muestra que el mayor número de árboles se halla concentrado entre los 16 y 19 m de altura. Lo anterior indica que la especie tiene un estrato de dominancia en la clase de 16 a 19 m.

Se puede suponer que una vez abierto el dosel los individuos de la regeneración natural presentan incrementos importantes de altura hasta encontrar una posición dominante en el estrato medio inferior del bosque. Una vez alcanzada esta posición la especie continúa creciendo principalmente con incrementos diamétricos.

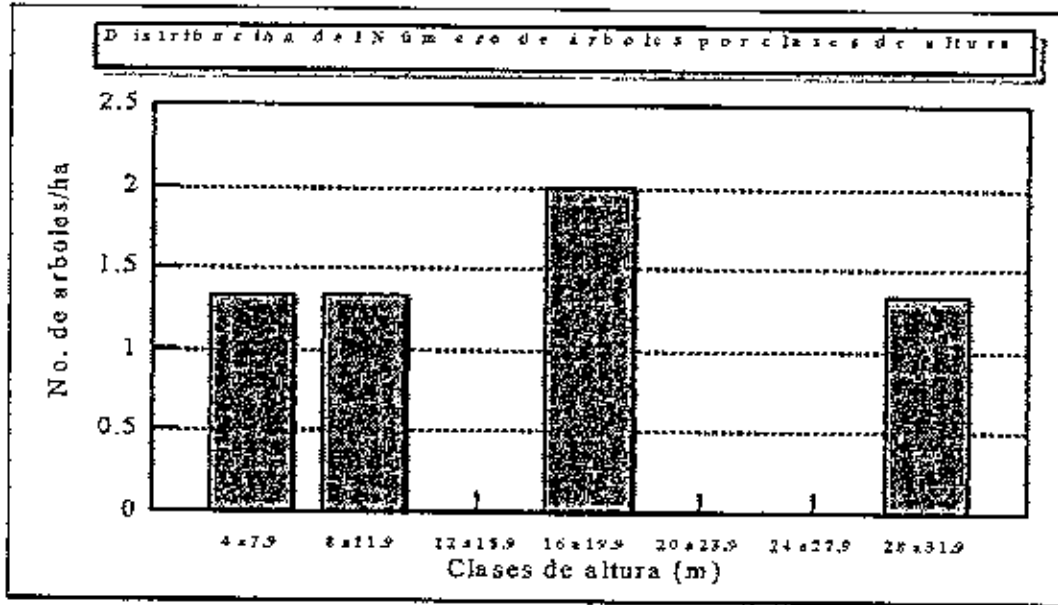


Figura 18. Distribución del número de árboles por clases de altura para el *Ilex chiapensis* Lundell.

La distribución del área basal por clases de altura (Figura 19) muestra que el incremento en diámetro no es muy fuerte hasta aproximadamente los 24 m de altura pero luego el incremento diamétrico es muy importante.

Lo dicho anteriormente hace suponer que la especie presente un temperamento tolerante tardío descrito por Oldeman (1991) pues la especie tiene una posición de dominancia justo bajo del dosel pero necesita de la apertura del dosel para alcanzar dicha posición.

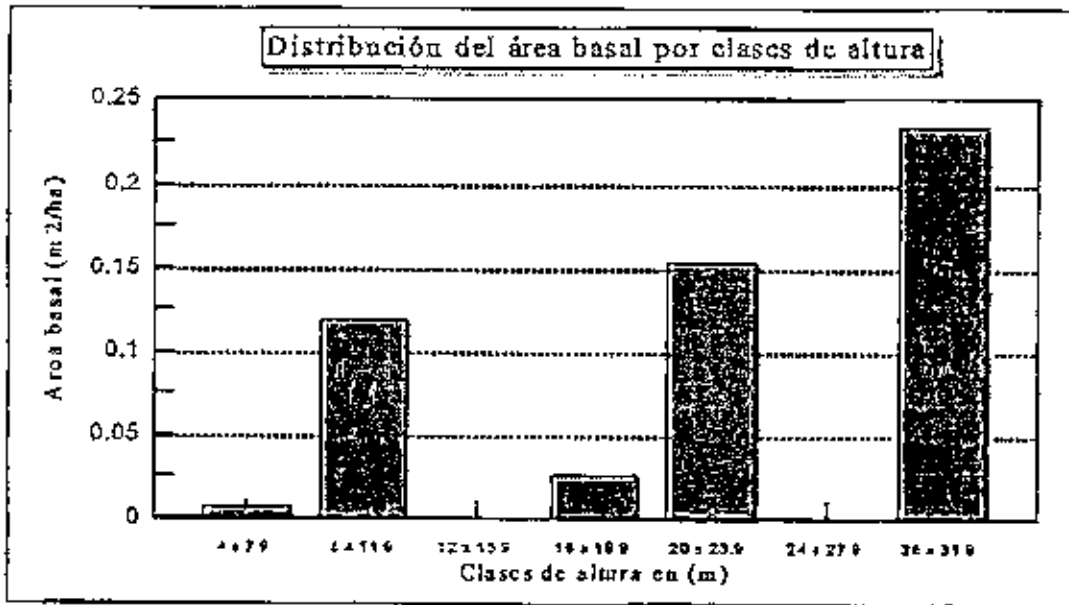


Figura 19. Distribución del área basal por clases de altura par el *Ilex chiapensis* Lundell

En resumen la especie *Ilex chiapensis* es una especie de luz que puede tolerar la sombra luego de alcanzar su posición de dominancia. El crecimiento se desarrolla de la siguiente manera: la regeneración natural esta presente pero en espera de la apertura del dosel, luego de la apertura esta presenta un importante incremento en altura hasta alcanzar su posición de dominancia, alcanzada ésta posición la especie es capaz de tolerar la sombra del dosel presentando incrementos importantes en diámetro pero una disminución paulatina de el crecimiento en altura.

