

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS



EVALUACION DEL SISTEMA DE CLASIFICACION DE TIPOS DE BOSQUE  
DEL INVENTARIO FORESTAL NACIONAL 2002-2003

KAREN DENISSE AGUILAR PONCE

GUATEMALA, ABRIL DEL 2005



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

EVALUACION DEL SISTEMA DE CLASIFICACION DE TIPOS DE BOSQUE  
DEL INVENTARIO FORESTAL NACIONAL 2002-2003

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE  
AGRONOMIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



KAREN DENISSE AGUILAR PONCE

En el acto de investidura como  
INGENIERA AGRÓNOMA  
EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES  
EN EL GRADO ACADEMICO DE LICENCIADA

Guatemala, abril del 2005

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Dr. LUIS ALFONSO LEAL MONTERROSO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Dr. ARIEL ABDERRAMAN ORTIZ LOPEZ
SECRETARIO	Ing. Agr. PEDRO PELAEZ REYES
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr. ALFREDO ITZEP MANUEL
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. MANUEL DE JESUS MARTINEZ OVALLE
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. ERBERTO RAUL ALFARO ORTIZ
VOCAL CUARTO	MEP JUVENCIO CHOM CANIL
VOCAL QUINTO	MEP BAYRN GEOVANY GONZALES CHAVAJAY

Guatemala, marzo del 2005

Honorable Junta Directiva  
Honorable Tribunal Examinador  
Facultad de Agronomía  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señores representantes:

De conformidad con las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a su consideración el trabajo de tesis titulado:

EVALUACION DEL SISTEMA DE CLASIFICACION DE TIPOS DE BOSQUE  
DEL INVENTARIO FORESTAL NACIONAL 2002-2003

Presentado como requisito para optar al título de Ingeniera agrónoma en recursos Naturales Renovables, en el grado académico de Licenciada.

Esperando merezca su aprobación, me suscribo de ustedes,

Atentamente,

Karen Denisse Aguilar Ponce

## AGRADECIMIENTO

Agradezco la valiosa ayuda aportada por instituciones y personas a lo largo de la investigación, especialmente a:

- El Plan de Acción Forestal para Guatemala (PAFG)
- La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación(FAO)
- El Instituto Nacional de Bosques (INAB)
- La Universidad de San Carlos de Guatemala
- Mi asesor interno Ing. Josué Morales Dardos
- Mi asesora por parte de FAO Lic. Carla Ramírez Zea
- Equipo técnico de Inventario Forestal Nacional, en especial al Ing. Rodrigo Rodas.
- Ingeniero Mario Alberto Méndez por la gestión para la elaboración de esta tesis
- Los Ingenieros Juan José Castillo M., Vicente Martínez , Cesar Linneo García y Gerardo Paiz, por el apoyo en las consultas efectuadas

## INDICE DE CONTENIDOS

No.	Titulo	Página
	Indice de cuadros.....	viii
	Indice de figuras.....	x
	LISTADO DE ABREVIATURAS EN OREDEN ALFABETICO.....	xi
	RESUMEN.....	xii
1.	INTRODUCCION.....	1
2.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
3.	MARCO TEORICO.....	5
3.1	MARCO CONCEPTUAL.....	5
3.1.1	Definiciones.....	5
3.1.2	Criterios para la clasificación de bosques.....	6
3.2	MARCO REFERENCIAL.....	19
3.2.1	Debate sobre la clasificación de bosques.....	19
3.2.2	Inventario Forestal Nacional 2002-2003.....	21
3.2.3	Sistemas de clasificación de bosques.....	26
4.	OBJETIVOS.....	32
4.1	Objetivo general.....	32
4.2	Objetivo específico .....	32
5.	METODOLOGIA.....	33
5.1	REVISION Y ANALISIS DE LOS INFORMES DE CAMPO.....	33
5.2	GIRAS DE CAMPO A DISTINTAS UNIDADES DE MUESTREO.....	33
5.3	IDENTIFICACION Y EVALUACION DE CRITERIOS DE ANALISIS.....	33
5.4	TALLER DE CONSULTA A EXPERTOS.....	33
5.5	ELABORACION DE PROTOCOLOS DE ANALISIS Y VALIDACION DE LOS MISMOS CON LA BASE DE DATOS DE IFN.....	34
5.6	DETERMINACION DE CARACTERISTICAS Y ELABORACION DE PROPUESTA DE CLASIFICACION.....	35
6.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	37

6.1	PROTOCOLO DE ANALISIS PARA DISTINGUIR ENTRE BOSQUE Y PLANTACION.....	37
6.2	PROTOCOLO DE ANALISIS PARA EL NIVEL 2 DEL IFN.....	37
6.3	PROTOCOLO DE ANALISIS PARA EL NIVEL 3 DEL IFN.....	38
6.3.1	Estructura horizontal.....	40
6.3.2	Estructura vertical.....	41
6.3.3	Grado de intervención humana.....	42
6.4	APLICACIÓN DEL PROTOCOLO DE ANALISIS PARA LA CLASIFICACION REFERENTE AL NIVEL 2 DEL IFN.....	43
6.5	APLICACIÓN DEL PROTOCOLO DE ANALISIS PARA LA CLASIFICACION REFERENTE AL NIVEL 3 DEL I IFN.....	45
6.5.1	Estructura horizontal.....	45
6.5.2	Estructura vertical.....	51
6.5.3	Grado de intervención humana.....	53
6.6	CARACTERIZACION GENERAL DE LOS BOSQUES.....	56
6.6.1	Bosques coníferos.....	56
6.6.2	Bosques latifoliados.....	56
6.6.3	Bosques mixtos.....	57
6.7	PROPUESTA DE CLASIFICACION.....	58
7.	CONCLUSIONES.....	63
8.	RECOMENDACIONES.....	64
9.	BIBLIOGRAFIA.....	65
10.	APENDICE.....	67

## INDICE DE CUADROS

No.	Titulo	Pagina
1.	Diferencias entre el bosque primario degradado y el bosque secundario.....	18
2.	Comparación entre las principales normas que definen el bosque según ERF y FCCC.....	20
3.	Niveles de medición de la unidad de muestreo, según el tipo de información que se recopilará en el levantamiento del Inventario Forestal Nacional. (Ramírez y Rodas, 2003).....	25
4.	Clasificación de tipos de bosque y uso de la tierra para el IFN .....	29
5.	Criterios para la clasificación de los tipos de bosque del IFN 2002-2003	30
6.	Protocolo para la diferenciación entre bosques y plantaciones.....	37
7.	Protocolo de análisis para definir el bosque según el criterio de composición por grupos de especies.....	38
8.	Protocolo de análisis para el nivel 3 del IFN.....	39
9.	Clases diamétricas usadas en el análisis de datos.....	41
10.	Alturas de los pisos de dosel propuestos por NPV y utilizados en este estudio.....	42
11.	Resultado del análisis comparativo entre la clasificación por estimación ocular y la variable área basal.....	44
12.	Densidad de árboles por hectárea según categorías del nivel 3 en la muestra del IFN.....	47
13.	Cuadro resumen de número de clases diamétricas y clase diamétrica más frecuente en la muestra, por cada categoría del nivel 3 del IFN.....	51
14.	Pisos del dosel presentes y piso del dosel más frecuente en la muestra, según categorías de bosque del nivel 3 del IFN.....	52
15.	Tocones por hectara según tipo de bosque .....	53
16.	Características generales para los bosques coníferos muestreados por el IFN.....	56
17.	Características generales para los bosques latifoliados muestreados por el IFN.....	56

18.	Características generales para los bosques mixtos muestreados por el IFN.....	67
19.	Frecuencia de clases diamétricas en la muestra de bosque latifoliado del IFN según cada categoría de bosque del nivel 3.....	68
20.	Frecuencia de clases diamétricas en la muestra de bosque conífero del IFN según cada categoría de bosque del nivel 3.....	68
21.	Frecuencia de clases diamétricas en la muestra de bosque mixto del IFN según cada categoría de bosque del nivel 3 .....	69

## INDICE DE FIGURAS

No.	Titulo	Pagina
1.	Principales elementos comparativos de los bosques no perturbados por el hombre.....	17
2.	Estratificación e intensidad de muestreo para el Programa de Evaluación de Recursos Forestales de Guatemala. La estratificación se basa en el Mapa de Divisiones Naturales del País. Estrato 1: Zona Norte, Estrato 2: Zona Central y Estrato 3: Zona Sur.....	24
3.	Diseño de parcelas para el Inventario Forestal Nacional.....	26
4.	Clasificación de uso de la tierra, ERF.....	27
5.	Flujograma general de metodología.....	36
6.	Grafica de riqueza arbórea para la muestra de bosque latifoliado en el estrato 2 del IFN.....	45
7.	Grafica de riqueza arbórea para la muestra de bosque latifoliado en el estrato 3 del IFN.....	46
8.	Frecuencia de clases diamétricas para las categorías de bosque latifoliado.....	48
9.	Frecuencia de clases diamétricas para las categorías de bosque conífero	49
10.	Frecuencia de clases diamétricas para las categorías de bosque mixto	50
11.	Tocones por hectárea de la muestra para las categorías de bosque del nivel 3 del IFN en bosques coníferos.....	53
12.	Tocones por hectárea de la muestra para las categorías de bosque del nivel 3 del IFN en bosques latifoliados.....	54
13.	Tocones por hectárea de la muestra para las categorías de bosque del nivel 3 del IFN en bosques mixtos.....	54

## LISTADO DE ABREVIATURAS EN ORDEN ALFABETICO

CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CBD	Convention on Biological Diversity
CIFOR	Centre for International Forestry Research
CONAP	Consejo Nacional de Areas Protegidas
ERF	Programa de Evaluacion de Recursos Forestales de FAO
FAO	Food and Agriculture Organizations of the United Nations
FCCC	Framework Convention for Climate Change
IFN	Inventario Forestal Nacional
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
IUFRO	International Union of Forestry Research Organization
MAGA	Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación
PAFG	Plan de Acción Forestal para Guatemala
PENF	Programa de Evaluación Nacional Forestal
SBSTTA	Subsidiary Body for Scientific, Technical and Technological
Advice	
UNEP	United Nations Environment Programme
UVG	Universidad del Valle de Guatemala

EVALUACION DEL SISTEMA DE CLASIFICACION DE TIPOS DE BOSQUE  
DEL INVENTARIO FORESTAL NACIONAL 2002-2003

EVALUATION OF THE FOREST TYPES CLASIFICATION SYSTEM USED BY  
THE NATIONAL FOREST INVENTORY 2002-2003

RESUMEN

En el periodo 2002 - 2003 se realizó en Guatemala el primer inventario forestal a nivel nacional, el cual incluía en su metodología un sistema de clasificación de tipos de bosque. El sistema estaba conformado por tres niveles de clasificación: el nivel 1 referente al uso de la tierra como bosque, el nivel 2 referente a la clasificación de bosques según su composición de especies -bosques coníferos, latifoliados y mixtos- y el tercer nivel referente a distinguir entre bosque primario, secundario avanzado, secundario joven, bosque de galería y plantaciones.

La evaluación del Sistema de Clasificación de tipos de bosque del Inventario Forestal Nacional, consiste en la identificación y análisis sistemático de las definiciones, criterios e indicadores utilizados por dicho sistema. Se realizó una investigación exhaustiva sobre los criterios y variables utilizadas por distintas personas e instituciones para clasificar los bosques. El conocimiento de la problemática durante el levantamiento de información, complementó los elementos para iniciar el análisis sistemático. Una evaluación inicial de los criterios, así como propuestas complementarias y de sustitución, fueron presentadas para ser discutidas en un Taller de expertos, del cual resultaron en forma consensuada, los criterios más adecuados, así como las variables e indicadores que responden a dichos criterios. Los criterios, las variables y los indicadores propuestos, fueron organizados a manera de protocolos de análisis. El protocolo de análisis para el nivel uno contenía criterios, variables e indicadores, para el nivel 2 los tres componentes anteriores y los parámetros de evaluación y para el nivel tres contenían los cuatro elementos y en algunos casos herramientas de evaluación.

Los protocolos de análisis fueron aplicados sobre los datos resultantes de la clasificación hecha en el inventario, para ello cada variable fue individualmente

analizada. Finalmente se conoció sobre la aplicabilidad de las variables según las características de la información disponible, la aplicabilidad de los indicadores para responder a las variables y la ocurrencia de comportamientos repetidos, que a través de estudios mas exhaustivos, puedan resultar en el futuro nuevos parámetros para la clasificación de bosques.

El protocolo para diferenciar el uso “bosque” de los usos “no bosque” y “plantación forestal” hace uso de indicadores cualitativos y cuantitativos. El protocolo para la clasificación según composición de especies utiliza parámetros cualitativos y cuantitativos semejantes, que fueron comparados con el estadístico no paramétrico  $J_i^2$  y en el caso del protocolo para conocer el grado de desarrollo del bosque, se utilizan parámetros cuantitativos de análisis de la vegetación, que son utilizados por expertos forestales nacionales e internacionales para el estudio de los bosques. Si los resultados de la evaluación de las variables, coincidían con las afirmaciones de los indicadores y parámetros, se consideraba que las variables y sus indicadores si aplican para responder a los criterios usados.

Los resultados obtenidos a partir de de la evaluación realizada pretenden identificar en el sistema de clasificación del IFN los criterios mas adecuados y encontrar variables para completar y complementar las definiciones previamente dadas, con el fin ultimo de hacer una propuesta de clasificación aplicable en inventarios forestales con características de información similares al Inventario Forestal Nacional.

La propuesta de clasificación de tipos de bosque basada en el análisis realizado anteriormente, reconoce que un sistema de clasificación del bosque debe fundamentarse en los objetivos del inventario o estudio que se este realizando y señala la importancia de usar criterios de actualidad como la intervención humana. El sistema de clasificación propuesto consta de cuatro niveles de clasificación. El primero se refiere a distinguir entre bosque, plantación forestal y no bosque utilizando para ello una diferenciación puramente técnica y ecológica independientemente de las discusiones políticas y económicas en torno al tema. El segundo nivel distingue entre los bosques según su composición de especies, el tercer nivel consiste en el tipo de bosques según la intervención humana y el cuarto nivel consiste en el tipo de bosque según la madurez de la sucesión secundaria.

## 1. INTRODUCCIÓN

“El sector forestal de Guatemala esta actualmente en búsqueda de acciones que promuevan su desarrollo y capacidad competitiva, parte de estas acciones consiste en crear un sistema de información de calidad que pueda servir de base para el diseño planificación y ejecución de políticas, inversiones, comercialización,, leyes, etc.” (Ramírez y Rodas, 2003). El Instituto Nacional de Bosques (INAB), juega un papel importante en el alcance de esta meta, y es por ello que en el año 2002, inicia en conjunto con el Plan de Acción Forestal para Guatemala (*PAFG*) y con otras instituciones la realización del Inventario Forestal Nacional (*IFN*), el cual contó con el apoyo técnico y financiero del Programa de Evaluación de Recursos Forestales (*ERF*) de de la Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación –FAO, por sus siglas en ingles-.

Para llevar a cabo el IFN, ERF plantea una metodología que abarca desde la estimación dasométrica tradicional, hasta aspectos sobre manejo y usos del bosque. Además, se recopiló información para dar inicio a la creación de índices de biodiversidad forestal. La visión es tener un panorama más completo e integral sobre la dinámica de la cobertura forestal en el país y todos los aspectos relacionados a la misma. ERF considera que mejor manera de obtener información amplia y confiable sobre la dinámica del bosque, es mediante observaciones sistemáticas a largo plazo y mediciones periódicas en parcelas permanentes adecuadas.

Una herramienta para la observación y registro de la dinámica de la cobertura forestal, es la clasificación de la misma, es por ello que como parte de la metodología del IFN se incluye una clasificación de tipos de bosque, la cual ha sido adaptada para ser aplicada en el país. Esta clasificación tiene su origen en la clasificación propuesta por ERF 2000. Los términos y definiciones utilizados en ERF 2000 se basaron en un acuerdo de consenso alcanzado entre los participantes de la Consulta de Expertos acerca de la evaluación de los Recursos Forestales Mundiales 2000 en 1996 (Kotka III). Se incluyeron también conceptos propuestos por el Grupo Intergubernamental de Bosques-IPF- y definiciones producto de las reuniones de expertos en la armonización de definiciones relacionadas con el bosque (FAO, 2002).

A pesar de que la clasificación dicha fue adaptada a Guatemala, para ser aplicada durante el desarrollo del inventario, su uso en campo evidencio falta de claridad en ciertas definiciones y también falta de aplicabilidad para las condiciones biofísicas y sociales de los bosques del país. El equipo técnico y la coordinación del IFN, se plantearon entonces, la necesidad de evaluar la clasificación de los bosques que se utilizo para levantar la información del IFN 2002-2003.

La evaluación abarcó la detección en campo de la problemática, la identificación de la problemática en los informes de las unidades de muestreo, la comparación de la clasificación con protocolos nacidos de talleres con expertos.

Como resultado se proponen criterios aplicables, objetivos y de calidad para ser insertados en sistemas de clasificación de bosques que se utilicen en inventarios forestales y en sistemas de información mundiales. Además se integró un sistema de clasificación claro y aplicable en Guatemala.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

"Los datos existentes sobre el total de áreas boscosas y sobre las distintas formaciones forestales en los trópicos, muchas veces difieren significativamente entre sí. En muchos países, estas diferencias se derivan de la falta de estadísticas confiables, de las diferentes definiciones para el bosque en general y las distintas formaciones forestales en particular, así como también de la intrincada mezcla entre superficies boscosas y deforestadas, producto de la agricultura migrante de rozas y quemas" (Lamprecht , 1990).

Hasta el momento los científicos han desarrollado varias clasificaciones de la cobertura vegetal, en base a distintos criterios. El uso de variedad de criterios y variables en la clasificación de bosques, provoca que no exista una clasificación única de la cobertura forestal, esto se ha reflejado en el momento de la aplicación de la clasificación propuesta por ERF. Sumado a lo anterior, la clasificación misma tiene ciertas fallas que se traducen en la falta de aplicabilidad para ciertas condiciones biofísicas y sociales del país, falta de claridad en ciertas definiciones, confusiones origen técnico, etc.

