UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

CARRERA DE INGENÍERIA FORESTAL

GUIA DE METODOS PARA MEDIR LA BIODIVERSIDAD

Zhofre Aguirre Mendoza

Loja-Ecuador
2013

INDICE GENERAL

Contenido	**Paginas**
1. INTRODUCCIÓN	1
Objetivos	2
2. CRITERIOS PARA LA CLASIFICACION DE LA VEGETACIÓN DEL ECUADOR, tomado de Sierra *et al*. (1999)	3
2.1. Estructura y Nomenclatura	3
2.2. Descripción de los criterios	5
2.2.1. Criterios fisionómicos	5
2.2.2. Criterios ambientales	6
2.2.3. Criterios bióticos	7
2.2.4. Criterios topográficos	9
2.2.5. Las regiones naturales del Ecuador	10
3. SALUD DE LOS ECOSISTEMAS	12
3.1. Proceso de destrucción y recuperación de los páramos	12
3.2. Proceso de destrucción y recuperación de los bosques andinos	13
3.3. Proceso de destrucción y recuperación del bosque seco pluviestacional	14
3.4. Proceso de destrucción y recuperación del bosque húmedo tropical	15
4. METODOLOGIA PARA LEVANTAR INFORMACIÓN PARA DETERMINAR LA COMPOSICIÓN FLORÍSTICA, ESTRUCTURA Y DIVERSIDAD DE LA VEGETACIÓN.	16
4.1. Composición florística, estructura en parcelas permanentes	16
4.1.1. Selección del área para implementar la parcela	16
4.1.2. Delimitación de la parcela de estudio	16
4.1.3. Registro de datos de campo	17
4.2. Composición florística, estructura en transectos y parcelas de muestreo temporales	19
4.2.1. Selección y delimitación de los transectos de muestreo	19
4.2.2. Recolección de datos	20
4.2.3. Regeneración natural	21
4.2.4. Procedimiento para realizar perfiles estructurales de la vegetación natural en parcelas permanentes y temporales	22
5. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN COLECTADA EN LOS INVENTARIOS	24
5.1. Parámetros estructurales	24
5.1.1. Composición florística	24
5.1.2. Parámetros dasométricos y volumétricos	24
5.1.3. Área basal	24
5.1.4. Factor de forma	24
5.1.5. Volumen o masa forestal	25
5.1.6. Estructura diamétrica del bosque nativo	26
5.1.7. Parámetros estructurales del bosque	27
5.2. Medición de la diversidad de especies	28
5.2.1. Diversidad especifica	28
5.2.2. Tipos de diversidad	29
5.2.3. Como medir la diversidad?	29
5.2.4. Los índices que miden la diversidad biológica	30
6. ELEMENTOS PARA LA MEDICIÓN DE LA DIVERSIDAD DE FAUNA	39

7. DEFINICIÓN DE ESPECIES FOCALES PARA ACCIÓN DE CONSERVACIÓN 46
8. EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE ESPECIES VEGETALES IDENTIFICADAS EN LOS DIFERENTES TIPOS DE COBERTURA VEGETAL NATURAL 48
8.1. Especies endémicas 48
8.2. Estado de conservación de las especies vegetales no endémicas 48
8.2.1. Sectorización 48
8.2.2. Levantamiento de la información y recolección de muestras 48
8.2.3. Procedimiento para la evaluación del estado de conservación de las plantas 49
8.2.4. Criterios usados como insumos para estimar el estado de conservación 49
8.2.5. Calificación del estado de conservación 51
9. METODOLOGIA PARA EVALUAR EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA VEGETACIÓN 53
9.1. Descripción de la vegetación 53
9.2. Caracterización de los estratos de la vegetación 53
9.3. Grado de Intervención antrópica 54
9.4. Apariencia del tipo de vegetación, en base a la altura de los hábitos de crecimiento y cobertura 54
9.5. Presencia de especies características, pioneras y/o clímax por tipo de Vegetación 55
9.6. Presencia de epifitas vasculares y no vasculares 55
9.7. Grosor de la capa de hojarasca debajo del bosque/páramo/matorrales 55
9.8. Calificación final 55
10. CONCEPTOS DE VARIABLES Y ATRIBUTOS USADOS EN LOS ESTUDIOS DE LA VEGETACIÓN 57
11. BIBLIOGRAFÍA 68
12. APENDICES 71