V. CONCLUSIONES

Las familias más ampliamente representadas en orden de importancia son: Lauraceae, Fagaceae, Myrcinaceae y Rubiaceae.

El muestreo contabilizó un total de 42 especies.

Para sucesivos muestreos se recomienda un área mínima de 1,3 ha, que es el punto donde la curva especies-área se estabiliza.

El bosque es relativamente homogéneo, pues el cociente de mezcla indica la aparición de una nueva especie cada once individuos en un área de 1,5 ha.

El Índice de Valor de Importancia (IVI) se concentra en pocas especies de gran peso ecológico, pues el IVI correspondiente a las once especies de mayor peso ecológico suman poco menos del 220% del total. Cinco de ellas muy importantes en el estrato superior: *Quercus aata*, *Persea americana var. mubigena*, *Quercus brenesii*, *Dendropanax gonatopodus* y *Podocarpus oleifolius*.

La abundancia está concentrada en dos especies de helechos arborescentes: *Alsophila salvinit* y *Tryoniana* con más del 30%.

La dominancia está concentrada especialmente en el género *Quercus*, pues sumadas sus dominancias relativas, tenemos más del 50%. Las especies más dominantes son: *Quercus aata*, *Persea americana var. mubigena* y *Quercus brenesii*.

Todas las especies presentan frecuencias relativamente bajas, menores al 7%. Las tres especies más frecuentes fueron: *Dendropanax gonatopodus*, *Synarúcia venosa* y *Quercus aata*.

En general las especies del género *Quercus* presentan abundancias relativamente bajas, dominancias altas y frecuencias relativamente bajas, también presentan este comportamiento las especies: *Persea americana var. mubigena* e *Ilex chlupensis*. Este comportamiento es presentado por las especies que necesitan claros para poder regenerarse.

Las especies *Dendropanax gonatopodus* y *Podocarpus oleifolius* presentan abundancias media alta, dominancia media alta y frecuencia alta, este comportamiento es presentado por las especies tolerantes a la sombra o esciófitas.

El número de individuos por hectárea es bajo con respecto al promedio de los bosques de altura, el área basal por hectárea se encuentra dentro del promedio de los bosques de altura.

La distribución del número de árboles por clases diamétricas muestra una curva J invertida extendida, lo que indica que el bosque tiene dominio de especies oportunistas de claros. También indica que es aparentemente maduro presentando inflexiones causadas por las condiciones de la interacción del ecosistema con el medio ambiente.

La distribución del área basal por clases diamétricas indica que el bosque no muestra signos de sobremadurez.

La distribución semilogarítmica del número de árboles por clases de altura muestra claramente la existencia de cuatro estratos: inferior, medio inferior, medio superior o dosel y emergente.

El parámetro posición de copa muestra un gran número de individuos (>36%), recibe luz difusa o filtrada y una pequeña parte (5%) recibe luz en su totalidad, el resto (>58%) recibe algo de luz.

El parámetro forma de copa muestra la influencia de los vientos y pendientes pues casi el 50% posee copas que van de tolerantes a buenas.

La especie *Ilex chapensis* es el 12 avo. en importancia ecológica en el seno de la comunidad, con una abundancia baja (casi 2%), dominancia media baja (1.7 %) y frecuencia moderada de 4.3%.

Todo indica a pensar que la especie *Ilex chapensis* es una especie heliófita oportunista de claros, pues su regeneración esta presente, pero en espera de la apertura del dosel. Luego de la apertura presenta un importante incremento en altura hasta alcanzar su posición de dominancia en el estrato medio inferior, lo que indica que la especie puede tolerar la sombra del dosel en forma tardía. Alcanzada esta posición de dominancia la especie presenta importantes incrementos en diámetro, con una reducción paulatina del incremento en la altura.

VL RECOMENDACIONES

Establecer en el bosque latifoliado de Uyuca una parcela de muestreo permanente, con el fin de complementar la información florístico estructural obtenida y casi obtener modelos de crecimiento y rendimiento

Realizar estudios florístico estructurales en bosques con características similares, con el fin de efectuar comparaciones.

Hacer un estudio del género *Ilex* con el fin de desentrañar el problema existente en el uso de el nombre *Ilex chiapensis* o hacer uso del nombre *Ilex quercetorum*.

VII. LITERATURA CITADA

AGUDELO, N. 1988. Plan de manejo para el bosque del Uyuca de la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras, primeros cinco años. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 327 p.

AGUDELO, N. 1995. Cursos de ecología y silvicultura tropical. El Zamorano, Hond. Programa de Agronomía de la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano.

AUBREVILLE, A. 1996. Principes d'une systématique des formations végétales tropicales. *Adansonia* 5(2):153-196.