Estas fallas se han evidenciado durante la realización del inventario, por ejemplo algunos de los consultores que levantaron la información del IFN, dicen que la definición del bosque primario es amplia y confusa, ya que no se dan variables precisas para distinguirlos de los bosques secundarios avanzados o distinguir entre los secundarios jóvenes y avanzados. Otro ejemplo lo constituye la decisión entre un bosque de cobertura cerrada o media; o si este tiene determinado porcentaje de latifoliadas o coníferas. En todos los casos el procedimiento y las variables a medir varían de un consultor a otro, puede ser que algunas variables sean subjetivas pero se defienden en cuanto a practicidad o viceversa. La heterogeneidad de criterios y variables a medir ha creado confusión y ha provocado que la clasificación en los distintos puntos de muestreo no se esté haciendo bajo los mismos parámetros.

El Inventario Forestal Nacional 2001-2003-IFN- constituirá la línea base de información para el Programa de Evaluación Nacional Forestal de Guatemala -PENF-. El PENF será la instancia de seguimiento del proceso iniciado con el IFN,

convirtiéndose en un instrumento fundamental en la planificación estratégica para el sector forestal del país. Es por ello que se requiere de un sistema de información articulado que proporcione datos a usuarios nacionales e internacionales y que además sirva de base para el diseño, planificación y ejecución de políticas, inversiones, comercialización, leyes, etc, es necesario para que el sector forestal del país desarrolle sus potencialidades y se involucre en procesos competitivos.

Según ERF se requieren términos comunes en la clasificación de los bosques, a fin de producir estimaciones coherentes y comparables para cada país, pero también reconoce que no existe una sola definición que pueda aplicarse uniformemente en todo el mundo, debido a la variabilidad, por lo tanto las definiciones deben incluir los aspectos ecológicos y las variaciones económicas. "Las definiciones no son estáticas, sino que acompañan el desarrollo general de los procesos internacionales."(FAO, 2002). Con el objetivo de mantener los fundamentos para las definiciones de ERF, FAO auspicia el proceso de mejoramiento del sistema de información forestal.

Puesto que el inventario forestal nacional es la base para la cuantificación y calificación de la cobertura forestal del país, los criterios que se usen deben ser claros. Por ello es importante desarrollar una clasificación de bosques con criterios bien establecidos, para que no brinde información que exceda o menosprecie la realidad. Además clasificar un bosque correctamente permite hacer comparaciones con datos ya establecidos de los tipos de bosque, por ejemplo un bosque primario de coníferas y conocer la calidad de los bosques del país.

Hasta el momento muchas clasificaciones usadas provienen de información y experiencia acumulada por estudios a gran escala realizados por expertos, sin embargo muchos no han sido probados a nivel de campo a menor escala y en áreas más específicas. Este es el caso de la clasificación utilizada por la ERF y el IFN, por lo que se hace necesario evaluarla para que responda a las necesidades del país y las exigencias de los usuarios.

### 3. MARCO TEORICO

#### 3.1 MARCO CONCEPTUAL

##### 3.1.1 Definiciones

A lo largo de la historia del estudio de los recursos forestales ha habido muchas definiciones para establecer lo que es un bosque y por consiguiente un árbol y su diferenciación con un arbusto. Es importante estar claro que las definiciones varían de acuerdo al uso que se le dará a la información, por ejemplo, la definición puede variar si el uso será puramente una caracterización de un sitio, si será para evaluar los recursos forestales o si será para evaluar el sitio en relación a los aspectos los servicios ambientales del bosque. A continuación se presentan los conceptos que se consideraron más relevantes para este estudio, por ser los usados por la institución nacional encargada de los bosques y/o los conceptos que para este trabajo tienen interés.

##### **3.1.1.1 Árbol**

Planta leñosa perenne con fuste y copa definida con crecimiento secundario, que en su estado de madurez alcanza una altura mínima de 5m y un diámetro mínimo de 10cm. Es importante mencionar que aunque el árbol debe tener un solo tronco principal, es posible que algunas condiciones promuevan que se desarrollen árboles con varios tallos. Entre los árboles se incluyen bambúes, palmeras y otras plantas leñosas que cumplen con los criterios señalados (FAO, 2002a).

##### **3.1.1.2 Arbusto**

Plantas boscosa perenne, con una altura que por lo general sobrepasa los 0,5 m pero no alcanza los 5 m a su madurez y sin una copa definida. Los límites en altura deberían interpretarse con flexibilidad, especialmente la altura mínima del árbol y la máxima del arbusto, que pueden variar entre 5 y 7 m, aproximadamente (1998b).

### 3.1.1.3 Bosque

La definición de ERF establece un único umbral para la cobertura de copa 10%, altura 5m y área mínima 0.5 ha. La definición de ERF excluye huertos, agroforestería y bosques urbanos, sin embargo estas no están específicamente excluidas en la definición de bosque del Acuerdo de Marrakech (Protocolo de Kyoto). Un bosque está definido por la presencia de árboles y la ausencia de otros usos predominantes de la tierra (FAO 2002b).

También se consideran áreas que fueron intervenidas por el hombre o por causas naturales y que ahora están bajo reforestación y ya han alcanzado una densidad de copas del 10% o la altura de árbol de 5m están incluidas, como áreas temporalmente no existentes, que se espera que se regeneren. El término incluye bancos semilleros y huertos semilleros que constituyen parte integral del bosque: caminos en bosques, líneas de control de fuego y otras pequeñas áreas abiertas: bosques en parques nacionales, reservas naturales y otras áreas protegidas como las de interés científico, histórico, cultural o espiritual, rompevientos y remanentes de bosque con área mayor de 0.5 ha y ancho de más de 20m; plantaciones usadas principalmente con propósitos silviculturales, incluyendo plantaciones de hule. El término excluye plantaciones sembradas principalmente para producción agrícola, por ejemplo plantaciones frutales y sistemas agroforestales (FAO 2002b).

Sin embargo según Movimiento Mundial por los Bosques Tropicales (2003) un bosque debe reunir las siguientes características: numerosas especies de árboles y arbustos de todas las edades, una cantidad aun mayor de otras especies vegetales, tanto en el suelo como sobre los propios árboles y arbustos (helechos, trepadoras, epifitas, parásitas, etc.), enorme variedad de especies de fauna, que encuentren allí abrigo, alimentos y posibilidades de reproducción. Las características mencionadas anteriormente excluyen entonces a las plantaciones forestales, ya que estas se componen de una o pocas especies de árboles, y muy escasas especies de flora o fauna.

### 3.1.2 Criterios para clasificación de bosques

Según Matteucci y Colma (1982), la clasificación consiste en agrupar las muestras o las especies según sus características. Los individuos son los objetos clasificados; las características son las propiedades que describen a los individuos y que asumen un valor o estado; las clases son los grupos de individuos que tienen propiedades en común y que difieren de los individuos de las otras clases. Las técnicas de clasificación son de dos tipos: aquellas que asignan individuos a clases ya existentes y aquellas que crean las clases a partir de la información. "Dado que hasta la fecha no se han establecido clases universales de la vegetación, las técnicas empleadas son del segundo tipo" (Mateucci y Colma, 1982).

Para tener una clasificación sistemática es necesario tener criterios claros y objetivos. A continuación se describen algunos criterios que han sido utilizados o discutidos para algunos sistemas de clasificación de bosques y que servirán de base para evaluar el sistema del IFN.

#### 3.1.2.1 Fisonómico-estructural

Los criterios fisonómicos estructurales se utilizan para la clasificación de las plantas en base a su morfología o arquitectura y rasgos adaptativos. La fisonomía es la apariencia externa de la vegetación, su aspecto tal como se aprecia visualmente. La estructura es para algunos la disposición en estratos de las plantas y para otros la disposición espacial de las plantas y de ciertas características funcionales tales como periodicidad del follaje, tamaño y forma de la hoja, etc.

"Los enfoques fisonómicos o morfofuncionales han constituido la base de la mayoría de los análisis de la vegetación y han influido en el desarrollo de las distintas escuelas o tendencias" (Mateucci y Colma, 1982).

Según Lamprecht (1990), estos métodos de clasificación fundamentados en las características fisonómicas de la vegetación, originadas por determinadas condiciones medioambientales son más fáciles de manejar y muy prometedoras. Ejemplos de clasificaciones basadas en este criterio son las siguientes:

- A. Cinturones botánicos climáticos de Guatemala: Paul C. Standley y Julian A. Stayermark publicaron en *Plants Plant Science in Latin America* (1945), el *Botanical climate Belts of Guatemala*- Cinturones botánicos y climáticos de Guatemala- el cual divide Guatemala en regiones de acuerdo al clima y la vegetación relacionada al mismo, al observar este mapa es de notar la estrecha relación en cuanto a ubicación de regiones, que guarda con el Mapa de Regiones Fisiográficas del país. Los cinturones climáticos botánicos son 12, Petén, Costas Oceánicas, Lago Izabal, Sabanas Bajas de Izabal y Peten, Bosque Lluvioso de Baja Verapaz, Desierto Interno, Planicies del Pacífico, Bocacosta, Bosque Nuboso en volcanes, Altiplano Central, Grandes Colinas.
- B. Zonas de vida según el sistema Holdridge: La Clasificación de Zonas de Vida de Guatemala por el sistema Holdridge, identifica y delimita cartográficamente las formaciones vegetales que se han desarrollado por factores básicos del clima y los demás factores ecológicos.

El sistema Holdridge define cuantitativamente la relación entre los factores principales del clima y la vegetación, usando básicamente dos factores, biotemperatura media anual y precipitación total anual.

Para sus categorías Holdridge utiliza rangos, el primer orden o rango mayor de Holdridge se refiere a la zona de vida específicamente, para referirse, a la misma Holdridge utiliza una simbología constituida por los siguientes componentes, la primera letra es una minúscula que se refiere a la formación y es seguida por una mayúscula que se refiere al piso altitudinal. La formación o rango menor se define utilizando como variables la biotemperatura, la precipitación y la humedad. La zona de vida se puede dividir según sea cálida, fría o templada.

En Guatemala Cruz J. De la, basado en el sistema Holdridge encontró 14 formaciones vegetales: Monte espinoso subtropical, bosque seco Tropical, bosque seco Subtropical, Bosque húmedo Subtropical (templado), Bosque húmedo Subtropical (cálido), Bosque muy húmedo Subtropical (cálido), bosque muy húmedo Subtropical (frío), Bosque pluvial Subtropical, Bosque muy húmedo Tropical, Bosque húmedo Montano Bajo Subtropical, Bosque muy húmedo

Montano Bajo Subtropical, Bosque pluvial Montano Bajo Subtropical, Bosque húmedo Montano Subtropical, Bosque muy húmedo montano Subtropical (Cruz, 1982).

- C. Mapa de ecosistemas vegetales de Guatemala: Fue publicado recientemente por el INAB, este mapa fue desarrollado con interpretación digital de imágenes Landsat TM de 1998/ 1999, el cual muestra 67 ecosistemas ubicados se dentro de las clases de uso de la tierra utilizadas por ERF.
- D. Biomas de Guatemala (Luis Villar): Un bioma es una subdivisión biológica que refleja el carácter ecológico y fisonómico de la vegetación (FAO, 2003). Los biomas son entonces las comunidades bióticas mas grandes que se reconocen. Para diferenciar entre un bioma y otro se le da énfasis particular a la entidad natural denominada bosque, ya que es un elemento estrechamente vinculante con la descripción biogeográfica en biomas (Villar, 1997).

Villar(1997) propone una los siguientes biomas terrestres, que constituyen la geografía ecológica de Guatemala: Bosque de Montaña (BDM), Selva de Montaña (SDM), Chaparral Espinoso (CHE), Selva Tropical Húmeda (STH), Selva Tropical Lluviosa (STL), Selva subtropical Húmeda (SSH) y Sabana Tropical Húmeda (SAH).

### **3.1.2.2 Origen**

El bosque puede ser clasificado por un criterio de origen de las semillas o de los vástagos, o una combinación de ambos. Los que provienen en su totalidad de semillas son frecuentemente llamados bosques altos o bosques originados de semilla. "Los bosques que se han reproducido vegetativamente por retoños o vástagos son llamados bosques bajos. Ninguno incluye al bosque medio el cual es una mezcla de ambos, bosque bajo y bosque alto" (Baker, 1950).

Otro par de términos relacionado con el origen del bosque es bosque virgen y bosque de crecimiento secundario. Los bosques vírgenes son los bosques aborígenes en los que no ha ocurrido corte alguno. El término trae consigo distintivos aspectos como madurez,

árboles altos y alta densidad. Si sucede algún incendio, el bosque continúa siendo virgen. Baker (1950), utiliza este término para aquellos bosques maduros de los que no se conoce nada sobre su origen.

El término crecimiento secundario generalmente implica bosques más jóvenes, de árboles más pequeños, en estos bosques algunas veces hay evidencia de troncos o tocones aun visibles en el suelo (Lamprecht, 1990).

Según FAO, de acuerdo al criterio origen, los bosques pueden ser clasificados de la siguiente manera:

- a. Bosque natural: Los bosques naturales son bosques compuestos por árboles autóctonos, no plantados por el hombre. En otras palabras, son bosques que excluyen las plantaciones. Los bosques naturales se clasifican además siguiendo los siguientes criterios (FAO, 2003):
  - i. Formación boscosa (o tipo): cerrada / abierta
  - ii. grado de intervención humana
  - iii. Composición de las especies.
  
- b. Plantación: Rodales forestales establecidos mediante la plantación y/o siembra durante el proceso de forestación o reforestación. Pueden estar formados sea de especies introducidas (todos rodales plantados), o de rodales de especies nativas sometidos a manejo intensivo, que cumplen todos los requisitos siguientes: una o dos especies al momento de la plantación, clase etaria pareja y espaciamiento regular (FAO, 2003):

### **3.1.2.3 Densidad**

La clasificación de un determinado tipo de bosque es a menudo una tarea difícil, debido a la presencia de todo tipo de transiciones entre bosque denso y bosque claro (Lamprecht, 1990).

Cuando se habla de densidad del bosque, no existe una forma directa de determinarla, pero dos métodos básicos, el primero es simplemente estimar la cobertura aparente de

las copas y el segundo es considerar que la densidad depende de la combinación del número y tamaño de los árboles en el sitio. Según Schulz citado por Wadsworth (2000), la cantidad de árboles por unidad de terreno que han alcanzado un cierto diámetro a la altura del pecho constituye una medida significativa de la densidad forestal.

Pero ya sea que se tome la densidad de copa o que se use el número de árboles y su tamaño, aun no se han ideado bases finales para definir las distintas densidades, excepto la apariencia del bosque que al ojo perciban los experimentados (Prodan y Peters, 1997).

El método más viejo para medir la densidad, es el método de *densidad de copa*, este es el más subjetivo de todos y consiste en medir el tamaño de las copas y expresar su densidad en sistema decimal (Prodan y Peters, 1997).

FAO (1998 b), llama a la densidad del bosque, formación boscosa, el cual no caracteriza solamente por un porcentaje de cubierta de copa, si no por la distinción entre bosques abiertos y cerrados es de índole más ecológica (refiriéndose a la vegetación clímax de un determinado lugar) que fisonómica. Cuando ocurre una intervención en el bosque la formación boscosa no cambiará a menos que haya algunos cambios permanentes en la flora, fauna, condición del suelo y otros aspectos que mantienen el bosque en una etapa por debajo del clímax. De esta cuenta este criterio puede dividir los bosques en:

- a. Bosque Cerrado o Denso: son las formaciones donde los árboles de distintas alturas y el sotobosque abarcan una gran parte del terreno (> 40 por ciento) y no tienen una capa continua y densa de pasto. Se trata de bosques sea manejados o no, primarios o en estado avanzado de reconstitución, que pueden haber sido cosechados una o varias veces, pero que han conservado sus características de rodales forestales, posiblemente con una estructura y composición modificadas. Ejemplos típicos de bosque tropical cerrado incluyen el bosque tropical húmedo o manglares con aprovechamiento de baja intensidad (FAO, 1998a ). Para Guatemala, se pueden mencionar como ejemplo los bosques de la Reserva de la Biosfera Maya que están con aprovechamiento de bajo impacto por las concesiones forestales comunitarias.

Lamprecht (1990), reconoce como bosques densos aquellos que carecen de un estrato herbáceo cerrado, generalmente dominado por gramíneas.

- b. Bosque Abierto: Son formaciones con una distribución discontinua de árboles, pero con una cobertura de copa de al menos 10 por ciento y menos del 40 por ciento. Generalmente hay una cubierta continua de pasto, que permite el pastoreo y la propagación de incendios. Entre los ejemplos se cuentan las diversas formas del bosque “cerrado” y del “chaco” en América Latina; las sabanas arbustivas y las tierras boscosas del África (FAO, 1998a).

"Los bosques abiertos son parcialmente secos o de montaña, ubicados en condiciones ambientales marginales" (Lamprecht, 1990).

#### **3.1.2.4 Composición**

El bosque tropical es dominado por las especies arbóreas latifoliadas; no obstante, de acuerdo a las condiciones edáficas a veces existen árboles y bosques de especies coníferas, principalmente en Centroamérica y Asia Suroriental (Lamprecht, 1990).

La composición de especies de un bosque es obviamente uno de los rasgos más importantes de su estructura. Se pueden usar dos criterios para conocer la composición de especies de un bosque: el área basal y la cobertura de copas.

- A. Área Basal: Se define como el área de una sección transversal del fuste a 1.30 cm de altura sobre el suelo (Peters y Cox, 1997).
- B. Densidad o cubierta de copas: Corresponde a la proporción del suelo cubierta por las copas de los árboles; es una medida de la ocupación del área y puede emplearse como medida de aprovechamiento de sitio (CATIE, 2002). Puede determinarse muy fácilmente en fotografías aéreas, pero también en terreno a través de varias formas. Una práctica común consiste en estimar ocularmente la densidad de copas. Se ha comprobado, sin embargo, que existe una tendencia natural a subestimar la densidad, por efecto de una sobrevaloración de los claros. Otro procedimiento es proyectar puntos sobre el dosel y considerar el porcentaje de puntos que caen dentro de las copas. Se ha desarrollado un instrumento

especial llamado densiometro, que posee un espejo cóncavo sobre el cual se refleja el dosel. Una red de puntos grabada en el espejo permite determinar la proporción de cubrimiento de copas (CATIE, 2002).