1. INTRODUCCION

La biodiversidad es la riqueza biológica de un área geográfica. Uno de los aspectos más importantes y fácil de observar es la vegetación, conceptualizándose, entonces la vegetación como el conjunto de elementos florísticos que están ocupando una superficie determinada y que en conjunto determinan formas estructurales distintas, pudiendo ser bosques, matorrales, paramos, etc., y, toda esta cubierta tiene su propia composición florística, estructura y diversidad que la caracterizan y origina su nombre. En cambio flora, se refiere a los elementos florísticos: especies, que están presentes con diferentes individuos formando poblaciones, en este instante es necesario conocer su diversidad florística. Estos a su vez pueden ser árboles, arbustos, hierbas, epifitas, que a su vez están determinados por varios elementos limitantes y favorables, como la humedad, precipitación, temperatura, tipo de suelo. Esta preferencia de la flora por una determinada área o hábitat se conoce como la distribución de la flora. Aspecto muy importante para determinar acciones de manejo y conservación florística.

Los estudios de la flora son el referente más importante de la diversidad florística, a partir de éstos se conoce su densidad, abundancia, dominancia, diversidad, importancia ecológica y el potencial de las especies útiles para medicinas, fibras, ornamentales, alimentos para la humanidad, etc. La flora en su estado natural, es muy diversa y ha brindado por siglos una serie de beneficios a nativos y colonos.

De otro lado es importante resaltar que los indígenas han vivido en armonía con la naturaleza usando los recursos florísticos desde tiempos inmemorables, realizando un tipo de extractivismo de subsistencia. Lamentablemente en los últimos tiempos la apertura de carreteras, de mercados, ha incentivado a indígenas y colonos a la sobreexplotación de los recursos existentes, ya sea para extracción de madera, ampliación de frontera agrícola, extracción de subsistencia. Esto ha disminuido las posibilidades de conocimiento de especies que posiblemente eran muy escasas, pero que con estas actividades se exterminaron localmente y en otras ocasiones a nivel nacional. Por esta razón es muy importante que se caracterice la vegetación y la flora, para de esta manera documentar su existencia, abundancia y diversidad.

En todo estudio de vegetación de un ecosistema es importante ir un poco mas allá de los típicos inventarios que únicamente dan datos cualitativos de la existencia de flora en los diferentes tipos de vegetación. Los listados de especies que crecen en un área, no tienen mayor utilidad para planificar el manejo. Por eso la tendencia actual es cuantificar la información florística mediante el muestreo de las diferentes categorías de cobertura vegetal (ecosistemas). Con los datos del muestreo se pueden obtener parámetros estructurales: densidad, abundancia, dominancia, frecuencia, índice de valor de importancia e índices de diversidad y similitud que permiten medir la diversidad e interpretar el real estado de conservación de la flora de un sector determinado.

Esta información permite conocer como funcionan los bosques y otros tipos de cobertura vegetal, y se constituye en una herramienta para planificar y ejecutar su manejo. En esta perspectiva es muy importante que el Ingeniero Forestal, Agrónomo, Ambiental y Biólogo conozca las herramientas metodológicas que le permita caracterizar la vegetación y la flora en cualquier ecosistema.

Este documento contiene la metodología para establecer parcelas permanentes y temporales, las herramientas para calcular los parámetros estructurales y volumétricos de la

flora en diferentes tipos de vegetación natural. Además los elementos para calcular los índices de diversidad y similitud. También las técnicas para elaborar los perfiles estructurales vertical y horizontal. Adicionalmente dos aspectos que permiten determinar el estado de conservación de las especies vegetales y de la vegetación en su conjunto. Todos estos temas son tratados de manera sencilla, pero con fuerte contenido práctico.

Objetivos

Objetivo general

- Proponer una guía metodológica que permita conocer los métodos para caracterizar la diversidad y los parámetros estructurales de los ecosistemas naturales de una zona, para valorar sus recursos y aportar a su conservación.