Citado por: CARDENAS VALENCIA, L. 1986. Estudio ecológico y diagnóstico silvicultural de un bosque en terraza media en la llanura aluvial del río Nanay, amazonia peruana. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., Universidad de Costa Rica. p. 3-4.

BAWA, K.S.; KRUGMAN, S.L. 1991. Reproductive biology and genetics of tropical trees in relation to conservation and management. *Rain forest regeneration and management*. Ed. By A. Gomez-Pompa, T.C. Whitmore and M. Hadley. Paris, Francia, The parthenon publishing grup. p. 119-134.

BAUR, G. 1961. The ecological basis of rainforest management. New South Wales. p 212.

BAZAZAZ, F.A. 1991. Regeneration of tropical forests. *Rain forest regeneration and management*. Ed. By A. Gomez-Pompa, T.C. Whitmore and M. Hadley. Paris, Francia, The parthenon publishing grup. p. 91-114.

BRAUN-BLANQUET, T. 1979. Fotosociología: Bases para el estudio de las comunidades vegetales. Traducido por J. Jo Lalucat, Ediciones H. Blume. Madrid, España. 820 p.

Citado por: CARDENAS VALENCIA, L. 1986. Estudio ecológico y diagnóstico silvicultural de un bosque en terraza media en la llanura aluvial del río Nanay, amazonia peruana. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., Universidad de Costa Rica. p. 5-7.

BUDOWSKY, G. 1965. Distribution of tropical American rain forest species in the light of successional processes. *Turrialba, Costa Rica*. 15(1): p. 40-42

Citado por: SALCEDO CALERO, G. 1986. Estudio ecológico y estructural del bosque "Los Espavelcs". Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., Universidad de Costa Rica. p. 3-14.

BENITEZ, R.; MONTESINOS, J.L. 1988. Catálogo de cien especies forestales de Honduras. Distribución propiedades y usos. Siguatepeque, Honduras, Escuela Nacional de Ciencias Forestales. Siguatepeque, Honduras. p. 91-92.

CARDENAS, L. 1986. Estudio ecológico y diagnóstico silvicultural de un bosque de terraza media en la llanura aluvial del río Nanay, amazonía peruana. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 133 p.

CONTRERAS, A. 1988. Plan de acción forestal para la región de América Latina y el Caribe. *Unasylva* (Italia). 40(159):6-18.

FONTAINE, R.G. 1986. La ordenación de los bosques tropicales húmedos. *Unasylva* (Italia). 38(154):16-22.

GOMEZ-POMPA, A.; VASQUES-YANES, C. 1976. Regeneración de selvas. Mexico D.F., Mex., Compañía Editorial Continental. p. 676.

GOMEZ-POMPA, A.; BURLEY, F.W. 1991. The management of natural tropical forests. Rain forest regeneration and management. Ed. By A. Gomez-Pompa, T.C. Whitmore and M. Hadley. Paris, Francia, The parthenon publishing grup. p. 3-17.

JANSEN, D.H.;VAZQUEZ-YANES, C. 1991. Aspects of tropical seed ecology of relevance to management of tropical forested wildlands. Rain forest regeneration and management. Ed. By A. Gomez-Pompa, T.C. Whitmore and M. Hadley. Paris, Francia, The parthenon publishing grup. p. 137-154.

HOLDRIDGE, L. 1987. Ecología basada en zonas de vida. San José, C.R., Servicio editorial IICA, p. 215.

HOLDRIDGE, L.R. et al. 1977. Forest environments in tropical life zones: a pilot study. Oxford, Pergamon. p. 334-456.

HOLDRIDGE. 1982. Ecología basada en zonas de vida. Traducido de la primera ed. inglesa por Humberto Jiménez Saa. San José, Costa Rica, IICA. 216 p.

JANZ, K. 1993. Evaluación general de los recursos forestales de 1990: panorama general. *Unasylva* (Italia). 44(174):3-10

LIEBERMAN, M. et al. 1985 Small-scale altitudinal variation in lowland wet tropical forest vegetation. *Journal of Ecology* 73:1-2.

MAINI, J.S. 1992. Desarrollo sostenible de los bosques. *Unasylva* (Italia). 43(169):3-8.

MATTEUCCI, S.D. y COLMA, A. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Venezuela, Universidad Nacional Experimental "Francisco Miranda". p.168.