"Un área pequeña puede poseer un alto grado de pureza, en tanto que un área extensa es seguro que contendrá puntos donde ocurre la mezcla de varias especies. Algunas veces esos puntos locales de otras especies se encuentran en áreas pequeñas que difieren notoriamente del sitio general, en esos casos no hay un verdadero bosque mixto, mas bien seria mas adecuado llamarlos mosaicos" (Baker, 1950). El típico bosque mixto consiste en la íntima mezcla de especies ecológicamente similares.

Para países como Guatemala, el concepto de bosques mixtos está relacionado con la presencia de especies latifoliadas y coníferas entremezclados en un solo bosque. Por eso se a continuación se presentan primero los conceptos de bosque latifoliado, conífero y mixto, que INAB uso en el Mapa de Cobertura Vegetal, seguidos por los conceptos que actualmente utiliza FAO.

a. Bosque latifoliado

- i. Cuando tenga mas del 70% de área basal de especies latifoliadas.
- ii. Aquel bosque donde las especies arbóreas predominantes (mas del 75% de la cubierta de copa) corresponden a latifoliadas.

b. Bosque conífero

- i. Cuando tenga más del 70% de área basal de especies confieras.
- ii. Es el tipo de bosque en donde las confieras son las especies predominantes (mas del 75% de la cubierta de copa).

c. Bosque mixto

- i. Cuando tenga de un 30 a 70% de especies latifoliadas o coníferas.
- ii. Es un bosque en el cual ni las confieras, ni las latifoliadas representan mas del 75% de cobertura de copa (FAO, 1998a).

### 3.1.2.5 Estado de desarrollo del bosque

Este criterio clasifica a los bosques en climácicos o primarios, secundarios avanzados y secundarios jóvenes, entre las variables que se toman como base para esta categorización están: la estructura del bosque y la composición de especies del mismo.

La estructura del bosque tiene que ver con los tamaños, ubicación relativa y tipos de formas de vida. (Wadsworth, 2000). La estructura vertical se expresa mejor en términos de su altura en la madurez, pues en cualquier sitio la presencia de árboles inmaduros puede confundir la estratificación (Wadsworth, 2000). IUFRO hace una clasificación simple de la estructura vertical del vuelo, en la que se distingue: piso superior (altura  $> 2/3$  de la altura superior del vuelo), piso medio ( $< 2/3 > 1/3$ ) y piso inferior ( $< 1/3$  de la altura superior del vuelo) (Lamprecht, 1990). Según Wadsworth (2000), en los bosques tropicales se reconocen cinco o más estratos. Pero los estratos arbóreos no son siempre reconocibles y esperar estratos claramente definidos es negar la capacidad de regeneración continua de todas las especies arbóreas.

Otra variable que nos ayuda comprender el desarrollo de los bosques es la composición de los mismos, la cual se enfoca como la diversidad de especies en un ecosistema, la cual se mide por su riqueza (cantidad de especies), representatividad (balance equitativo de las especies) y heterogeneidad (disimilitud entre riqueza y representatividad). (Wadsworth, 2000). Además también resulta muy útil analizar la composición de las especies presentes, desde el punto de vista de los requerimientos de luz, para ello existe la siguiente clasificación:

- A. Especies arbóreas de luz o heliófitas, que requieren plena insolación durante toda su vida. Las especies arbóreas heliófitas son típicas colonizadoras de los campos abiertos, caracterizando a las primeras fases del bosque secundario. Así en claros grandes o áreas deforestadas la invasión de estas especies no presenta ninguna dificultad, además estas alcanzan precozmente el estadio reproductivo.
- B. Especies arbóreas esciófitas, que se regeneran a la sombra del vuelo y poseen eventualmente la capacidad de efectuar allí todo su desarrollo o requieren sombra cuando menos en su juventud. A menudo pueden sobrevivir en el

interior del bosque durante muchos decenios, prácticamente sin crecer. En estado latente conservan la capacidad de reaccionar con un fuerte crecimiento ante cualquier mejora en las condiciones de luz, lo cual es característico en muchas especies del bosque primario (Lamprecht, 1990).

- C. Especies parcialmente tolerantes de sombra o hemisciofitas, que son capaces de regenerarse tanto a la luz como a la sombra, pero que ya a una edad temprana requieren plena luz, cuando menos desde arriba. La tolerancia a la sombra de las plántulas está limitada en tiempo. De esta forma, constantemente existen plantas jóvenes, listas para iniciarse y capaces de aprovechar la oportunidad de crecer tan pronto se forme un claro, es por esa razón que muchas veces se les denomina especies oportunistas (Lamprecht, 1990).

De acuerdo a las definiciones anteriores se presenta una breve caracterización de los bosques secundarios joven y avanzado y del bosque climácico:

- a. Bosques secundarios jóvenes: A menudo el carácter secundario del bosque se puede reconocer más fácilmente por los vestigios de anteriores intervenciones humanas, que por la fisionomía del vuelo en sí. Se caracteriza por una vegetación arbustiva densa. La composición florística está formada por sobrevivientes, por plántulas de origen germinativo y por especies inmigrantes. Está dominada por las especies arbóreas agresivas, de rápido crecimiento y heliofitas. Desde el inicio de esta fase, el desarrollo tiende hacia la formación de un vuelo de dos pisos. El piso superior es denso y casi puro. Se imponen las especies cuya semilla estuvo primero y para la cual la regeneración era favorable (Lamprecht, 1990).
- b. Bosques secundarios avanzados: En el piso superior las especies oportunistas continúan estando presentes, a ellas se agregan especies del bosque primario, del grupo de árboles esciofitos de gran porte, en proporciones variables, pero con tendencia a aumentar. En los pisos inferiores dominan las esciofitas. Durante esta etapa el número de especies arbóreas por unidad de superficie se incrementa con el progreso de la sucesión. A causa de la muerte por vejez o por otros motivos, las especies pioneras van desapareciendo paulatinamente y llegan a ser escasas por falta (suficiente) de regeneración. Estos bosques poseen tres o más pisos y de una superficie pequeña a otra, se puede observar una gran heterogeneidad en la

composición florística y en sus dimensiones. Los pisos inferiores del dosel están compuestos en su mayor parte por especies esciofitas (Lamprecht, 1990).

En los bosques de coníferas primero surge un grupo de especies pioneras heliofitas con pocas exigencias medioambientales y de rápido crecimiento, muchas son capaces de colonizar áreas de condiciones desfavorables para latifoliadas. Bajo esas condiciones se forman bosques iniciales mas o menos puros, de un piso, uniformes y casi coetáneos y cuando las condiciones medioambientales no son muy desfavorables, paulatinamente se introducen especies latifolias (Lamprecht, 1990).

- d. Bosques primarios o climácicos: En los bosques primarios, la mayoría de arboles son pequeños. (Wadsworth, 2000). El máximo número de arboles y de especies se encuentra en el piso inferior y/o medio y el menor número de especies en el piso superior, es por ello que en general las reservas de arboles pequeños son en todo momento lo suficientemente abundantes como para sustituir a los arboles grandes que mueren. Casi 2/3 de todas las especies arbóreas en el piso superior del bosque son heliofitas. Los bosques climácicos poseen extraordinaria diversidad en cuanto a especies, edad, dimensiones, etc. y la longevidad de muchos de sus miembros les confiere una estabilidad especialmente alta. (Lamprecht, 1990) En los bosques primarios se producen claros de tamaño relativamente pequeño a causa de la muerte, deterioro en pie y/o la caída de árboles grandes, vivos o muertos (Tourney, 1959).

En los bosques primarios de coníferas, la regeneración de las especies pioneras es inhibida por la escasez de luz, por lo que menudo estas especies no están presentes en bosque climácicos, excepto en ciertas condiciones medioambientales especiales. Luego un grupo de coníferas esciofitas se establecen exitosamente hasta dominar (Lamprecht, 1990).

### **3.1.2.6 Bosques perturbados y no perturbados**

ERF propone una división de los bosques según el criterio de intervención humana, así hay bosques naturales intervenidos y bosques naturales no intervenidos. Estos a su vez se subdividen de acuerdo a aspectos como la edad del bosque.

**A. Bosques Naturales no perturbados por el Hombre:** En 1998 FAO estableció que este es un bosque que muestra las dinámicas naturales del bosque, como composición natural de especies, madera muerta, estructura natural de acuerdo a su edad y procesos de regeneración naturales. El área debe ser lo suficientemente grande como para mantener sus características naturales y no se debe conocer la ocurrencia de intervenciones humanas o la última intervención humana significativa debe haber sido hace suficiente tiempo para permitir que las especies y procesos naturales se haya reestablecido (FAO, 2003).

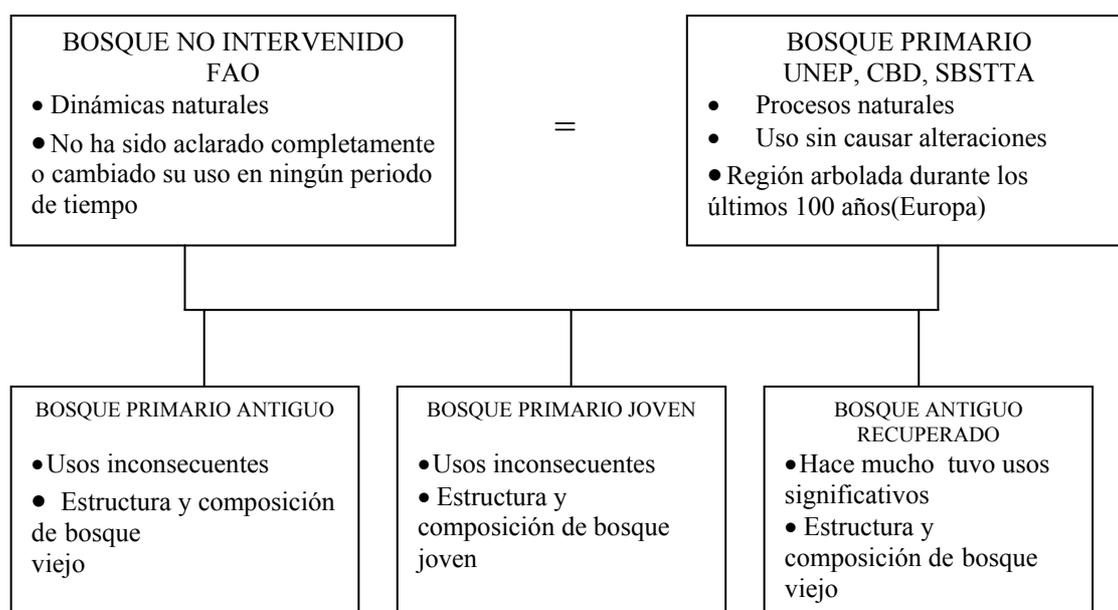
Además de la definición de FAO, en el 2001 UNEP, CBD y SBSTTA llegaron al acuerdo de llamar a un bosque no intervenido como bosque primario, y lo definen como un bosque que nunca ha sido aprovechado y se ha desarrollado siguiendo disturbios naturales y procesos naturales, independientemente de su edad. En los bosques primarios también se incluyen bosque que son usados sin causar alteraciones por comunidades nativas que viven estilos de vida tradicionales, lo cual es relevante en la conservación y sustentabilidad de la diversidad biológica. En gran parte de Europa los bosques primarios tienen una connotación diferente y se refiere a un área de bosque que ha estado arbolada por lo menos durante los últimos 100 años. Este no ha sido aclarado completamente o cambiado a otro uso de la tierra en ningún período de tiempo (FAO, 2003).

- a.. Bosque primario antiguo: Bosques antiguos con ninguna perturbación o antrópica o con usos inconsecuentes. (FAO, 2003) El bosque antiguo abarca las últimas etapas de desarrollo del rodal que típicamente difieren de las etapas más tempranas en una diversidad de características, que pueden incluir el tamaño de los árboles, acumulaciones de material leñoso muerto, el número de capas en el dosel superior, la composición de especies y la función del ecosistema (OIMT, 2002).
- b. Bosque primario joven: Bosques jóvenes con ninguna perturbación o antrópica o con usos inconsecuentes (FAO, 2003).
- c. Bosque antiguo recuperado: Bosques que hace mucho tuvo una intervención pero que actualmente han recobrado su estatus natural, después de dichas perturbaciones humanas (FAO, 2003).

La diferencia entre las definiciones de bosque antiguo y bosque primario es que el bosque primario puede ser de cualquier edad, siempre y cuando se haya desarrollado a través de procesos naturales, mientras que el bosque antiguo debe ser viejo por definición y pudo haberse originado a partir de un bosque primario o secundario que ha alcanzado una edad en que la estructura y especies asociadas normalmente a un bosque primario viejo de un tipo específico, se han acumulado lo suficiente para funcionar como un ecosistema distinto a cualquier bosque de edad mas joven. UNEP/ CBD (FAO, 2003).

Además los bosques primarios no deben haber sido perturbados directamente por el hombre, a excepción de los usos tradicionales inconsecuentes. El bosque antiguo puede haber estado sujeto a disturbios humanos, pero aun así siempre ha desarrollado una estructura y composición de especies que son particulares de los bosques primarios antiguos (FAO, 2003).

En la figura 1, se muestran los principales elementos comparativos de los bosques no perturbados por el hombre según FAO y UNEP/CBD/ SBSTTA.



**Figura 1.** Principales elementos comparativos de los bosques no perturbados por el hombre (FAO, 2003).

## B. Bosques Naturales Intervenidos

- a. Bosque primario degradado: La cobertura inicial de un bosque primario o antiguo a sido afectada por una explotación insostenible y exagerada de sus productos maderables o no maderables, alterando su estructura, procesos, funciones y dinámicas (FAO, 2003).

Bosque secundario: Es cuando en un área que fue totalmente talado el bosque esta creciendo nuevamente vegetación leñosa. La recuperación del mismo puede ser natural o artificial (FAO, 2003). Estos bosques han estado sometidos o lo están al sistema agrícola de rozas y quemas. Lamprecht (1990), incluye entre estos bosques a los restos de bosques primarios, localizados en regiones donde es practicada la agricultura seminómada.

En el cuadro 1, se presentan las diferencias entre el bosque primario degradado y el bosque secundario, según la OIMT.

**Cuadro 1:** Diferencias entre el bosque primario degradado y el bosque secundario (OIMT, 2002).

	<b>Bosque primario degradado</b>	<b>Bosque secundario</b>
Intensidad de la alteración	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intensidad leve a moderada dentro de la escala de alteraciones naturales comunes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intensidad severa, causada por el desmonte de por lo menos el 90% de la cobertura boscosa original</li> </ul>
Causas comunes de alteración	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sobreexplotación de madera</li> <li>• Extracción excesiva de productos forestales no maderables</li> <li>• Alteraciones destructivas naturales como incendios forestales y tormentas</li> <li>• Pastoreo excesivo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tala rasa, quema y posterior abandono del área</li> <li>• Alteraciones naturales catastróficas en gran escala (incendios, inundaciones, tormentas, deslizamientos de tierra)</li> </ul>
Característica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La estructura forestal no está significativamente dañada</li> <li>• En los bosques sujetos al pastoreo excesivo hay un desarrollo deficiente del sotobosque y ausencia de clases jóvenes en el dosel forestal</li> <li>• Las especies heliófitas que se regeneran después de la alteración normalmente son similares a las que se encuentran en la masa forestal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El bosque regenerado difiere del bosque primario en la composición de especies y en la fisonomía. Las especies son sumamente heliófitas.</li> </ul>

## 3.2 MARCO REFERENCIAL

### 3.2.1 Debate sobre la clasificación de los bosques

"En realidad, se carece hasta ahora de un sistema de clasificación forestal que tenga aceptación general. No solo existe una gran diversidad de esquemas de clasificación, sino lo que es peor, también en cuanto a la nomenclatura reina una gran confusión; ambas cosas conducen con frecuencia a malentendidos y a interpretaciones erróneas" (Lamprecht, 1990).

Es necesario que un sistema de clasificación permita la asignación de un determinado bosque a una u otra formación forestal, dándonos una idea general respecto a su estructura, su composición, pero para que este sea completo y sirva de base para el manejo forestal sostenible, se requieren informaciones específicas, por ejemplo sobre las especies arbóreas locales, su proporción, su distribución, las masas en pies, el desarrollo futuro de los vuelos, etc.

El sistema de información debe entonces proporcionar datos dasonómicos-silviculturales amplios, unívocos y objetivos e incluir datos sociales, así como las variaciones económicas de acuerdo a los países en donde se apliquen, por ejemplo en cuanto a los distintos valores prioritarios que puede tener un bosque; recreación, recolección de leña, extracción de productos forestales maderables, extracción de productos forestales no maderables, etc. "Además debe ser universal o, cuando menos, aplicable a todos los tipos de bosque tropical; luego , todos los resultados recopilados deben poder compararse entre si, a ser posible, con métodos estadístico- matemáticos" (Lamprecht, 1990).

En la Primera Reunión de Expertos para la homogenización de las definiciones relacionadas al bosque (año 2002), organizada por FAO, IPCC, CIFOR, IUFRO y UNEP, se reconoció la necesidad de un común entendimiento y homogenización de dichas definiciones en diferentes procesos internacionales, así como la necesidad de instrumentos para reducir errores en el empleo de los términos. Lo anterior se reiteró en la Segunda Reunión, en donde también se definió que la homogenización para dicho contexto implica la mejora en la comparación, compatibilidad y consistencia entre las

definiciones; establecer similitudes y hacer una descripción de las relaciones entre las mismas (FAO, 2003).