Objetivos específicos

- Dotar de las herramientas y habilidades para determinar la diversidad florística, estructura de la vegetación en parcelas permanentes y temporales en diferentes categorías de cobertura vegetal.
- Disponer de herramientas metodológicas para conocer el estado actual de conservación de las especies y de la vegetación natural.
- Dar a los estudiantes los insumos necesarios para que mida y exprese la diversidad biológica de un sitio en base a los grupos taxonómicos más representativos.

2. CLASIFICACION DE LA VEGETACIÓN DEL ECUADOR (Sierra *et al*., 1999)

2.1. Estructura y Nomenclatura

Esta propuesta es un híbrido entre los sistemas ecofisiológicos y los fisionómicos, que ha sido adaptada al Ecuador para establecer un sistema eficiente, desde el punto de su estructura como de su lógica organizativa.

El énfasis está en que el sistema de clasificación de la vegetación propuesto provea de información válida a varios niveles de detalle, en especial desde el punto de vista biológico (diversidad, fisiología y formas de vida). Esto quiere decir que debe permitir la diferenciación de formaciones progresivas más especializadas, con variaciones cada vez más sutiles de otras formaciones similares a menor nivel de detalle.

Dentro de este esquema, la vegetación es clasificada por medio de un sistema jerárquico de tres niveles de detalle, cada uno de los cuales establece una definición más restringida de las unidades de vegetación. Esto significa que a niveles mayores de detalle hay más unidades y que estas son agregables en unidades más generales a niveles con menor detalle. El interés es ofrecer un esquema de clasificación que pueda ser aplicado con la información y las herramientas disponibles, las unidades más generales de vegetación pueden ser asociados a patrones ambientales fáciles de estudiar, caracterizar y mapear (ejemplo, clima, flujos de energía y suelo) siguiendo criterios establecidos por las relaciones ecofisiográficas y ambientales. Las unidades más específicas no pueden ser identificadas por estos medios y han sido establecidas en este trabajo para el Ecuador con base a la regionalización florística. Más detalle a este nivel requiere de la información florística en el campo (a nivel local).

El **nivel más general** es llamado **formación tipo**, definido por las características fisionómicas dominantes o formas de vida (morfología de la vegetación) que reflejan adaptación para cierto tipo de ambiente, pero cuyos elementos pueden guardar poco o ninguna relación taxonómica, evolutiva, morfológica final y/o geográfica entre sí. Formaciones tipo son, por ejemplo, matorral, sabana y bosque.

Las formaciones tipo pueden a su vez caracterizarse con mayor detalle y ser divididas en **clases de vegetación**. Los elementos característicos de cada una de las formaciones vegetales dentro de una formación tipo están relacionados con su dinámica y sus formas estructurales finas. Este nivel enfatiza sobre dos criterios de la vegetación: estructura y fenología. A este nivel, por ejemplo, aquellos bosques con estructura simple, como los bosques montanos altos (ejemplo ceja andina), son claramente diferenciables de los bosques con estratos múltiples de las regiones bajas. Formaciones tipo como bosque puede subdividirse además por su fenología en siempreverde, semideciduo y deciduo.

El **tercer nivel**, **tipos de vegetación o formaciones naturales**, resalta las variaciones altitudinales de la vegetación, la relación con los elementos del paisaje como ríos, lagunas y océanos, y las diferencias biogeográficas entre unidades morfológicamente similares pero con historias evolutivas aisladas (al contrario del nivel de formación tipo). Esta diferenciación, a su vez, permite identificar en forma general las variaciones en la composición florística de regiones más o menos amplias. Las variaciones altitudinales están definidas por los pisos florísticos del Ecuador, cada uno de estos pisos representa una unidad más o menos homogénea y con una composición florística diferente a las de los pisos superiores e inferiores. Las variaciones en composición que se deben a barreras de flujo

genético que están identificadas en esta propuesta por las regiones naturales y están dominadas por límites naturales como montañas, ríos o sus cuencas, etc.

Dos regiones naturales distintas son por ejemplo las estribaciones occidentales y las estribaciones orientales de los andes. Dentro de estas regiones naturales aparecen tipos de vegetación diversos, es decir fisonómica y fenológicamente heterogéneos, cuyos elementos guardan cierta relación evolutiva entre sí pero que son diferentes de los encontrados en otras regiones naturales. Por ejemplo los bosques tropicales (húmedos) siempre verdes de las tierras bajas de la Amazonía constituyen una unidad distinta que los bosques similares en el occidente de los andes. Otro ejemplo son los páramos del norte y sur del país.