- OLDEMAN, R.A.A.;VAN DIJK,J. 1991. Diagnosis of the temperament of the tropical rain forest trees. Rain forest regeneration and management. Ed. By A. Gomez-Pompa, T.C. Whitmore and M. Hadley. Paris, Francia, The parthenon publishing grup. p. 21-62.
- OROZCO, L. 1991. Estudio ecológico estructural de seis comunidades boscosas de la parte noreste de la cordillero de Talamanca, Costa Rica. Tesis de Ingeniería en Ciencia Forestales, Heredia, C.R., Programa de la Universidad de Ciencias Ambientales. p. 164.
- PEÑAHERRERA, C. 1995. Inventario sistemático de orquídeas epífitas del bosque nublado del cerro Uyuca. Tesis de Ingeniería Agronómica. El Zamorano, Hond., Programa Ingeniería Agronómica de la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano. p. 87.
- QUEVEDO, L. 1986. Evaluación del efecto de la tala selectiva sobre la renovación de un bosque húmedo subtropical en Santa Cruz, Bolivia. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., Programa de Maestría del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 164 p.
- SALCEDO, G. 1986. Estudio ecológico estructural del bosque "Los Espaveles" Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 164 p.
- SETH, S.K. 1955. Applied ecology in forestry. *Indian Forester* 81(8): 456-464
Citado por: VINCENT, L.W. 1970. Estudio sobre la tipificación del bosque con fines de manejo en la unidad 1 de la reserva forestal de Caparo. Tesis Mag. Sc. Venezuela, Universidad de Los Andes. p. 255
- SCHMIDT, R.C. 1991. Tropical rain forest MANAGEMENT: A STATUS REPORT. Rain forest regeneration and management. Ed. By A. Gomez-Pompa, T.C. Whitmore and M. Hadley. Paris, Francia, The parthenon publishing grup. p. 181-203.
- SINGH, K.D. 1993. La evaluación de los recursos forestales tropicales 1990. *Unasyuva* (Italia). 44(174):10-20.
- STANDLEY, P; STEYERMARK, J. 1949. Flora de Guatemala. Chicago, Estados Unidos.
- STADTMULLER, T. 1987. Los bosques nublados en el trópico húmedo. Turrialba, C. R. 85 p.
- TOSI, J.A. 1976. Bases ecológicas para la clasificación y levantamiento del mapa de tipos de bosques en Colombia. Bogotá, Proyecto de Investigación y Desarrollo Industrial Forestal, Colombia. p. 30.
- VINCENT, L.W. 1970. Estudio sobre la tipificación del bosque con fines de manejo en la unidad 1 de la reserva forestal de Caparo. Tesis Mag. Sc. Venezuela, Universidad de Los Andes. p. 255
Citado por: SALCEDO CALERO, G. 1986. Estudio ecológico y estructural del bosque "Los Espaveles". Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., Universidad de Costa Rica. p. 3-14.

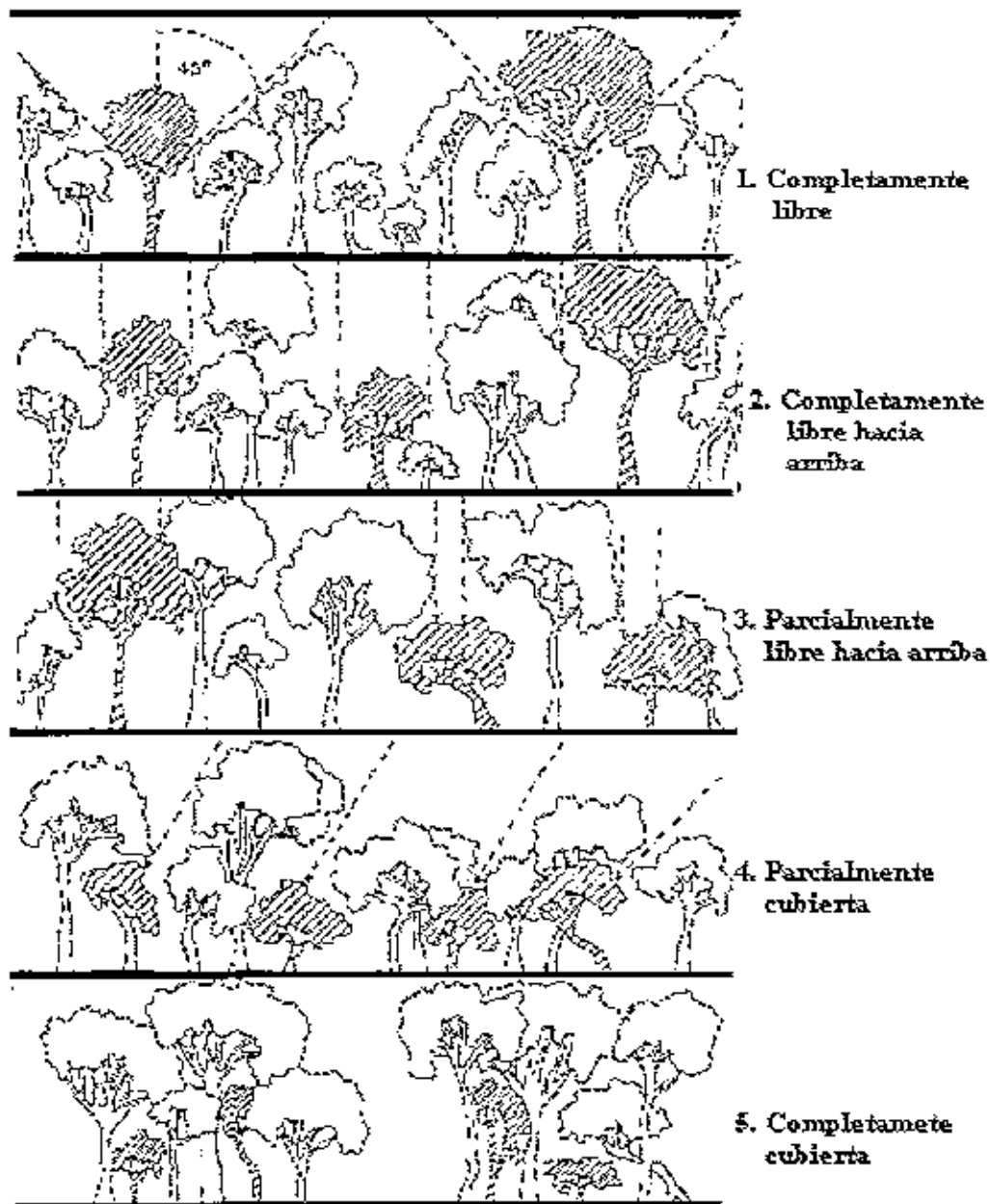
WHITMORE, T.C. 1991. Tropical rain forest dynamics and its implications for management. Rain forest regeneration and management. Ed. By A. Gomez-Pompa, T.C. Whitmore and M. Hadley. Paris, Francia, The parthenon publishing grup. p. 67-86.