También se reconoció que cada convención internacional o proceso maneje sus propias definiciones de acuerdo a su contexto, pero que el uso de estos términos y la forma en que están definidos debe ser lo más consistente posible. Ejemplo claro de la contextualización de las definiciones es la diferencia entre la definición que da ERF del bosque, citada en el apartado 4.1.1.3 y la definición que se dió en el Marco de la Convención del Cambio Climático, en donde se estableció como bosque una porción de tierra con área mínima de 0.05- 1.0 hectáreas con cobertura de copas de más de 10-30 por ciento y con árboles que tengan potencial de alcanzar una altura mínima de 2 a 5 m en la madurez, la diferencia entre estas dos definiciones se debe a que la definición de la FCCC se origina en el Protocolo de Kyoto, el cual permite un rango para los valores de área, cobertura de copas y alturas con el fin de que las puedan escoger el umbral apropiado que se adapte a sus propias circunstancias (ver cuadro 2). Otro ejemplo lo constituye el área mínima para considerar a un bosque como tal, esta variable depende de la escala a la cual se realizase el trabajo; en caso de un trabajo como el Mapa de cobertura Vegetal (INAB, 1999) el área mínima era de 5ha y el ancho mínimo era de 60m. Sin embargo, es necesario recordar que no existe un único sistema de clasificación que satisfaga a todas las necesidades.

**Cuadro 2.** Comparación entre las principales normas que definen el bosque según ERF y FCCC.

NORMAS DE ERF	NORMAS DE LA FCCC
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cobertura de copas de 10%</li> <li>• Area mínima 0.5ha</li> <li>• Altura mínima 5m</li> <li>• Contexto: el bosque como recurso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cobertura de copas de 10-30%</li> <li>• Area mínima 0.05-1ha</li> <li>• Altura mínima 2 -5m</li> <li>• Contexto: conteo de carbono y medición de sumideros</li> </ul>

Otro ejemplo en cuanto al alcance de ciertas clasificaciones es la subdivisión de regiones en biomas, aunque estos son las comunidades bióticas más grandes que se conocen, en la Reunión de Expertos en Armonización de Definiciones Relacionadas al

Bosque para Usos Varios, se concluyó que los biomas no son muy útiles como bases para las diferentes umbrales de tipos de vegetación, ya que no son necesariamente compatibles con el uso actual de la tierra y la forma en que los bosques están siendo manejados y utilizados. Debido a que muchas naciones incluyen varios biomas, usar las definiciones específicas de cada bioma incrementaría la carga para reportar la información de cada nación. Un acercamiento, basado en una común definición de bosque en el nivel más alto (ej., definición basada en ecosistema) y una definición de tipos de bosque o de biomas en el nivel subsecuente, podría corregir el problema.

Aunque los expertos reconocen que una definición comprensiva de bosque requiere de la inclusión de consideraciones sociales, el grupo coincide en que para los objetivos de este proceso de homogenización no es apropiado incorporar dichas consideraciones en la definición, sino incluirlas en la caracterización que se haga de los bosques.

Es esencial que los criterios de clasificación sean claros y que puedan aplicarse objetivamente. (FAO, 1998a), por ello parte del objetivo primario de que ERF 2000 generara una clasificación de los bosques, era proveer una información estandarizada y comparable sobre los bosques mundiales. Esta clasificación no tiene en ningún momento la intención de reemplazar a las clasificaciones nacionales, por ello los términos y definiciones que usan, tienen propósitos específicos y concuerdan con las funciones y/o con el marco ecológico del país y el uso de los bosques.

### 3.2.2 Inventario forestal nacional 2002-2003

El sector forestal de Guatemala determinó que para poder insertarse en los procesos comerciales y competitivos, requiere un sistema de información de calidad, que pueda ser útil a todos los involucrados en el tema. Este sistema de información debe servir de base para el diseño planificación y ejecución de políticas, inversiones, comercialización, leyes, etc. Por esta razón se decidió realizar gestiones para llevar a cabo un inventario forestal a nivel nacional.

"Para llevar a cabo la formulación e implementación del Inventario Forestal Nacional 2002-2003, el Instituto Nacional de Bosques (INAB) y el Plan de Acción Forestal para Guatemala (PAFG), realizaron gestiones para contar con el apoyo técnico y financiero del Programa de Evaluación de Recursos Forestales (*ERF*) de FAO" (Ramírez y Rodas, 2003).

FAO ha tomado como estrategia la capacitación a nivel nacional, para que cada país genere su propia información de manera más eficiente y confiable, apegándose lo mas posible a la metodología que FAO propone. En el documento *Directrices para la Evaluación en los Países Tropicales y Subtropicales* (FAO, 1998a), ERF plantea una metodología que no se dedica únicamente a la estimación dasométrica tradicional, sino que también abarca aspectos sobre manejo y usos del bosque, y además información que apoye la creación de índices de biodiversidad forestal. Todo esto con la visión de tener un panorama más completo e integral sobre la dinámica de la cobertura forestal en el país y todos los aspectos relacionados a la misma.

El Inventario forestal Nacional de Guatemala se desarrolló conjuntamente entre la oficina de apoyo al Plan de Acción Forestal para Guatemala (PAFG), El Instituto Nacional de Bosques (INAB), el Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP) y la Universidad del Valle de Guatemala (Ramírez y Rodas, 2003).

El Inventario Forestal Nacional se planteo los siguientes objetivos:

Generar información forestal sobre:

- a. Extensión de superficie forestal
- b. Potencial productivo de los bosques
- c. Potencial productivo de recursos arbóreos fuera de bosque
- d. Potencial productivo de 3 productos no maderables
- e. Estado y manejo de los bosques
- f. Uso de productos y servicios de bosque

Para crear y asegurar el seguimiento del Programa de Evaluación Forestal Nacional, se plantearon los siguientes objetivos:

- a. Analizar, adaptar y establecer la metodología propuesta por FAO según los intereses nacionales.
- b. Establecer una red de parcelas permanentes que permita realizar inventarios forestales nacionales de manera periódica.
- c. Crear una base de datos para archivar, procesar y manejar constantemente la información.
- d. Construir capacidad nacional en la metodología de levantamiento, procesamiento, análisis y reporte de información

Debido a que Guatemala es un país altamente diverso, se consideró establecer un diseño estratificado, con intensidad mayor en el estrato más diverso. Inicialmente se propuso que la división de estratos estuviera basada según los diferentes tipos de bosque del país, sin embargo este tipo de estratificación no es el adecuado para los fines del IFN, por las siguientes razones:

- A. No existe un mapa de cobertura que identifique claramente los tipos de bosque y los límites de los mismos. El mapa de cobertura publicado por INAB en 1999, es la información más actualizada (Pérez 2000). Se realizó con base en interpretación visual de imágenes de satélite Landsat TM, por lo que la resolución y escala final del mapa no proporciona información específica de los parches pequeños de bosque (por ello existe las categorías de asociaciones de algún tipo de bosque con cultivos).
- B. Realizar una estratificación utilizando categorías poco estables en el tiempo, no permite hacer comparaciones a futuro, ya que el estrato en el año cero será diferente al estrato en el año siguiente. Debido a la dinámica de cambio de uso de la tierra, la cobertura forestal es muy vulnerable a cambios, por lo que no es una buena estrategia utilizarlo como criterio de estratificación.

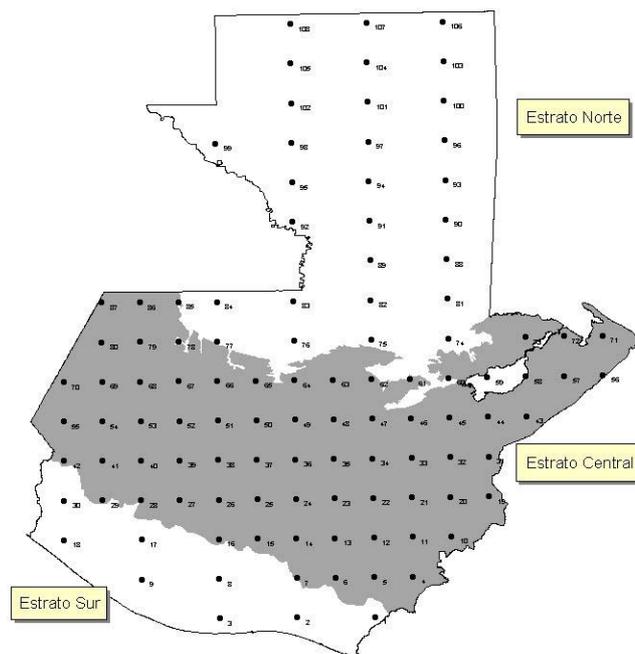
Finalmente la definición de los estratos se realizó con base en el Mapa de Divisiones Naturales de Guatemala, el cual permite dividir al país en estratos según su naturaleza fisiográfica. Las categorías de este mapa determina la ocurrencia de los diferentes tipos de bosque del país: latifoliados, mixtos y coníferas y tienen la ventaja de ser categorías

estables en el tiempo, lo cual permitirá realizar comparaciones futuras. Sin embargo, algunas categorías fueron agrupadas, por lo que el territorio nacional se dividió en tres estratos, como se muestra en la figura 2.

i) Zona Norte: en el mapa de regiones naturales corresponde a las “Tierras Calizas Bajas del Norte”. Esta área está formada por extensiones planas y colinas de poca altura. Ecológicamente es relativamente homogénea. El bosque es latifoliado a excepción de un área muy pequeña de *Pinus caribaea* en las Montañas Mayas. Aquí se ubican la mayoría de Áreas Protegidas del País. Demográficamente es menos denso que el resto del país, y las actividades agropecuarias y productivas también son relativamente más homogéneas

ii) Zona Central: incluye todas las “Tierras Altas Calizas y Volcánicas, Tierras Metamórficas y las Llanuras de Inundación del Norte”. El paisaje en esta zona es mucho más heterogéneo y existe una mayor variedad de ecosistemas. La densidad poblacional es la más alta del país, por lo tanto hay una mayor dinámica de las actividades humanas y uso de la tierra. La mayoría de la zona está fuera del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas. Predominan los bosques mixtos y coníferas.

iii) Zona Sur: corresponde a las “Llanuras Costeras del Pacífico y Boca Costa Volcánica”. El bosque natural es latifoliado, aunque actualmente el uso, casi en su totalidad, corresponde a cultivos agrícolas y ganadería. Existen muy pocas áreas protegidas.



**Figura 2.** Estratificación e intensidad de muestreo para el Inventario Forestal Nacional. La estratificación se basa en el Mapa de Divisiones Naturales del País. Estrato 1: Zona Norte, Estrato 2: Zona Central y Estrato 3: Zona Sur. (Ramírez y Rodas, 2003)

Como se puede ver en la Figura 2, el diseño dentro de cada estrato tiene un arreglo sistemático, predeterminado por una rejilla de coordenadas geográficas (latitud-longitud). Para la Zona Norte, se ubican las unidades de muestreo permanente (UM) cada 15 minutos en latitud por 30 minutos en longitud (Aprox. cada 26.8 x 53.6 Km.), por lo que dentro de este estrato quedan incluidas 30 unidades de muestreo permanente. En la Zona Central la intensidad es un poco mayor, debido a que es el estrato más diverso en cuanto a ecosistemas naturales y actividades socioeconómicas. En este estrato las unidades de muestreo permanente se ubican cada 15min x 15min (Aprox. 26.8 x 26.8 Km.). Este arreglo hace un total de 70 UM. Por último en la Zona Sur, las unidades de muestreo permanente tienen un arreglo similar a la Zona Norte, haciendo un total de 8.

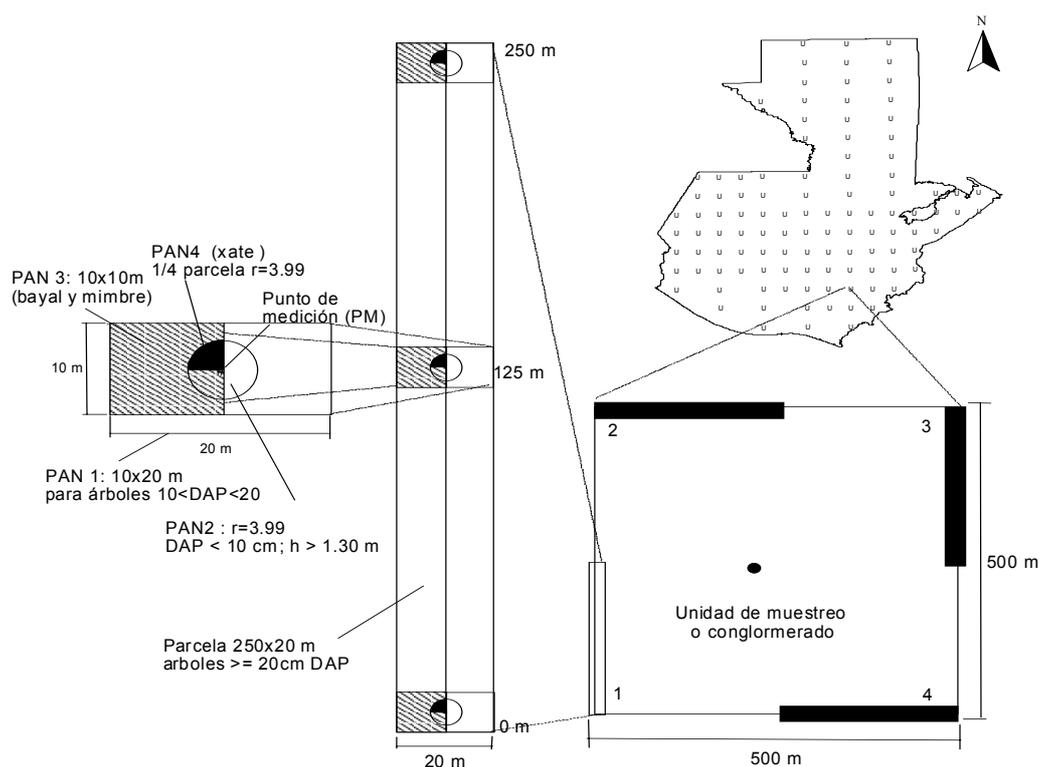
Se espera que con esta intensidad de muestreo se obtengan estimaciones con un error de muestreo menor de 20%, de los parámetros principales del IFN. Cada unidad de muestreo del IFN tendrá un arreglo de conglomerados de 4 parcelas rectangulares (Figura 2). Las parcelas están ordenadas en las esquinas de un cuadrado de 500 x 500

m. La primera parcela se ubica en la esquina suroeste del cuadrado y tiene dirección norte, la numeración de las siguientes parcelas es en el sentido de las agujas del reloj.

En la Figura 3, también se puede observar el diseño de cada parcela. Tienen una forma rectangular y el tamaño será de 250 x 20 m (5,000 m<sup>2</sup>). Además tienen una estructura anidada, según el tamaño y tipo de recursos que se van a medir (ver cuadro 3). Cada parcela tendrá tres grupos de parcelas anidadas y tres de puntos de medición, los cuales estarán distribuidos sistemáticamente, según se muestra en la figura 3.

**Cuadro 3.** Niveles de medición de la unidad de muestreo, según el tipo de información del Inventario Forestal Nacional (Ramírez y Rodas, 2003).

Nivel	Población objetivo	Forma y tamaño de la parcela
Unidad de muestreo	Datos de ubicación y socioeconómicos	Conglomerado 500 x 500 m
Parcela	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clase de uso de la tierra y tipos de bosque</li> <li>• Árboles con DAP<math>\geq</math>20cm</li> <li>• Usuarios de los recursos forestales y arbóreos (entrevistas).</li> </ul>	Rectángulo: 250 x 20 m (5000m <sup>2</sup> )
Parcela anidada (PAN1)	Árboles con DAP $\geq$ 10<20 cm	Rectángulo 20x10m (200m <sup>2</sup> )
Parcela anidada (PAN2)	Árboles con h $\geq$ 1.3m y DAP <10 cm	Círculo r=3.99m (50m <sup>2</sup> )
Parcela anidada (PAN3)	Plantas de bayal y mimbre	Cuadrado 10x10 m (100m <sup>2</sup> )
Parcela (PAN4)	Plantas de Xate	$\frac{1}{4}$ del Círculo r=3.99 (12.5m <sup>2</sup> )
Punto de medición	Topografía y suelo	



**Figura 3.** Diseño de parcelas para el Inventario Forestal Nacional (Ramírez y Rodas, 2003).

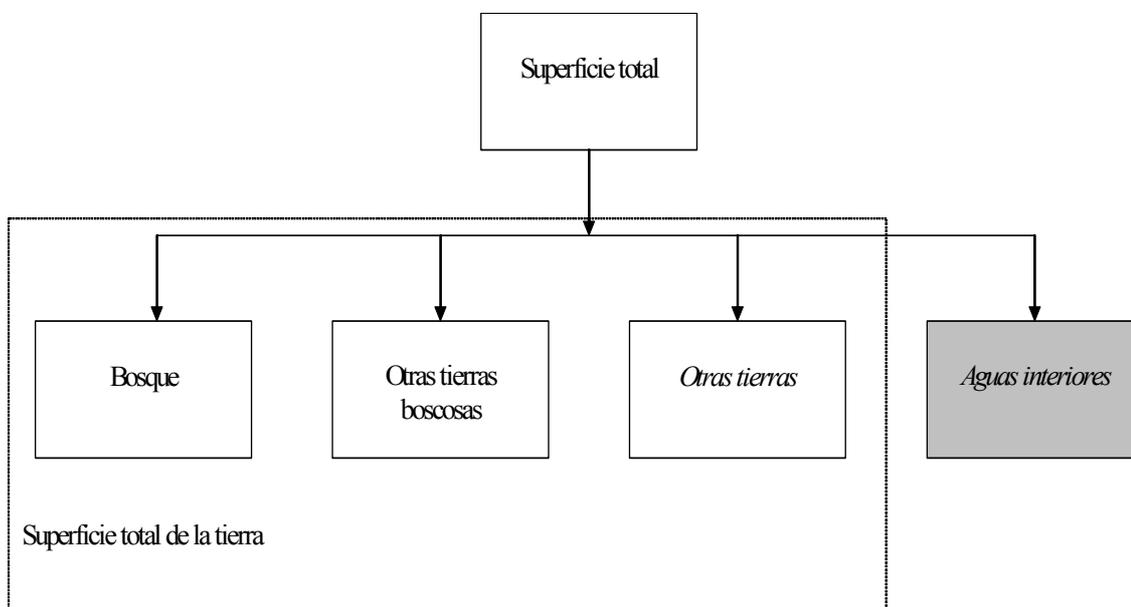
### 3.2.3 Sistemas de clasificación de bosques

El bosque tropical como forma de vegetación es casi inexistente, por esta razón se consideran varias formaciones dentro del mismo. En términos de estudiar el bosque en todas sus variedades de formas es necesario primero dividirlo en grupos de naturaleza simple, para la cual hay muchas formas en que el bosque puede ser clasificado.