UNESCO; PNUMA; FAO. 1980 Ecosistemas de los bosques tropicales: informe sobre el estado de conocimientos. Madrid, España, Alhambra Industria Gráfica . p. 771

YOUNG, R. 1991. Introducción a las ciencias forestales. Mexico D.F, Mex., Editorial limusa. p. 632.

Anexo I. Posición de copa

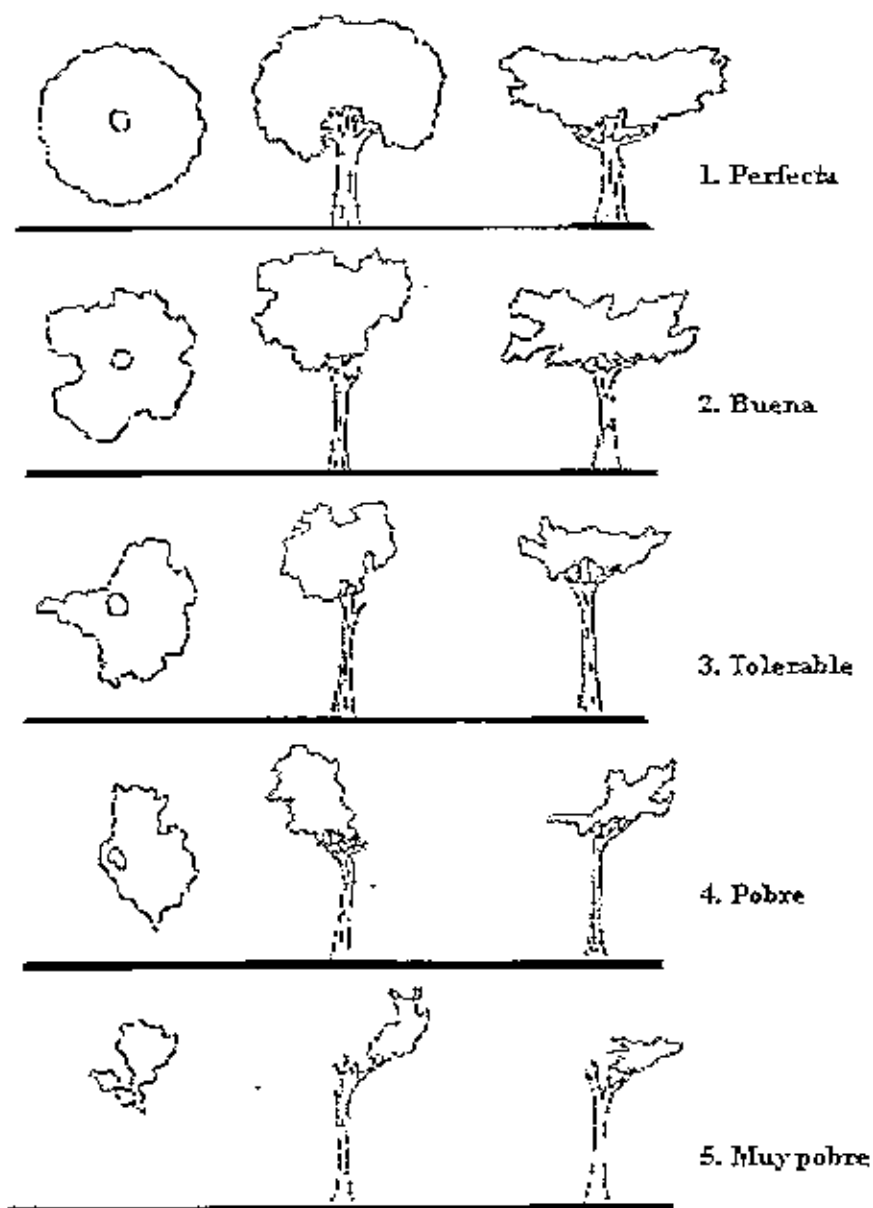
Tomado de Agudelo (1988), adaptado de: Uganda Silvicultural Research Plan (1963)



1. Libre, recibe luz directa vertical y horizontal. por ejemplo un emergente o un árbol pequeño en un claro.
2. Libre hacia arriba, recibe luz directa solamente en forma vertical, por ejemplo un árbol del dosel o un árbol mediano en un claro mediano.
3. Parcialmente libre hacia arriba. recibe poca luz directa vertical, por ejemplo un árbol del estrato arboreo inferior cerca de un claro.
4. Parcialmente cubierta, recibe solamente luz directa lateral, por ejemplo un árbol del estrato arboreo inferior cerca de un claro.
5. Completamente cubierta, no recibe luz directa, por ejemplo un árbol del estrato arboreo inferior.

Anexo 2. Forma de copa

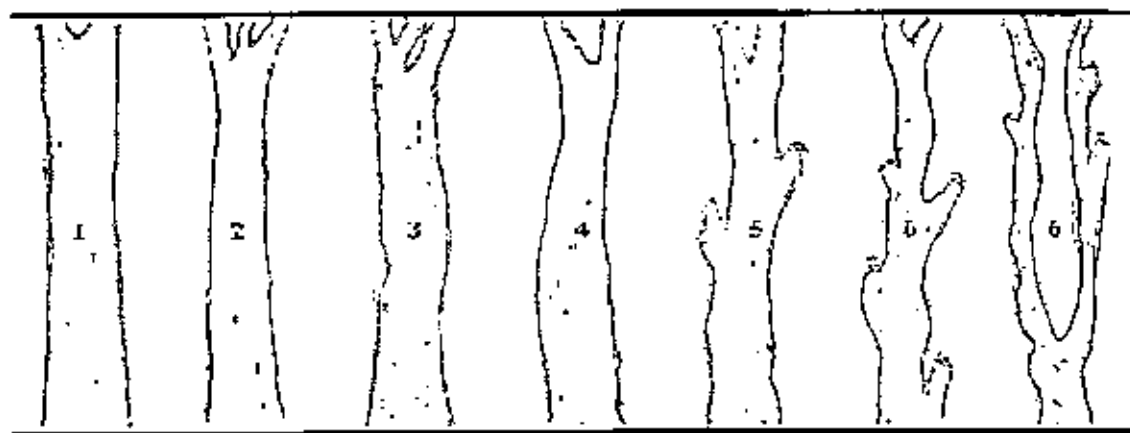
Tomado de Agudelo (1988), adaptado de: Uganda Silvicultural Research Plan (1963)



1. Perfecta, círculo completo (copa densa, simétrica, desarrollada sin perturbaciones).
2. Buena, círculo irregular (más o menos simétrica, algunas ramas muertas, desarrollada en concurrencia con otros árboles).
3. Tolerable, Media copa (asimétrica, tenue; pero se puede corregir si recibe más luz).
4. Pobre, Menos de media copa (muy asimétrica, pocas ramas vitales; pero puede sobrevivir).
5. Muy pobre, una o pocas ramas (degenerado, con daños irreversibles; árbol a morir).

Anexo 3. Calidad de fuste

Tomado de Agudelo (1988), adaptado de Synnot (1979).



1. Completamente recto y circular, en las secciones; cilíndrico; sin defectos. La madera madura sirve para chapas torneadas; si está inmadura da diámetros pequeños para mástiles y postes.

2. Bien recto y cilíndrico, bastante circular en secciones; sin defectos. Parcialmente utilizable para chapas torneadas, mástiles y postes.

3. Recto, en la mayor parte de la longitud. Ligéramente cónico y parcialmente circular; sin defectos. Buena madera aserrada.

4. Regular, más o menos recto en algunos metros, más o menos circular; sin defectos importantes. Parcialmente utilizable para madera aserrada.

5. Poco regular, da crecimiento ligéramente espiral, algo torcido, bifurcado; sin defectos importantes. Posiblemente utilizable para madera de construcción.