#### 3.2.3.1 Sistema de Clasificación desarrollado por ERF

El programa ERF desarrolló una clasificación global de coberturas para realizar evaluaciones a nivel mundial, las cuales están definidas en el documento de Términos y definiciones de ERF” (FAO 1998b). Las clase se muestran en la figura 4.

- a. Bosque
- b. Otras tierras arboladas
- c. Otras tierras
- d. Aguas interiores (ver figura 4)



**Figura 4.** Clasificación de uso de la tierra según ERF (FAO, 1999)

Las definiciones usadas por FAO para estas categorías son las siguientes:

- a. Bosque: Tierra con una cubierta de copa (o su grado equivalente de espesura) de más del 10 por ciento del área y una superficie superior a 0,5 hectáreas. Los árboles deberían poder alcanzar una altura mínima de 5 metros (m), más del 10% del DAP a su madurez *in situ*, con copa y fuste bien definida.

Puede consistir ya sea en formaciones forestales cerradas, donde árboles de diversos tamaños y sotobosque cubren gran parte del terreno; o formaciones forestales abiertas, con una cubierta de vegetación continua donde la cubierta de copa sobrepasa el 10 por ciento.

Dentro de la categoría de bosque se incluyen todos los rodales naturales jóvenes y todas las plantaciones establecidas para fines forestales, que todavía tienen que crecer hasta alcanzar una densidad de copa del 10 por ciento o una altura de 5 m.

También se incluyen en ella las áreas que normalmente forman parte del bosque, pero que están temporalmente desarboladas, a consecuencia de la intervención del hombre o por causas naturales, pero que eventualmente volverán a convertirse en bosque. Incluye: viveros forestales y huertos semilleros que forman parte integral del bosque; caminos forestales, senderos talados, rondas cortafuegos y otras pequeñas áreas abiertas; bosques que integran parques nacionales, reservas de la naturaleza y otras áreas protegidas que sean de interés espiritual, cultural, histórico o científico; barreras cortavientos y cinturones de protección formados con árboles, con una superficie superior a 0,5 ha y un ancho mayor a 20 m; plantaciones utilizadas principalmente para fines forestales, incluidas las plantaciones de árboles de caucho y rodales de alcornoque; Excluye: Tierras donde el uso principal sean las prácticas agropecuarias.

- b. Otras tierras arboladas: Estas abarcan ya sea tierras donde la cubierta de copa (o su grado de espesura equivalente) tiene entre 5 y 10 por ciento de árboles capaces de alcanzar una altura de 5 m a su madurez *in situ*; o tierras con una cubierta de copa de más del 10 por ciento (o su grado de espesura equivalente) en la que los árboles no son capaces de alcanzar una altura de 5 m a su madurez *in situ* (por ej. árboles enanos o achicados); o aquellas donde la cubierta arbustiva abarca más del 10 por ciento.
- c. Otras tierras: Tierras no clasificadas como forestales u otras tierras boscosas especificadas más arriba. Incluye tierras agrícolas, praderas naturales y artificiales, terrenos con construcciones, tierras improductivas, etc.
- d. Aguas interiores: Superficie ocupada por ríos, lagos y embalses importantes.

"Para el Inventario Forestal Nacional se desarrolló una clasificación más específica, pero basada en estas clases globales de FAO" (Ramírez y Rodas, 2003). En el Cuadro 4, se detalla la clasificación, donde las clases globales de uso de la tierra se ubican en el primer nivel y en los próximos niveles se van especificando las categorías nacionales de cada uso de la tierra.

**Cuadro 4.** Clasificación de tipos de bosque y uso de la tierra para el IFN (Ramírez y Rodas, 2003).

NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	CÓDIGO
Bosque	Latifoliado	Primario	BL-P
		Secundario avanzado	BL-A
		Secundario joven	BL-J
		Bosque de galería	BL-G
		Plantaciones	BL-Pt
	Coníferas	Primario	BC-P
		Secundario avanzado	BC-A
		Secundario joven	BC-J
		Bosque de galería	BC-G
		Plantaciones	BC-Pt
	Mixto	Primario	BM-P
		Secundario avanzado	BM-A
		Secundario joven	BM-J
		Bosque de galería	BM-G
		Plantaciones	BM-Pt
Otras Tierras arboladas	Arbustos		A
	Pastos naturales arbolados cc:5-10%		Pna
	Barbecho		B
	Humedal cc:5-10%		H
Otras Tierras	Suelo desnudo		Sd
	Pastos naturales cc: < 5%		Pn
	Agricultura anual		Aa
	Agricultura perennes		Ap
	Potreros		Pot
	Área Poblada		Pob
Agua interior			Ai

Esta clasificación presenta otras coberturas fuera de bosque, ya que se pretende describir el recurso arbóreo en estas áreas.

En el Cuadro 5, se detallan los criterios utilizados para definir los tipos de bosque del IFN

**Cuadro 5.** Criterios para la clasificación de los tipos de bosque del IFN 2002-2003

NIVEL	TIPO DE BOSQUE	CRITERIO DE CLASIFICACIÓN
1	Bosque	Arboles > 5m altura y 10 cm DAP
		Cubierta de copa > 10%
		Superficie >0.5 ha.
		Ancho > 20 m.
2	Latifoliado	> 70 % de especies latifoliadas
	Conífera	> 70 % de especies coníferas
	Mixto	< 70 % de cobertura dominante de coníferas o latifoliadas
3	Primario/maduro	< 50 años sin intervención humana
		Dominan los fustales
	Secundario Avanzado	Árboles con > 5 m altura pero no han llegado a su estado de madurez
		Dominan latizales
	Secundario Joven	Arboles con <5m altura pero no han llegado a su estado de madurez
		Dominan brinzales
	Plantaciones (Bosque no natural)	Rodales plantados
	Bosques de galería	A orilla de ríos
	Ancho entre 20–60 m	

### 3.2.3.2. Mapa de cobertura forestal INAB 1999

Este consiste en la clasificación de distintos sitios dentro de una categoría de acuerdo a la cobertura vegetal actual, independientemente de otros factores como la biotemperatura, la precipitación, la estructura, etc. El mapa constituye una herramienta inmediata para conocer el uso actual de la tierra a grandes rasgos y fue realizado por el INAB, con apoyo de otras instituciones. El mapa se inició en 1999 y se presentó en el 2000. Además de presentar en forma muy general como se encuentra la cobertura vegetal del país, el mapa lanza resultados en porcentajes de acuerdo a tipos de coberturas, departamentos, etc. El mapa se realizó usando teledetección con imágenes de satélite, sobrevuelos y chequeo de campo. Las categorías de cobertura en el Mapa de cobertura vegetal son las siguientes: bosque latifoliado, bosque conífero, bosque mixto, bosque secundario/arbustal, manglar y asociaciones de uso.

### **3.2.3.3 Mapa de cobertura 2001 y dinámica forestal 1991-2001**

Este proyecto se está realizando actualmente, el “Estudio de Dinámica de Cobertura Forestal (1991-2001)”, es ejecutado por distintas entidades: Universidad del Valle de Guatemala, el Consejo Nacional de Áreas Protegidas, el Instituto Nacional de Bosques, el laboratorio SIG del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación y el Proyecto de Apoyo al Plan de Acción Forestal para Guatemala.

## 4. OBJETIVOS

### 4.1 General

Evaluar la clasificación de tipos de bosque utilizada en el Inventario Forestal Nacional 2002-2003.

### 4.2 Específicos

4.2.1 Identificar y documentar las principales confusiones y limitantes de clasificación de tipos de bosque del IFN 2002-2003.

4.2.2 Analizar y proponer criterios, variables e indicadores para la clasificación de los tipos de bosque.

4.2.3 Determinar características generales para cada tipo de bosque a partir de la aplicación de los criterios generados sobre los datos del IFN.

4.2.4 Proponer una clasificación de tipos de bosque práctica y aplicable a la escala de trabajo y requerimientos de información de un inventario forestal Nacional.

## 5. METODOLOGÍA

### 5.1 REVISIÓN Y ANÁLISIS DE LOS INFORMES DE CAMPO

Se revisaron los informes extendidos por los consultores del IFN, con esta revisión se hizo una primera identificación de los problemas y confusiones presentes al momento de la clasificación de los bosques en las distintas unidades de muestreo.

### 5.2 GIRAS DE CAMPO A DISTINTAS UNIDADES DE MUESTREO

En base a la problemática detectada, se hicieron varias giras de campo a distintos puntos de muestreo establecidos por el IFN, durante estas giras se observó el proceso de levantamiento de información de las unidades maestras y se realizaron entrevistas a los consultores. Producto de las entrevistas se obtuvo información sobre la problemática para la aplicación de la clasificación de tipos de bosque.

### 5.3 IDENTIFICACION Y EVALUACION DE CRITERIOS DE ANALISIS

A partir de la información obtenida sobre las confusiones en la clasificación de los bosques durante el levantamiento de información, la recopilación bibliográfica y discusiones con el comité asesor y unidad técnica del IFN, se identificaron y listaron los posibles criterios según cada nivel de clasificación de los tipos de bosque. Estos criterios constituyeron la base para la elaboración de los protocolos de análisis.

Para cada criterio y variable se estableció una serie de ventajas, desventajas y aplicabilidad para ser utilizados en inventarios forestales nacionales. Estos criterios fueron posteriormente evaluados en el taller de consulta a expertos

### 5.4 TALLER DE CONSULTA CON EXPERTOS

Se llevo a cabo un taller de consulta a expertos, para el que se invito a consultores involucrados en el levantamiento de información del IFN, otros expertos relacionados con inventarios forestales y el Comité Directivo del IFN. El taller se realizo con el objetivo de presentar a los expertos los criterios y los resultados de la evaluación

preliminar realizada, para así generar una discusión que resulto en la propuesta y definición de criterios, variables e indicadores mas adecuados para la clasificación de tipo de bosques durante la realización de un inventario forestal nacional.

También se perseguía el objetivo de establecer algunos procedimientos para la toma de decisiones en campo sobre los diferentes criterios de clasificación.

Después de la presentación general del proyecto de tesis y de los objetivos del taller, así como del análisis previamente realizado en la etapa 6.3, se presentaron las preguntas a los expertos y se inicio una discusión. Finalmente se presentaron las conclusiones de la difusión.

Las conclusiones de la discusión anterior, se registraron para poder generar un nuevo protocolo que además se fundamentara en la experiencia de los expertos invitados al taller.

## 5.5 ELABORACION DE LOS PROTOCLOS DE ANALISIS Y VALIDACION DE LOS MISMOS CON LA BASE DE DATOS DEL IFN

Los protocolos de análisis son instrumentos adecuadamente estructurados que se utilizan para analizar información en una forma ordenada, los protocolos están constituidos por criterios de evaluación, los cuales se componen de variables y sus respectivos indicadores para responder a las mismas.

A partir de las conclusiones y recomendaciones surgidas en el taller se eligieron y corrigieron los protocolos de análisis para el nivel del IFN, que se refiere a la composición del bosque según sea conífero, latifoliado o mixto (de aquí en adelante nivel 2) y para el nivel que se Para el nivel del IFN que califica al bosque como secundario joven, secundario avanzado o primarios (de aquí en adelante nivel 3), quedando los protocolos de análisis que se muestra en los resultados.

Los criterios contenidos en el protocolo fueron aplicados a los resultados del IFN, para ser validados y generar información sobre las características que identifican a cada tipo

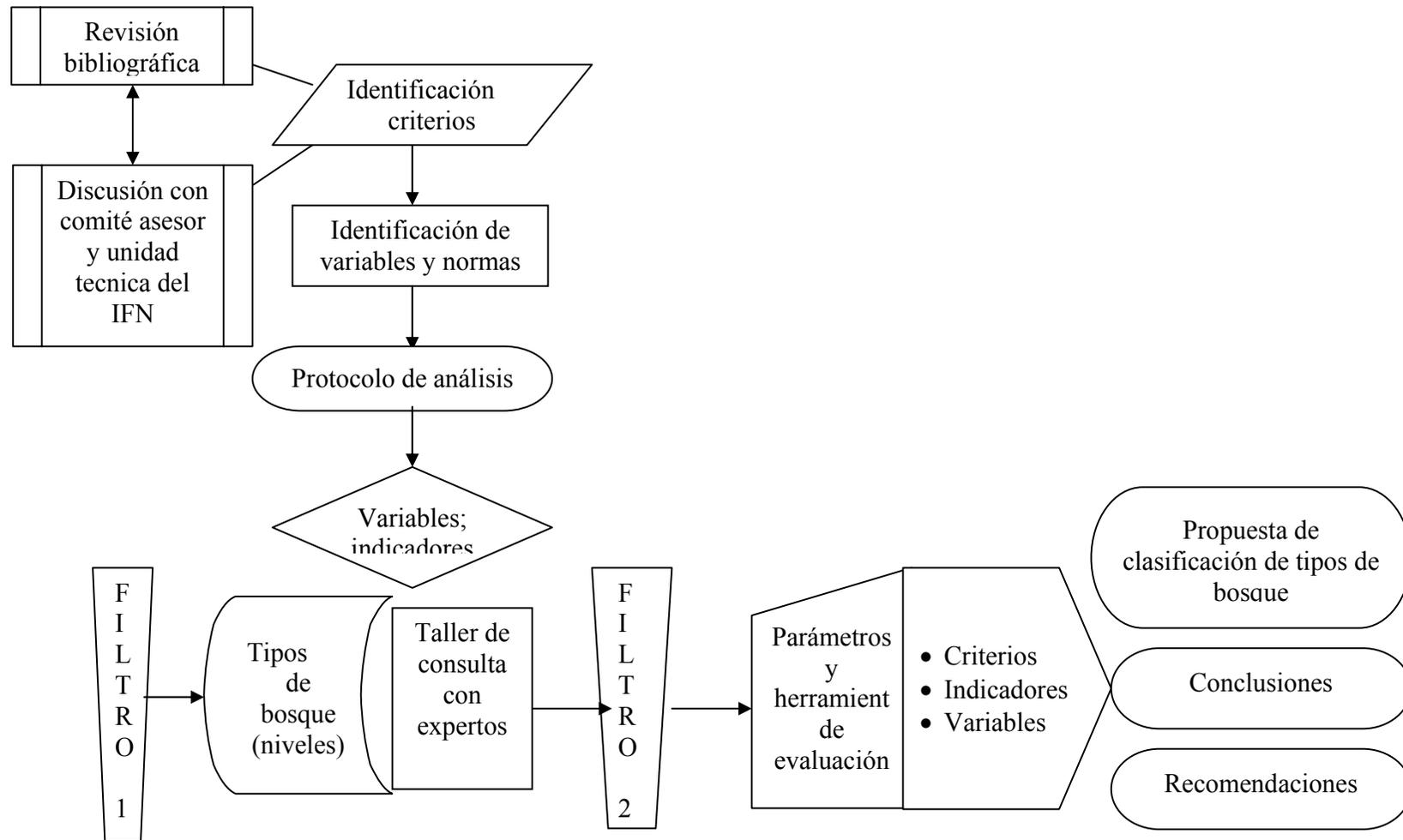
de bosque. Las herramientas de evaluación provienen de experiencias documentadas en las bibliografías citadas o de la experiencia de los expertos que participaron en el taller.

## 5.6 DETERMINACIÓN DE CARACTERÍSTICAS Y ELABORACION DE PROPUESTA DE CLASIFICACIÓN

Se definió una serie de características que pueden ser utilizadas como herramientas para la clasificación de tipos de bosques. Estas características se generaron mediante la aplicación de los criterios propuestos en el protocolo de análisis sobre la base de datos generada por el IFN.

Con los análisis efectuados anteriormente y con las características generadas se propuso una clasificación para ser utilizada en inventarios que contengan características de información similares a las de un inventario forestal nacional a gran escala.

Para mayor comprensión de la metodología ver figura 5.



**Figura 5.** Flujograma general de metodología

## 6. RESULTADOS Y DISCUSION

### 6.1 PROTOCOLO PARA DIFERENCIAR ENTRE BOSQUE Y PLANTACIÓN

A partir de la información que se obtiene del IFN, se establecieron criterios y variables para distinguir entre una plantación y un bosque. Aunque existen otros criterios estos no se toman en cuenta en este protocolo debido a su complejidad o a que no son aplicables para un inventario con el nivel de información del IFN.

El protocolo se muestra en el cuadro 6.

**Cuadro 6.** Protocolo para la diferenciación entre bosques y plantación forestal. Nivel 1 del IFN.

CRITERIO	VARIABLE	Indicador
Origen	Origen	Natural vrs antrópico
Composición	Diversidad arbórea	Monocultivo vrs diversidad de especies
	Procedencia de especies	Introducidas vrs nativas
Estructura	Distanciamiento	Regular vrs aleatorio
	Clase etaria	Etaneo vrs coetaneo
	Cobertura de copa mínima	Cobertura de copa mínima
Extensión	Area	Area legal mínima (según autoridades forestales del país)
	Ancho	Ancho mínimo

### 6.2 PROTOCOLO DE ANALISIS PARA EL NIVEL 2 DEL IFN

El nivel 2 de la clasificación del IFN, se analizo aplicando el estadístico no paramétrico  $J_i^2$  al protocolo de análisis conformado por la comparación de los resultados utilizando dos diferentes variables, la estimación ocular (indicador usado en el IFN) contra el área basal, la cual se estimo a partir de los datos de diámetros a la altura del pecho y alturas totales obtenidas en el IFN. En el análisis estadístico los resultados obtenidos en

gabinete con el área basal constituyen lo esperado, considerando que esta es una variable mas objetiva y la cubierta de copas constituyen los obtenido, considerando que esta fue la variable medida directamente en campo. El protocolo utilizado para dicha comparación está contenido en el cuadro 7.