6. De crecimiento parcial, torcido, muy bifurcado, crecimiento achaparrado. No utilizable para madera de uso comercial.

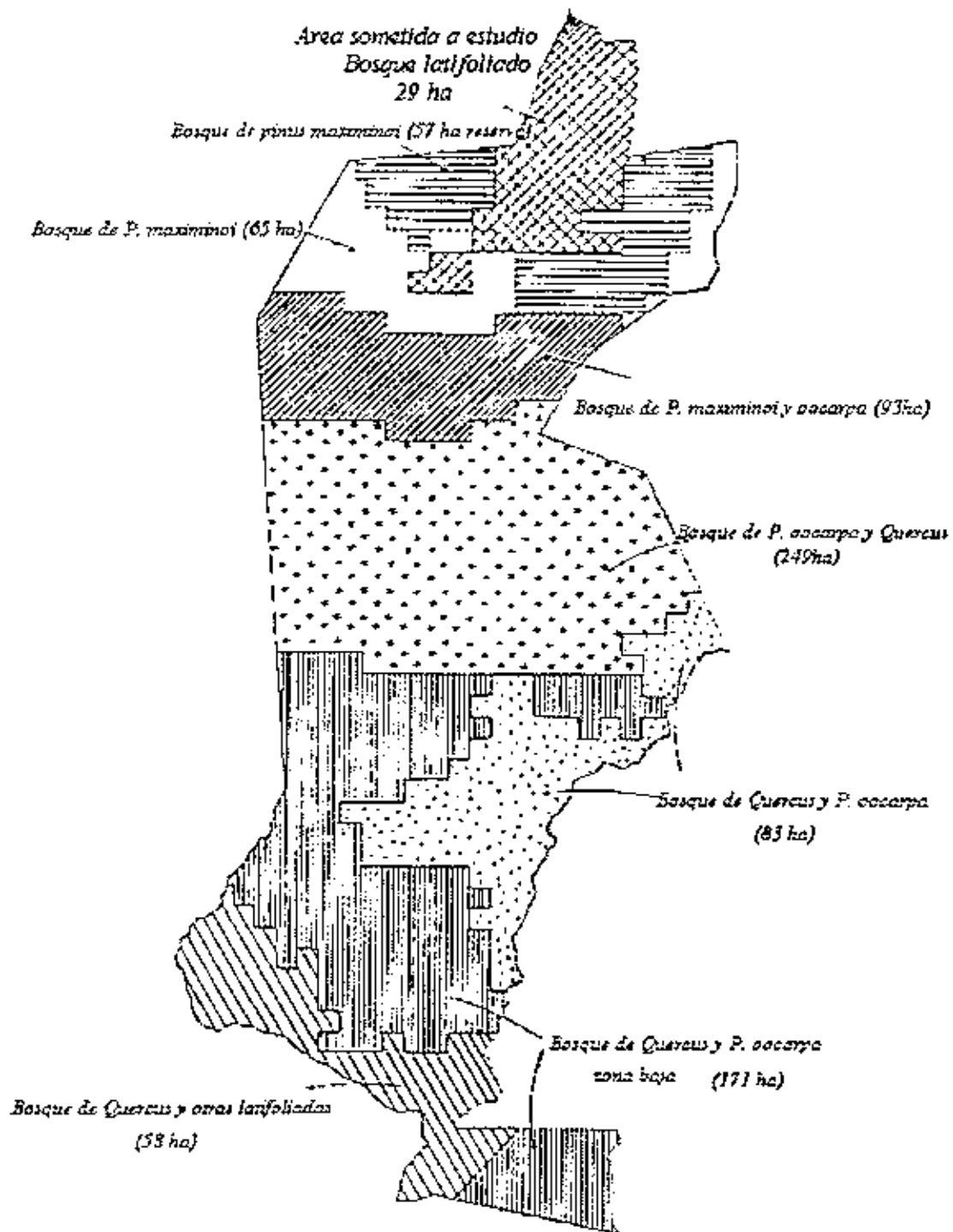
7. Sin clasificación, (DAP<10cm).

No se tomó datos de calidad de fuste pues el ecosistema es una reserva biológica que no se va a someter a maderero.

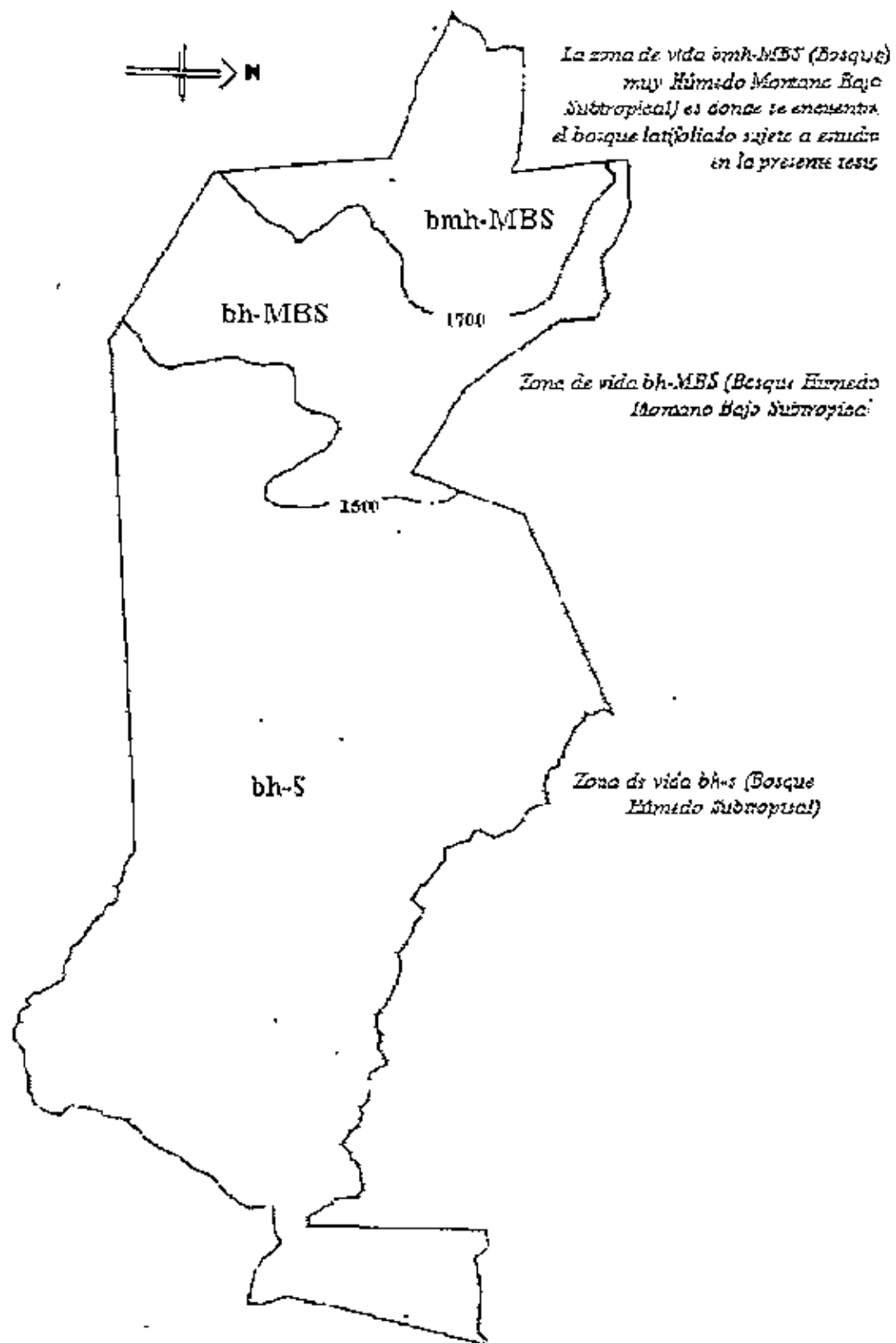
Anexo 4. Ubicación de el bosque Uyuca y la E.A.P. en el mapa de Honduras