**Cuadro 7.** Protocolo de análisis para definir bosque según el criterio de composición por grupos de especies. Bosques coníferos, latifoliados o mixtos. Nivel 2 del IFN.

CRITERIO	VARIABLE	PARAMETROS DE EVALUACION
COMPOSICION POR GRUPOS DE ESPECIES	CUBIERTA DE COPA (ESTIMACION OCULAR)	Más del 75% de la cubierta copa de especies latifoliadas
		Más del 75% de la cubierta copa de especies coníferas
		Compuesto por un 30 a 75% de especies latifoliadas y coníferas
	AREA BASAL	Mas del 75% de área basal de especies coníferas.
		mas del 75% de área basal de especies latifoliadas
		Tiene de un 30 a 75% de especies latifoliadas o coníferas.

### 6.3 PROTOCOLO DE ANÁLISIS PARA EL NIVEL 3 DEL IFN

Para el nivel 3 del IFN, se procedió a identificar y evaluar posibles criterios y variables para clasificar los bosques, utilizando el protocolo de análisis del cuadro 8.

**Cuadro 8.** Protocolo de análisis para distinguir entre bosques primarios, secundarios avanzados y secundarios jóvenes. Nivel 3 del IFN

CRITERIO	VARIABLE	INDICADOR	PARAMETROS DE EVALUACIÓN	HERRAMIENTAS DE EVALUACION
Estructura Horizontal	Riqueza arbórea	Numero de especies arbóreas por hectárea	A mayor desarrollo mayor diversidad arbórea.	
	Clases diamétricas	Clase diamétrica mas frecuente	- En un bosque primario casi todas las clases diamétricas están presentes - A mayor desarrollo mas clases diamétricas presentes	- Ancho de clase 10cm (arbitraria) - 11 clases diamétricas
		Numero de clases diamétricas presentes		
Densidad	Numero de árboles por hectárea	En los bosques latifoliados, la densidad arbórea es mas alta en la etapa de bosque secundario avanzado que en el joven		
Estructura Vertical	Pisos de Dosel	Numero de pisos de dosel presentes	- El bosque primario posee mas de 3 niveles pisos de dosel - Los bosques jóvenes tienden a desarrollar dos pisos de dosel	Estratificación vertical propuesta por NPV
		Piso de dosel mas frecuente		
Grado de intervención humana	Evidencia de aprovechamiento	Numero de tocones por área	El un bosque primario el numero de tocones debe ser muy bajo, tanto en bosques coníferos como latifoliados	

La evaluación de las variables que componen a cada criterio propuesto en el protocolo se realizo de la siguiente manera:

### 6.3.1 Estructura Horizontal

#### 6.3.1.1 Número de especies arbóreas presentes

Se estableció que esta variable no es aplicable para diferenciar las tres categorías del nivel 3 del IFN en los bosques coníferos y mixtos, debido a que por su composición, estas formaciones vegetales no presentan una diferencia de riqueza en cuanto a especies arbóreas, entre los bosques más jóvenes y los maduros

Los bosques latifoliados del país se caracterizan por ser bosques con una riqueza vegetal relativamente alta. Para analizar la riqueza en cuanto a especies arbóreas se obtuvo el número de especies por ha. Se hizo un análisis por separado de cada estrato, excepto del estrato uno en donde solo se muestrearon 2 bosques. Para la muestra del estrato dos eran 70 parcelas de 2 hectáreas cada una, haciendo un total de 140 hectáreas muestreadas y para el estrato 3, 30 parcelas de 2 hectáreas cada una, siendo un total de 60 hectáreas muestreadas.

#### 6.3.1.2 Clases diamétricas

La evaluación de esta variable se hizo para cada categoría del nivel 3 de clasificación de tipos de bosque del IFN. El ancho de las clases diamétricas se estableció arbitrariamente. Para dicho análisis se establecieron clases diamétricas en forma arbitraria (ver cuadro 9), y se obtuvo la frecuencia de cada clase según las diferentes categorías de bosque y también el número de clases diamétricas presentes en cada categoría.

**Cuadro 9.** Clases diamétricas usadas en el análisis de datos

CLASE DIAMETRICA	DIAMETROS (cm)
1	10-19.9
2	20 – 29.9
3	30 – 39.9
4	40 – 49.9
5	50 – 59.9
6	60 – 69.9
7	70 – 79.9
8	>80

### 6.3.1.3 Densidad

El análisis de la densidad se realizó para cada categoría de bosque del nivel 3 del IFN. El análisis incluyó la densidad de árboles/ha para cada categoría a nivel nacional.

Para la caracterización se obtuvo la densidad de árboles por hectárea para cada categoría del nivel 3 del IFN.

## 6.3.2 Estructura Vertical

### 6.3.2.1 Pisos del dosel

Los pisos de dosel se analizaron para cada categoría de tipo de bosque del nivel 3 del IFN. Los pisos utilizados se obtuvieron a partir de una propuesta metodológica de Pinelo (2003) para la Fundación Naturaleza para la Vida (ver cuadro 10). El análisis realizado abarca los pisos más frecuentes y el número de pisos presentes en cada categoría de bosque.

**Cuadro 10.** Alturas de los pisos de dosel propuestos por NPV y utilizados en este estudio.

PISO DE DOSEL	ALTURA (m)
1	0-2
2	2-10
3	10.1-20
4	20.1-30
5	>30

### 6.3.3 Grado de intervención humana

La revisión bibliográfica y el taller de consulta a expertos evidenciaron la relación entre la intervención humana y la existencia de lo que se conoce como bosques secundarios y primarios. Se considera como intervención humana cualquier actividad del hombre sobre el bosque, en la cual el hombre utiliza los recursos del bosque con distintas finalidades, que pueden ir desde el autoconsumo, hasta las actividades comerciales. Las actividades pueden ser de tipo tradicional o incurrir en técnicas y herramientas más tecnificadas (generalmente actividades con fines comerciales).

La intervención humana puede ser significativa o no significativa según el grado de degradación que esta provoque en un plazo medible y perceptible por el hombre. Las actividades tradicionales están en general consideradas como de bajo impacto, en tanto que las actividades comerciales o cambios de uso de tierra están consideradas como significativas. El grado de degradación constituye un atributo que permite diferenciar entre un bosque secundario y un bosque primario.

En un intento por evaluar este último aspecto como influyente al momento de clasificar el estado de desarrollo del bosque, se utilizó el número de tocones por ha, por ser esta una variable cuantitativa y por lo tanto más objetiva en comparación con variables como la cobertura de copas o variables de tipo cualitativo, que resultan difíciles de evaluar.

El análisis efectuado para esta variable, buscó entonces relacionar el número de tocones por ha con el grado de intervención humana, para definir si se podía establecer a partir de este análisis la ocurrencia de bosques primarios y secundarios.

#### 6.4 APLICACIÓN DEL PROTOCOLO PARA ANÁLISIS PARA LA CLASIFICACIÓN REFERENTE A BOSQUE MIXTO, CONIFERO Y LATIFOLIADO (NIVEL 2 DEL IFN)

Para la evaluación de este protocolo se utilizó el estadístico no paramétrico  $\chi^2$ , el cual según Daniel (1999) es ampliamente aplicado cuando se tienen dos series de datos de frecuencia; los observados y los esperados. Este análisis consistió en la comparación entre los resultados obtenidos en campo con una variable medida a través de la estimación y los resultados esperados, los cuales se obtenían en gabinete a través de la fórmula de área basal (ver cuadro 11).

El estadístico no paramétrico  $\chi^2$  cuadrado se obtiene de la siguiente ecuación:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Donde:

$O_i$  = Lo observado

$E_i$  = Lo esperado

$$\chi_{tab} = \chi^2_{n-1, \alpha}$$

Donde

$n$  = grados de libertad

$\alpha$  = 0.05

Regla de decisión:

Se rechaza la hipótesis nula si  $\chi^2$  calculada es mayor o igual que la  $\chi^2$  tabulada

Las hipótesis planteadas fueron las siguientes:

**H<sub>0</sub>:** no existe diferencia significativa entre los resultados medidos con la variable obertura de copa y los resultados medidos con la variable área basal.

**H<sub>a</sub>:** existe una diferencia significativa entre los resultados obtenidos con la variable cobertura de copa y los resultados obtenidos con la variable área basal.

**Cuadro 11.** Resultado del uso del estadístico  $J_i^2$  en el análisis comparativo entre los resultados de clasificación de composición del bosque por estimación ocular y la variable área basal.

Tipo de bosque	Observados/ Clasificación de los bosques muestreados en el IFN con cobertura de copas	Esperados/ Clasificación de gabinete con área basal	$O_i - E_i$	$(O_i - E_i)^2$	$(O_i - E_i)^2 / E_i$
Bosque latifoliado	219	218	1	1	1/218
Bosque conifero	52	52	0	0	0
Bosque mixto	51	50	1	1	1/50
$\Sigma$	322				0.0246

$X^2$  calculada = 0.0246

$X^2$  tabulada =  $X^2_{2, 0.05} = 5.991$

$X^2$  calculada <  $X^2$  tabulada, por lo tanto no se rechaza la hipótesis nula.

No existe diferencia significativa entre los resultados obtenidos al clasificar la composición de bosque usando área basal y los resultados obtenidos midiendo la cobertura de copas a través de la estimación ocular.

Ambas variables resultan aplicables y veraces al momento de conocer si un bosque es mixto, conifero o latifoliado.

## 6.5 APLICACIÓN DE DEL PROTOCOLO DE ANÁLISIS SOBRE BOSQUE SECUNDARIO JOVEN, SECUNDARIO AVANZADO Y PRIMARIO (NIVEL 3 DEL IFN)

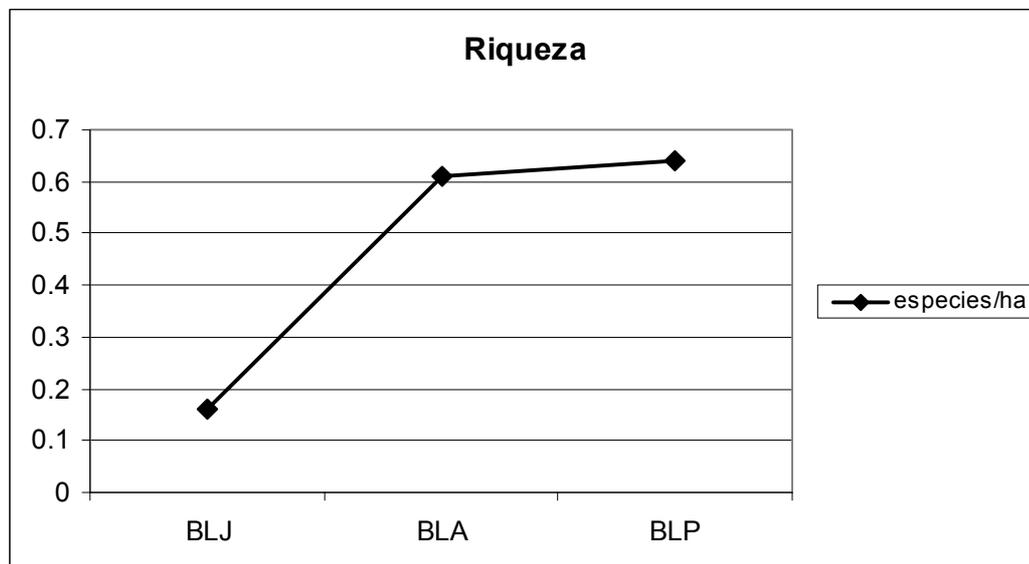
### 6.5.1 Estructura horizontal

#### 6.5.1.1 Riqueza arbórea

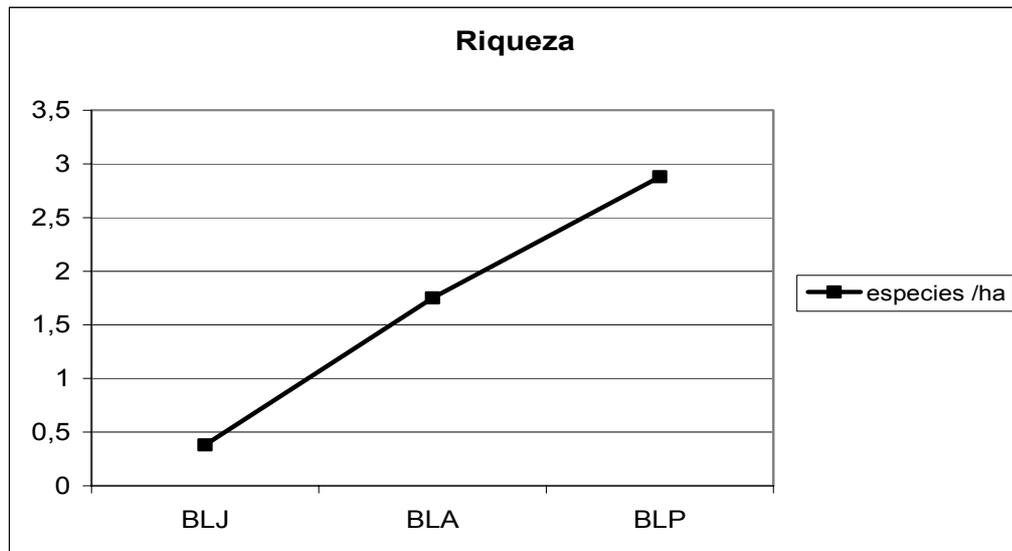
Debido a que los bosques coníferos y mixtos no varían en cuanto al número de especies presentes según las categorías del nivel 3, se considero que esta variable no aplica y por lo tanto no es de utilidad al momento de diferencias las categorías de nivel 3 en los bosque coníferos y mixtos

Según Wadsworth (2000), en los bosques que se encuentran en su fase inicial, el número de especies arbóreas es menor debido a una dominancia de especies pioneras con estructura diamétrica irregular, este estado de desarrollo se caracteriza por una vegetación arbustiva densa. Con el progreso de la sucesión las especies arbóreas van tomando mas espacio, por lo tanto el número de estas por unidad de superficie se incrementa.

Los resultados del análisis de riqueza arbórea para bosques latifoliados se observan en las figuras 6 y 7.



**Figura 6.** Grafica de riqueza arbórea para la muestra de bosques latifoliados en el estrato 2(central) del IFN



**Figura 7.** Grafica de riqueza arbórea para la muestra de bosques latifoliados en el estrato 3 (norte) del IFN

En ambas gráficas se puede observar un aumento de número de especies arbóreas por ha conforme el bosque va avanzando en su madurez. Esta variable si aplica para conocer si un bosque es secundario joven, avanzado o primario.

#### 6.5.1.2 Densidad en árboles por hectárea

Orantes (1995), realizó un estudio en la Reserva de la Biosfera Maya, en el cual midió la variable densidad arbórea en 3 etapas sucesionales. Según Orantes (1995), la etapa de 15 años presentaba una densidad arbórea más alta que la etapa de 8 años.

Lamprecht (1990), afirma que conforme el bosque madura la cantidad de árboles va en aumento hasta alcanzar un equilibrio, lo cual implica que un bosque primario tiene mayor cantidad de árboles que un bosque secundario. Lamprecht (1990), también menciona que en general la densidad de formas de vida como arbustos y hierbas, decrece conforme el bosque se desarrolla mientras que la cantidad de árboles va tomando mas espacio a lo largo de la sucesión.

Los resultados de árboles por hectárea obtenidos en el IFN se observan en cuadro 12.

**Cuadro 12.** Densidad de árboles por hectárea según categorías del nivel 3 en la muestra del IFN.

Tipo de bosque	Densidad por ha		
	Joven	Avanzado	Primario
Confiero	98	120	96
Latifoliado	65	100	106
Mixto	56	131	142

En el caso de los bosques coníferos es el bosque secundario avanzado el que posee mayor número de árboles por hectárea, en tanto que para el latifoliado y mixto el aumento en la densidad arbórea es progresivo, siendo los bosques primarios los que poseen mayor cantidad de árboles por hectárea, pero no hay una gran diferencia entre la cantidad de árboles por hectárea en los bosques primarios y en los secundarios avanzados.

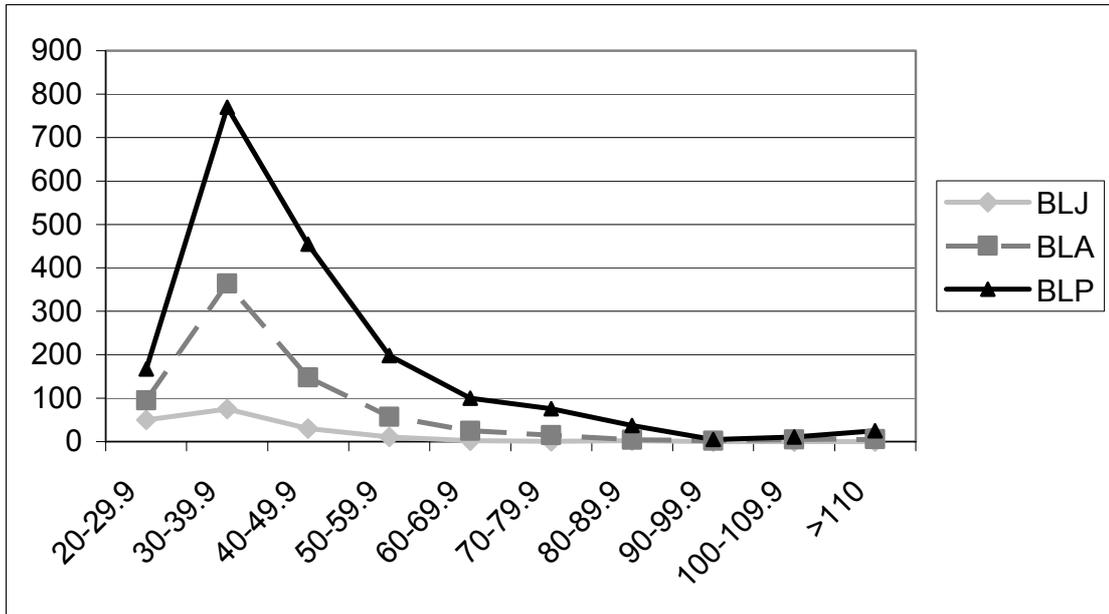
Si se hace una comparación del estudio de Orantes con los resultados del IFN, se puede afirmar que efectivamente en la etapa de bosque secundario joven la densidad arbórea es menor que en la etapa de bosque secundario avanzado. Es decir que hay un aumento progresivo en la cantidad de árboles por hectárea según la madurez del bosque, tanto para bosques latifoliados como mixtos.

En el caso de las coníferas es posible que la muestra abarcada por el IFN, no sea suficiente para hacer este análisis.

### 6.5.1.3 Clases diamétricas

Según Lamprecht, conforme el bosque madura, este posee mayor número de clases diamétricas, además afirma que un bosque primario va a poseer todas las clases diamétricas contenidas en su rango completo de diámetros presentes.

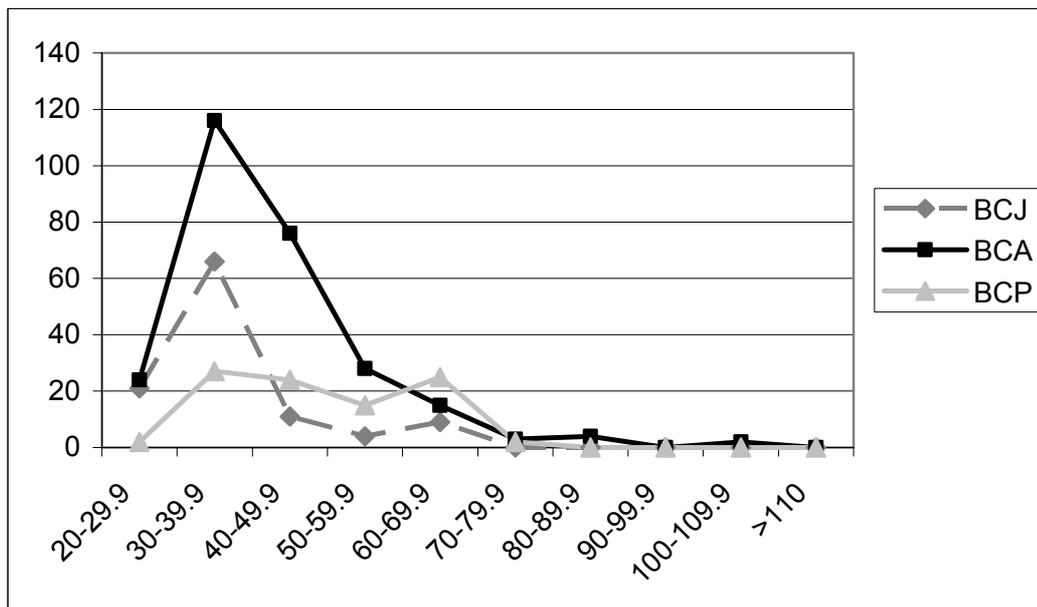
Para este análisis se obtuvo las frecuencias de clases diamétricas a partir de diámetros a la altura del pecho iguales o mayores a 20cm (ver cuadro 13). En las figuras 8, 9 y 10, se presentan los comportamientos de las frecuencias de cada clase diamétrica con un ancho de clase de 10, en las diferentes categorías de bosque del nivel 3 del IFN.



**Figura 8.** Frecuencia de clases diamétricas para las categorías de bosque latifoliado

Para los bosques latifoliados, primarios, secundario avanzados y secundarios jóvenes, la clase diamétrica más frecuente es la que va de 30 a 39.9. En el caso del bosque secundario joven, no hay árboles con diámetros mayores a partir de los 90 cm, mientras para los bosques secundario avanzad y primario tienen árboles hasta de mas de 110cm de diámetro. Los bosques primarios presentan mas árboles con diámetros mayores que los secundarios avanzados (ver figura 8).

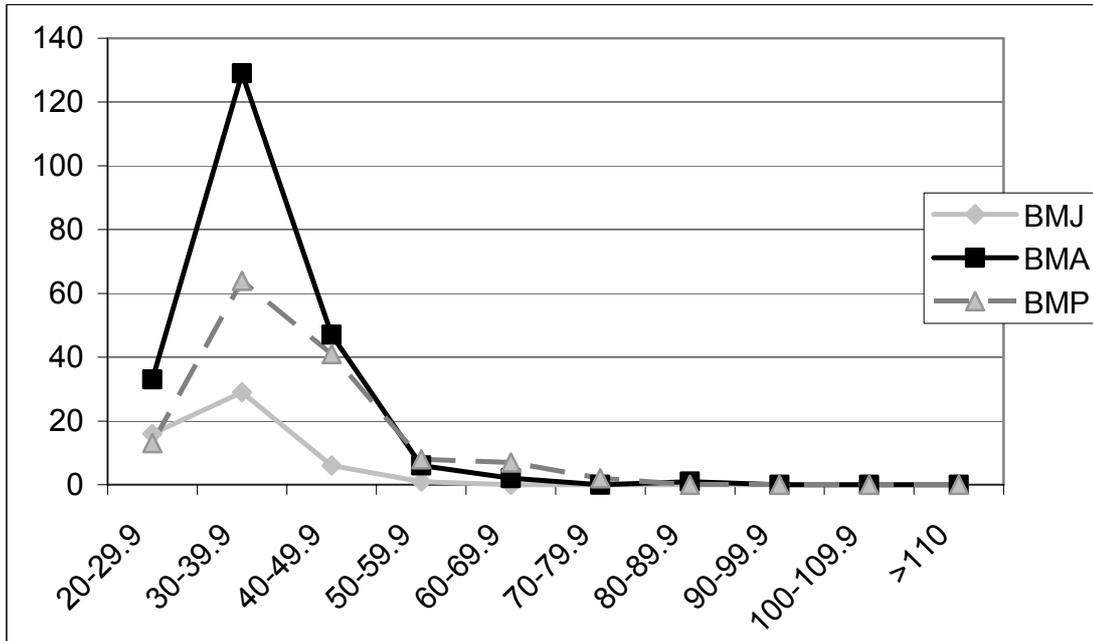
Los bosques secundarios jóvenes presentaron un máximo de 8 clases, los secundarios avanzados y los primarios presentaron hasta 11 clases diamétricas (ver figura 8).



**Figura 9.** Frecuencia de clases diamétricas para las categorías de bosque conífero

En los tres tipos de bosque conífero, la clase diamétrica más frecuente es la que va de 30 a 39.9 cm. En el bosque conífero joven no se encuentran diámetros mayores a 80, en tanto que en el bosque secundario avanzado sí (ver figura 9).

Los bosques secundarios jóvenes presentaron hasta 6 clases, en tanto que los secundarios avanzados presentaron 9 y los primarios presentaron hasta 7 clases. En el caso del bosque primario no se encuentran individuos con grandes diámetros, es probable que sea porque los bosques coníferos están sujetos a mayor explotación selectiva que los latifoliados (ver figura 9).



**Figura 10.** Frecuencia de clases diamétricas para las categorías de bosque mixto

La clase diamétrica mas frecuente para el bosque secundario joven, el bosque secundario avanzado y el bosque primario, es la que va de 30 a 39.9cm. El bosque mixto no presenta árboles con diámetros mayores de 60 y el bosque secundario avanzado y primario tienen si poseen diámetros mayores (ver figura 10).

Los bosques jóvenes presentaron un máximo de clases, mientras que los secundarios avanzados y primarios presentaron ambos hasta 7 clases diamétricas (ver figura 10).

Los resultados obtenidos coinciden con el comportamiento señalado por expertos, por lo tanto la variable frecuencia de clases diamétricas si es aplicable para analizar la estructura horizontal de los bosques y poder diferenciarlos según sean estos secundarios jóvenes, avanzados y primarios.

**Cuadro 13.** Cuadro resumen de número de clase diamétricas y clase diamétrica mas frecuente para cada categoría del nivel 3 del IFN

Tipo de bosque		No. mínimo de clases diamétricas	No. máximo de clases diamétricas	Clase diamétrica mas frecuente (clase en cm)
Conifero	Secundario Joven	2	6	30-39.9
	Secundario avanzado	2	9	30-39.9
	Primario	3	7	30-39.9
Latifoliado	Secundario Joven	1	6	30-39.9
	Secundario avanzado	2	>11	30-39.9
	Primario	3	>11	30-39.9
Mixto	Secundario Joven	2	5	30-39.9
	Secundario avanzado	2	7	30-39.9
	Primario	3	7	30-39.9

Fuente: Karen Aguilar, 2004

## 6.5.2 Estructura vertical

### 6.5.2.1 Pisos de dosel

Según Wadsworth (2000), en la fase de bosque secundario joven la estructura vertical tiende hacia la formación de un vuelo de dos pisos, en el bosque secundario aparecen tres o mas pisos, por lo que es muy semejante con el bosque primario, que puede poseer mas de 5 pisos.

Para evaluar esta variable se obtuvo la frecuencia de las distintas clases de piso más frecuente, así como los números máximo y mínimo de pisos presentes en los diferentes tipos de bosque, los resultados se presentan en cuadro 14.

**Cuadro 14.** Pisos del dosel presentes y piso del dosel más frecuente según tipo de bosque

Tipo de Bosque		Numero mínimo de pisos de dosel	Numero máximo de pisos del dosel	Piso mas frecuente (clases en metros)
Conifero	Secundario Joven	2	2	5-9
	Secundario avanzado	2	4	10.1-20
	Primario	3	>5	10.1-20
Latifoliado	Secundario Joven	2	2	10.1-20
	Secundario avanzado	2	4	10.1-20
	Primario	3	>5	10.1-30
Mixto	Secundario Joven	2	2	5-9
	Secundario avanzado	2	3	10.1-20
	Primario	3	3	10.1-30

El piso de dosel más frecuente para el bosque conifero secundario joven es el que comprende alturas de 5 a 9 m, para los boques coniferos secundario avanzado y primario, el piso más frecuente comprende alturas de 10 a 20m. En el caso del bosque latifoliado, las alturas más frecuentes para el secundario joven y el avanzado son las que van de 10 a 20 m, para el bosque primario las alturas más frecuentes van de 10 a 30m. Para el bosque mixto secundario joven, la altura más frecuente va de 5 a 9m, para el secundario a avanzado de 10 a 20m y para el primario de 10 a 30 m.

Los resultados anteriores coinciden con afirmaciones de Wadsworth (2000) y otros expertos. En todos los casos el numero de doseles presentes aumenta según el bosque sea secundario joven, secundario avanzado y por ultimo primario. Es decir que mientras el bosque posea más edad su estructura vertical posee más pisos.

La variable pisos de dosel si es aplicable y responde a los parámetros de evaluación para la estructura vertical.

### 6.5.3 Grado de intervención humana

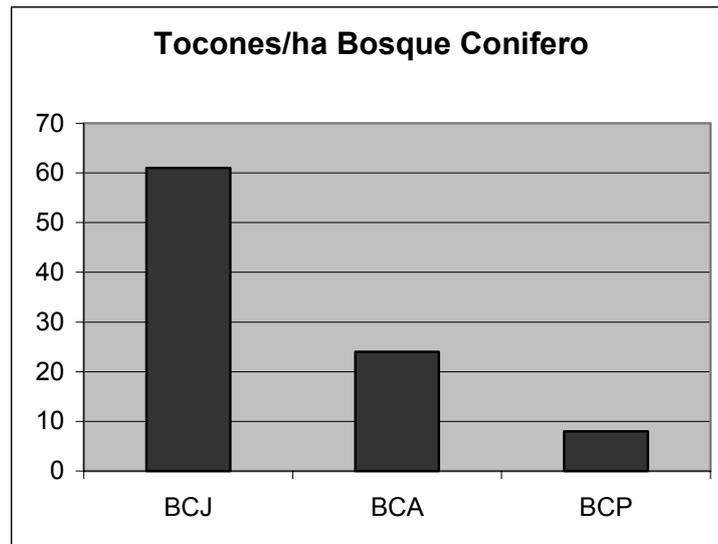
#### 6.5.3.1 Tocones por hectárea

Los resultados de tocones por hectárea presentes en las diferentes categorías de bosque conífero, muestran que el número de tocones por hectárea aumenta a medida que el bosque es más joven (ver cuadro 15 y figura 11). Los bosques de coníferas suelen aprovecharse con el objetivo principal de extraer los recursos maderables, ya que sus especies arbóreas son de uso popular en el país. La dinámica de esta explotación es que los bosques de coníferas son talados selectivamente o con tala rasa cuando poseen diámetros comercialmente aprovechables, por lo tanto la relación que ocurre es que un bosque joven conífero es producto de una tala rasa o tala selectiva de un bosque más maduro que tenía bastantes árboles de diámetro aprovechable. Los bosques secundarios avanzados se podrían ver como bosques que sufrieron alguna tala, pero en los que la sucesión ya lleva más tiempo y por lo tanto los vestigios son menos notorios, o como bosques en los que únicamente ha ocurrido la tala selectiva de unos cuantos árboles. Los bosques primarios, se consideran como tal por poseer un bajo nivel de degradación.

Esto podría evidenciar, la estrecha relación que existe en cuanto a la sucesión de un bosque y la intervención que el hombre haga en el mismo; considerando únicamente la extracción de especies arbóreas como variable, así generalmente se cortan individuos con diámetros comerciales, dejando en pie a los individuos con menores diámetros.

**Cuadro 15.** Tocones por hectárea según tipo de bosque (Nivel 3 IFN)

TIPO DE BOSQUE	Tocones /ha
BCJ	61
BCA	24
BCP	8
BLJ	30
BLA	64
BLP	10
BMJ	21
BMA	59
BMP	4

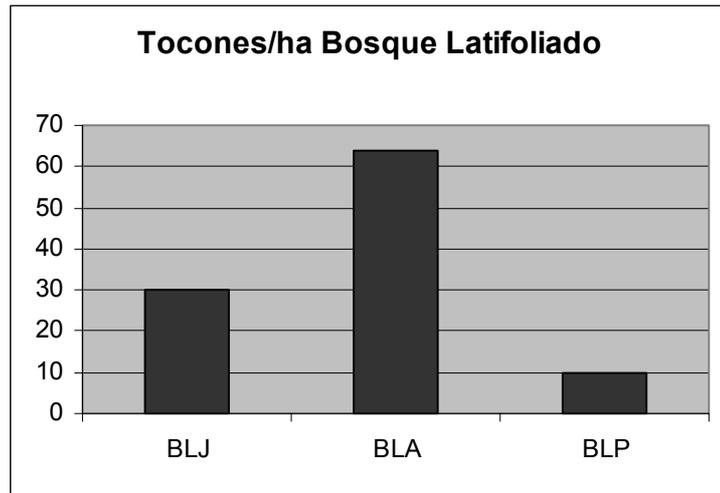


**Figura 11.** Tocones por hectárea de la muestra para las categorías de bosque del nivel 3 del IFN en bosques coníferos

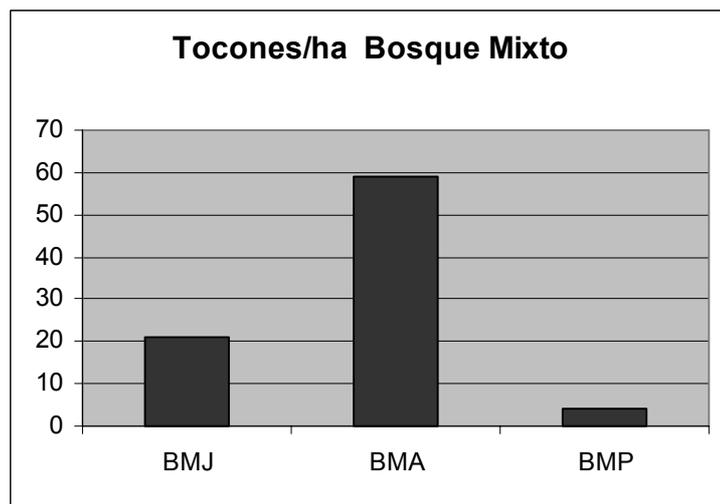
En las figuras 12 y 13 se evidencia que el comportamiento de los bosques mixtos y latifoliados es distinto al comportamiento del bosque de coníferas; los bosques secundarios avanzados muestran el mayor número de tocones por hectárea, les siguen los secundarios jóvenes y por último los primarios muestran el menor número de tocones. El aprovechamiento en los bosques con especies latifoliadas resulta diferente al de especies coníferas, por que su popularidad para uso maderable es menor que la de las coníferas. En los bosques latifoliados o mixtos además de un aprovechamiento selectivo, puede ocurrir la tala rasa con el objetivo primordial de un cambio de uso de la tierra, así los bosques secundarios jóvenes se forman producto de un abandono de las áreas anteriormente usadas para cultivo, y generalmente en estos ya no habrá muchos tocones, ya que estos se han eliminado casi en su totalidad, para realizar actividades agrícolas o pastoriles.

Un bosque secundario avanzado, puede ser resultado de un bosque que antes fue primario, pero que sus recursos maderables y no maderables han sido explotados a un grado en que tendrá el mayor número de tocones en comparación con el secundario joven, que aun no tiene suficientes árboles deseables para ser cortados -esto debido a que en las especies latifoliadas el crecimiento es más lento- y con el primario que por definición aun no se ha degradado, por lo que el número de tocones no puede ser muy alto.

La variable tocones por hectárea responde para evaluar el grado de degradación de un bosque y así diferenciar entre un bosque primario o secundario. Sin embargo esta variable no es aplicable para conocer la madurez del bosque, ya que esta se expresa en la estructura y composición del mismo. Los tocones por hectárea también pueden servir para conocer sobre la dinámica de explotación que un bosque ha sufrido.



**Figura 12.** Tocones por hectárea de la muestra para las categorías de bosque del nivel 3 del IFN en bosques latifoliados



**Figura 13.** Tocones por hectárea de la muestra para las categorías de bosque del nivel 3 del IFN en bosques mixtos.

## 6.6 CARACTERIZACIÓN GENERAL DE LOS BOSQUES

### 6.6.1 Bosques coníferos

En el cuadro 16 se presentan las características generales de los bosques coníferos muestreados por el IFN.