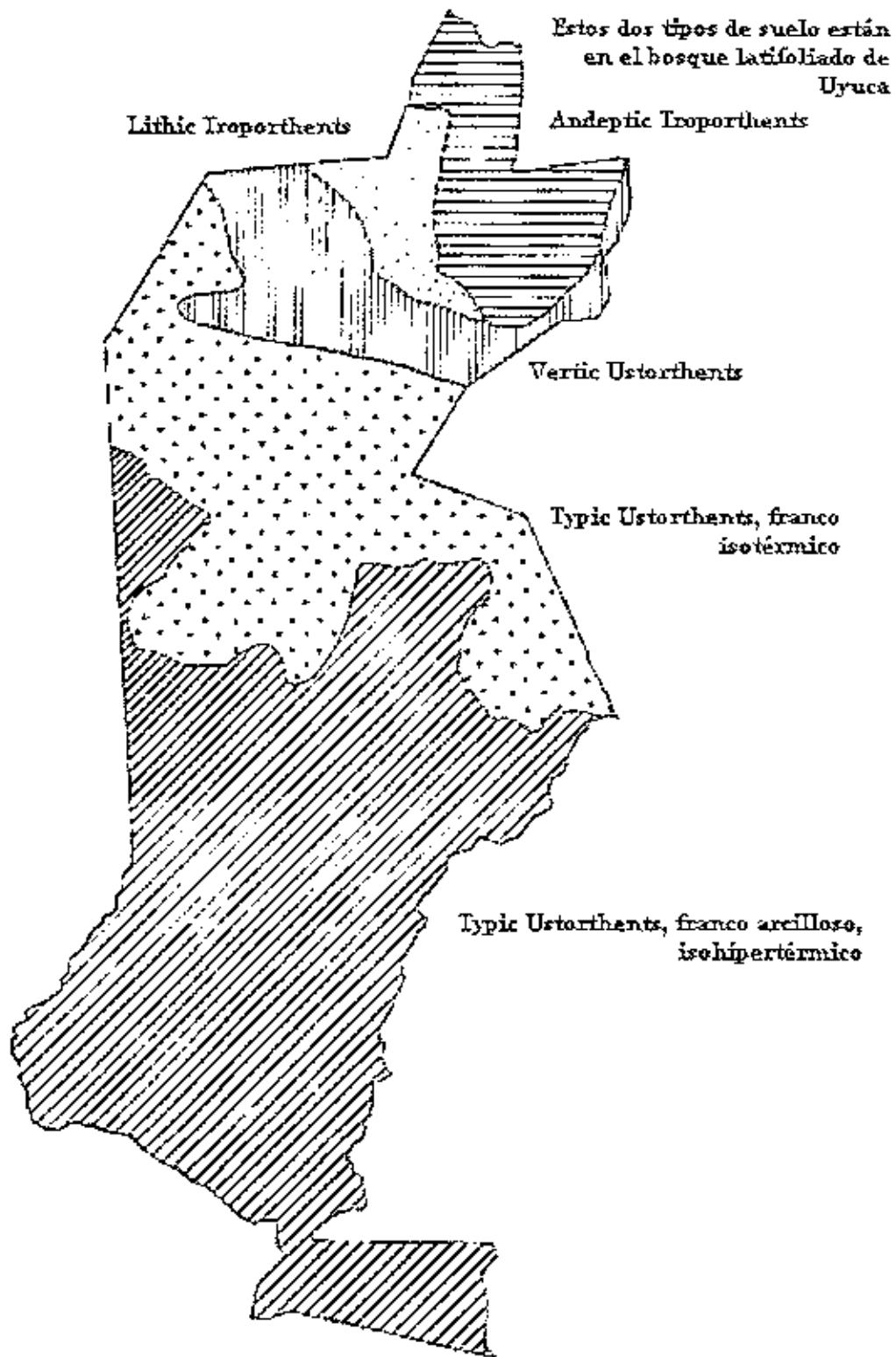
Anexo 5. Clases de manejo del bosque Uyuca
Tomado de Agudelo (1988).



Anexo 6. Mapa ecológico del bosque Uyuca (Tomado de Agudelo (1988)).



Anexo 7. Mapa de suelos del bosque Uyuca. (tomado de Agudelo 1988)



Anexo 8. Mapa de pendientes del bosque Uyuca
Tomado de Agudelo (1988).