**Cuadro 16.** Características generales de los bosques coníferos muestreados por el IFN

Variable	BCJ	BCA	BCP
Área basal(m <sup>2</sup> )/ha	6.80	13.91	14.27
Vol(m <sup>3</sup> )/ha	41.63	99.18	126.14
Clases diamétricas presentes	2-6	2-9	3-7
Clase diamétrica mas frecuente (cm)	10-19.9	30-39.9	30-39.9
Piso del dosel mas frecuente (m)	5-9	10-20	10-20
Pisos del dosel presentes	2	2-4	≥3

### 6.6.2 Bosques latifoliados

En el cuadro 17 se presentan las características generales de los bosques latifoliados muestreados por el IFN.

**Cuadro 17.** Características generales de los bosques latifoliados muestreados por el IFN

Variables	BLJ	BLA	BLP
Area basal(m <sup>2</sup> )/ha	4.82	9.23	14.32
Vol(m <sup>3</sup> )/ha	49.81	99.21	209.55
Clases diamétricas presentes	1-6	2-11	3-11
Clase diamétrica mas frecuente (cm)	10-19.9	30-39.9	30-39.9
Pisos del dosel presentes	2	2-4	≥3
Piso del dosel mas frecuente (m)	10-20	10-20	10-30

### 6.6.3 Bosques Mixtos

En el cuadro 18 se presentan las características generales de los bosques mixtos muestreados por el IFN.

**Cuadro 18.** Características generales de los bosques mixtos muestreados por el IFN

Variables	BMJ	BMA	BMP
Area basal(m <sup>2</sup> )/ha	3.97	9.96	14.55
Vol(m <sup>3</sup> )/ha	23.11	80.61	105.34
Clases diametricas presentes	2-5	2-7	3-7
Clase diametrica mas frecuente(cm)	10-19.9	30-39.9	30-39.9
Pisos del dosel presentes	2	2-3	3
Piso del dosel mas frecuente(m)	5-9	10-20	10-30

## 6.7 PROPUESTA DE CLASIFICACIÓN DE TIPOS DE BOSQUE

La presente propuesta de clasificación permite conocer el estado de los bosques en cuanto a la intervención humana, este aspecto permite conocer la dinámica forestal de una región. Esta clasificación combina la clasificación en campo y en gabinete, ya que se compone de características observables y de características puntuales obtenidas en gabinete a partir de información recolectada en campo.

Es importante aclarar que la aplicación de esta o cualquier otro sistema de clasificación de los bosques, depende del objetivo del inventario, si el objetivo del inventario es obtener información sobre la dinámica forestal y la productividad es necesaria una regionalización y la clasificación debe contener elementos sobre la intervención humana y sobre las características del bosque en cuanto a sus productos y su productividad. Si el inventario tiene fines ecológicos, la estratificación y la clasificación deben tener concordancia y basarse ambas en criterios ecológicos

La clasificación propuesta se compone de cuatro niveles superiores el primero se refiere a definir el uso de la tierra, el segundo nivel ya específico para bosque busca definir la composición del mismo a nivel de especies, el tercer nivel hace una diferenciación entre bosques según el grado de intervención humana y el cuarto nivel es una guía para conocer el estado de madurez de los bosques secundarios. Los cuatro niveles superiores se dividen en categorías de clasificación, que se obtiene a partir de la medición de ciertos indicadores, para algunos de ellos la clasificación propone ciertos parámetros o normas\*. Un bosque se nombrará con una categoría si presenta varias de las características que definen a la misma.

---

\* Es importante mencionar que estas normas se obtuvieron a partir del análisis de datos proporcionados por el IFN y en ningún momento constituyen informaron concluyente o que pretenda contradecir a expertos en el tema forestal.

## I. NIVEL 1. USO DE LA TIERRA –BOSQUE, NO BOSQUE-.

Tanto bosques naturales bajo manejo o sin manejo, como plantaciones forestales proveen de bienes y servicios ambientales importantes para el hombre y otros seres vivos, la distinción entre estos sistemas se debe a las diferencias en su origen, sus características estructurales su funcionamiento ecológico. En esta propuesta de clasificación se utilizan los términos bosque y plantaciones forestales únicamente con fines de hacer una diferenciación técnica y ecológica, independientemente de los temas de bienes y servicios ambientales, así como de los temas políticos y socioeconómicos que puedan girar en torno a los mismos.

1.
  - a. Presencia dominante de árboles
  - b. Origen natural
  - c. Área mínima de 0.5 Ha
  - d. Cobertura de copas mínimo de 10%
  - e. Árboles con alturas mínimas de 5m
  - f. Áreas anteriormente usadas para la agricultura que se espera se regeneren
  - g. Diversidad de flora y fauna, relativamente alta
  - h. Composición vegetal variada
  - i. Distanciamientos de plantas y árboles aleatorios
  - j. Árboles y plantas de varias edades

**Bosque**

2.
  - a. Presencia dominante de árboles
  - b. Su origen es la siembra directa o indirecta
  - c. Generalmente consiste en un monocultivo
  - d. En general posee clase etaria pareja, o un máximo de tres clases etarias.
  - e. El distanciamiento es regular
  - f. Contrario al bosque puede estar constituido por especies introducidas

**Plantación forestal o  
Bosque plantado**

3.
  - a. Plantaciones de frutales
  - b. Sistemas agroforestales (sistemas silvopastoriles, sistemas agrosilvopastoriles, sistemas de producción forestal multipropósito, sistemas secuenciales o barbechos, sistemas de cultivos permanentes agroforestales, practicas agroforestales de cultivos anuales, fajas antierosivas)
  - c. Areas que se han utilizado para la agricultura, que son abandonadas, pero se sabe seguirán degradándose
  - d. Cualquier uso predominante de la tierra que no sea bosque (cultivos agrícolas, potreros, usos urbanos, usos industriales, etc)

**No bosque**

## II. NIVEL 2. TIPOS DE BOSQUE SEGÚN COMPOSICION DE ESPECIES

1. Más del 75% de la cubierta de copa o área basal corresponde a latí foliadas.

**Bosque latifoliado**

2. Más del 75% de la cubierta de copa o área basal corresponde a confieras.

**Bosque confiero**

3. Bosque en el cual ni las confieras, ni las latifoliadas representan mas del 75% de cobertura de copa o del área basal

**Bosque mixto**

### III. NIVEL 3. TIPO DE BOSQUE SEGÚN LA INTERVENCION HUMANA

1.
  - a. Nunca ha sido completamente aclarado o no se tiene evidencia de ello
  - b. Se mantienen el proceso natural del bosque, que permiten un equilibrio dinámico entre todos los actores
  - c. Se mantiene la estructura del bosque
  - d. Es posible que algunas comunidades que viven tradicionalmente hagan uso del bosque sin alterar los procesos y dinámicas naturales del mismo.
  - e. Posee características de bosque primario en cuanto a su estructura horizontal, su estructura vertical y su composición
  - f. Posee mas de tres o mas de tres pisos de dosel
  - g. Posee árboles casi todas o todas las clases diametricas, comprendidas en el rango de diámetros presentes.
  - h. Hay diversidad de especies

#### **Bosque primario no intervenido**

2.
  - a. Tiene características de bosque viejo o primario
  - b. Esta siendo o ha sido intervenido, por lo que presenta alteraciones de leves a moderadas. Se incluye en estas intervenciones la aplicación de técnicas silviculturales.  
Hay o hubo extracción excesiva de productos forestales no maderables  
Ocurre una explotación forestal en la que la estructura forestal no se ve significativamente dañada.  
Bosques sujetos a pastoreo excesivo donde hay un desarrollo deficiente del sotobosque y ausencia de clases jóvenes en el dosel forestal

#### **Bosque primario intervenido**

3.
  - a. Sufrió cambios en su estructura y composición producto de algún disturbio de origen natural (inundaciones, incendios de origen no antropogénico)
  - b. Su estructura y composición de especies son de un bosque joven
  - c. No posee todas las clases diametricas
  - d. El sotobosque y los pisos de dosel inferiores son mas densos que en el bosque primario

#### **Bosque secundario no antropogénico**

4.
  - a. Tuvo un uso intensivo y fue talado casi en su totalidad
  - b. Estuvo sometido al sistema agrícola de rozas
  - c. Bosques donde se practicaba la agricultura seminómada
  - d. Difiere del bosque primario en la composición de especies y en la fisonomía.
  - e. No posee todas las clases diamétricas
  - f. El sotobosque y los pisos de dosel inferiores son más densos que en el bosque primario
  - g. Posee tres o menos pisos de dosel
  - h. Puede tener de 20 a 65 tocones por ha.

#### **Bosque secundario de origen antropogénico**

#### IV. NIVEL 4. TIPO DE BOSQUE SEGÚN LA MADUREZ DE LA SUCESION SECUNDARIA

1.
  - a. Los bosques coníferos y mixtos pueden tener árboles hasta de 90 cm. de diámetro, los bosques latifoliados llegan a tener diámetros de hasta 110 cm o más.
  - b. La clase diamétrica más frecuente está entre los 30 y 29.9 cm.
  - c. Posee entre 2 y 4 pisos de dosel
  - d. Las alturas de árboles más frecuentes, son las que se ubican entre los 10 y 20m.
  - e. Los bosques latifoliados poseen

#### **Bosque secundario avanzado**

2.
  - a. Los bosques pueden tener árboles hasta de 60 cm. de diámetro.
  - b. La clase diamétrica más frecuente está entre los 10 y 29.9 cm.
  - c. Posee entre 2 y 4 pisos de dosel
  - d. Las alturas de árboles más frecuentes para los bosques coníferos y mixtos están entre los 5 y 9 metros y para los latifoliados entre los 10 y los 20 m.

#### **Bosque secundario joven**

## 7. CONCLUSIONES

7.1 El uso de umbrales para características como la altura y la cobertura mínima de copas puede resultar excluyente en ciertos ecosistemas o incluyente en otros, que para muchos no serían considerados como bosques. Por lo que en determinado momento se podría estar subestimando o sobreestimando información.

7.2 Algunos de los criterios utilizados en la clasificación de tipos bosque usada en el Inventario Forestal Nacional, no poseían variables e indicadores claramente establecidos, ocasionando confusiones al momento de clasificar los bosques en campo.

7.2 Para evaluar el nivel 1 de la clasificación, el cual se refiera bosque y no bosque se encontraron 7 variables aplicables a la información obtenida con el Inventario Forestal Nacional, para el nivel dos, que distingue entre bosques latifoliados, coníferos o mixtos, se evaluaron 2 variables y ambas resultaron aplicables de acuerdo a la información del inventario. Para el nivel tres, que diferencia entre bosque primario, secundario joven o secundario avanzado, se evaluaron 5 variables de las cuales cuatro resultaron aplicables para clasificar según las categorías y la información del inventario.

7.4. Según la comparación realizada entre la clasificación realizada por estimación ocular de la cobertura de copas y por el área basal, se concluyó que no existe una diferencia significativa y ambas variables son aplicables y veraces, siempre y cuando se tenga en cuenta que el bosque no es únicamente la unidad de muestreo sino que abarca también los alrededores de la misma.

7.5 Es posible que en el proceso de clasificación de tipos de bosque se haya subestimado o sobreestimado información, debido a que en el sistema de clasificación utilizado ocurrió la mezcla de criterios con atributos, como es el caso del nivel 3 donde se mezcló el uso de la tierra plantación y se mezcló el atributo bosque de galería. También ocurrió en el nivel 3 la mezcla de variables sobre intervención humana dentro del bosque, con variables propias de la sucesión ecológica.

7.6 Durante el Inventario Forestal Nacional, se hicieron evidentes limitantes, para la clasificación de bosques en inventarios nacionales, como la escala de trabajo, ya que hay características que cambian según el nivel del estudio; un bosque que muestre ciertas características dentro de la superficie cubierta por la unidad de muestreo puede mostrar otras más allá de la superficie que la unidad abarca. En estos casos la clasificación depende más que de parámetros puntuales, de la experiencia y el criterio del profesional forestal y su equipo.

## 8. RECOMENDACIONES

8.1 Se recomienda que la clasificación del tipo de bosque se haga tanto en campo como en gabinete. La clasificación de campo debe estar acompañada de una breve descripción y justificación, con el motivo de no tener mayor problema al ser corroborada en gabinete.

8.2 Se recomienda que al realizar un inventario forestal nacional se tomen en cuenta para su estratificación y la clasificación de tipos de bosque, los objetivos del inventario.

8.3 Se recomienda tener en cuenta la propuesta de clasificación de bosques presentada en este estudio, ya que esta contiene un componente de intervención humana, el cual resulta de actualidad e importancia si se pretende hacer una clasificación que refleje la dinámica forestal del país. Además distingue las categorías según la sucesión ecológica y la intervención humana.

8.4 Se recomienda que al realizar inventarios forestales a nivel nacional o regional, se definan indicadores para medir la influencia del hombre sobre los bosques específicamente en cuanto al grado de intervención.

8.5 Las herramientas de caracterización pueden ser auxiliares al momento de clasificar los bosques del país, sin embargo es necesario aclarar que estas provienen de la información obtenida en el Inventario Forestal Nacional y no constituyen normas o parámetros puntuales.

8.6 Es importante hacer nuevos estudios que den información veraz para el establecimiento de establecer normas y herramientas de clasificación que permitan hacer una adecuada clasificación de los bosques del país.

## 9. BIBLIOGRAFIA

1. Baker, F. 1950. Principles of silviculture. United States of America, Mc Graw-Hill. 414 p.
2. CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR). 2002. Inventarios forestales para bosques latifoliados en América Central. Ed. por Oroza L. y Bruner, C. Turrialba, Costa Rica. 264 p.
3. Cruz S, JR De la. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 23 p.
4. Daniel, W. 1999. Biostatistics: a foundation for analysis in the health sciences. US, J. Wiley. 555 p.
5. FAO, IT. 1998a. Forest resources assesment 2000: directrices para la evaluación en los países tropicales y subtropicales. 34 p.
6. \_\_\_\_\_. 1998b. Forest resources assesment 2000: términos y definiciones. Roma, Italia. s.p.
7. \_\_\_\_\_. 2002a. Evaluación de los recursos forestales mundiales 2000. Roma, Italia. 468 p.
8. \_\_\_\_\_. 2002b. Expert meeting on harmonizing forest related definitions for use by various stakeholders (2002, Rome, Italy). Proceedings. Roma, Italia, FAO. 165 p.
9. \_\_\_\_\_. 2003. Second expert meeting on harmonizing forest-related definitions for use by various stakeholders (2., 2003, Roma). Proceedings. Roma, Italia, FAO. 354 p.
10. Lamprecht, H. 1990. Silvicultura en los trópicos. Republica Federal de Alemania, GTZ. 335 p.
11. Mateucci, S; Colma, A. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Washington, US, OEA. 168 p.
12. Movimiento Mundial por los Bosques Tropicales, UY. 2003. Las plantaciones no son bosques. Montevideo, Uruguay. 234 p.
13. OIMT (Organización Internacional de las Maderas Tropicales, JP). 2002. Directrices de la OIMT para la restauración, ordenación y rehabilitación de bosques tropicales secundarios y degradados. Japón. 88 p.
14. Orantes, P. 1995. Composición y caracterización preliminar de 3 etapas sucesionales de bosque secundario en campos abandonados después de cultivar maíz en la reserva de la Biosfera Maya. Tesis Lic. Biol. Guatemala, USAC. 87 p.
15. Pinelo, G. 2003. Propuesta metodológica: validación indicadores sobre estructura y composición de rodales: protocolo monitoreo biológico WWF en bosques de alto valor de conservación. Guatemala, Fundación Naturaleza para la Vida. 20 p.
16. Prodan, M; Peters, R; Cox, F; Real, P. 1997. Mensura forestal. San José, Costa Rica, IICA. 586 p.

17. Ramírez, C; Rodas, R. 2003. Metodología del inventario forestal nacional. Guatemala, PAFG. 76 p.
18. Stadtmüller, T. 1987. Bosques nublados en el trópico húmedo. Turrialba, Costa Rica, Universidad Naciones Unidas. 35 p.
19. Standley, P; Steyermark, J. 1945. The vegetation of Guatemala, a brief review. *In* Verdoorn, F. [ed.]. Plants and plant science in Latin America. New York, US, Ronald Press. p. 275-278.
20. Tourney, J. 1959. Foundations of silviculture. US, John Wiley. 468 p.
21. Villar, L. 1997. Manuscrito geografía ecológica de Guatemala. Guatemala, USAC, CECON. 23 p. Sin publicar.
22. Wadsworth, F. 2000. Producción forestal para América Tropical. Estados Unidos de América, Departamento de Agricultura de los EE.UU. 603 p.

10. ANEXOS  
CUADROS AUXILIARES

**Cuadro 19 A.** Frecuencia de clases diametricas en la muestra de bosque latifoliado del IFN, según cada categoría de bosque del nivel 3

clase diametrica	BLJ	BLA	BLP
10-9.9	98	110	30
20-29.9	50	95	167
30-39.9	75	364	770
40-49.9	30	148	455
50-59.9	11	57	198
60-69.9	2	25	100
70-79.9	1	15	76
80-89.9	2	4	37
90-99.9	0	2	5
100-109.9	0	5	11
>110	0	6	25

**Cuadro 20 A.** Frecuencia de clases diametricas en la muestra de bosque conifero del IFN, según cada categoría de bosque del nivel 3

clase diametrica	BCJ	BCA	BCP
10-9.9	73	70	20
20-29.9	21	24	2
30-39.9	66	116	27
40-49.9	11	76	24
50-59.9	4	28	15
60-69.9	9	15	25
70-79.9	0	3	2
80-89.9	0	4	0
90-99.9	0	0	0
100-109.9	0	2	0
>110	0	0	0

**Cuadro 21 A.** Frecuencia de clases diamétricas en la muestra de bosque conífero del IFN, según cada categoría de bosque del nivel 3

clase diamétrica	BMJ	BMA	BMP
10-9.9	32	68	36
20-29.9	16	33	13
30-39.9	29	129	64
40-49.9	6	47	41
50-59.9	1	6	8
60-69.9	0	2	7
70-79.9	0	0	2
80-89.9	0	1	0
90-99.9	0	0	0
100-109.9	0	0	0
>110	0	0	0