La nomenclatura propuesta para identificar los tipos o formaciones naturales del Ecuador ha sido adaptada del trabajo de Huber y Alarcón (1998) con modificaciones significativas para sujetarse a la estructura jerárquica mencionada. La nomenclatura que define una formación natural o tipo de vegetación específico se establece a tres criterios generales y ocho criterios específicos para la clasificación de la vegetación. El nivel de formación tipo está definido por criterios fisonómicos. Las formaciones tipo pueden ser subdivididas en unidades más homogéneas con base en criterios ambientales, bióticos y topológicos. El nivel de detalle más fino previsto en esta propuesta es la diferenciación de tipos de vegetación basada en los pisos florísticos y las regiones y subregiones naturales del Ecuador.

Cualquier formación vegetal puede ser definida por uno o más de estos criterios, pero hay criterios más restrictivos que pueden ser aplicados solo cuando uno más general ya ha sido aplicado. Por ejemplo, la formación tipo “herbazal” puede ser subdividida en formaciones vegetales específicas dependiendo de que si los herbazales son lacustres o ribereños, que si ocurren en tierras bajas en la cordillera o si están al este o al oeste de la cordillera.

Nomenclatura: Nombre de la formación natural:

[(TIPO FISONOMICO)**]** + **[**(CARACTERISTICAS CLIMATICAS) + CARACTERISTICAS HIDRICAS) + (CARACTERISTICAS FENOLOGICAS) + CARACTERISTICAS FLORISTICAS)**]** + **[**(CARACTERISTICAS TOPOLOGICAS) + (PISO FLORISTICO) + (REGION NATURAL)**]**

Donde, [ ] define el grupo de criterios generales necesario para nombrar formaciones tipo y formaciones vegetales. El primer grupo de criterios identifica las formaciones tipo. El segundo grupo define las formaciones vegetales. El tercer grupo define los tipos de vegetación del Ecuador. Los criterios generales de formación natural o tipo de vegetación están construidos por un grupo de criterios específicos, identificados dentro de **(** **)**. El uso del criterio fisonómico que define las formaciones tipo es obligatorio, independientemente del nivel de detalle deseado, y en algunos casos elimina la necesidad de más definición (como en manglar). Así mismo, con pocas excepciones (como páramo y gelidofitia), el uso de al menos uno de los criterios específicos que define formaciones vegetales es necesario. Solo con las excepciones que aplican en el caso anterior, el uso de los dos criterios que definen tipos de vegetación (piso florístico y región natural) es obligatorio.

La nomenclatura propuesta usa la menor cantidad posible de criterios de clasificación. Por ejemplo, los bosques secos son necesariamente deciduos o semideciduos. El uso del criterio fenológico, es decir deciduo o semideciduo, hace entonces innecesario el uso del criterio ambiental seco. En la mayoría de los casos, el nombre está definido por el orden establecido

en la formula anterior (1), pero en algunos casos hay cambios que son necesarios para lograr mayor claridad. Por ejemplo, los bosques inundables de la Amazonía pueden ser inundables por aguas blancas o por aguas negras; el nombre aplicado aquí en bosque de tierras bajas inundables por aguas negras o blancas, según sea el caso, para evitar confusión con el origen altitudinal de las aguas de inundación. En otros casos, el uso de los nombres locales y ampliamente reconocidos es suficiente para identificar una formación determinada a nivel local; tal es el caso de moretales, guandales, etc. En estos casos, se recomienda el uso de las denominaciones completas específicas para facilitar la interpretación y la estandarización de la nomenclatura a nivel nacional e internacional.

Se prefiere el uso del nombre más corto que identifique claramente la unidad de estudio. Una formación tipo puede ser definida como bosque húmedo siempreverde inundable de tierras bajas o bosque inundable de tierras bajas, ya que no se anticipa encontrar una formación de bosque seco inundable; si hubiera tal, el nombre bosque húmedo inundable sería necesario. El tipo de vegetación podría ser definido entonces como bosques de tierras bajas inundables por aguas negras. Así mismo, la formación tipo herbazal adquiere mayor definición por el uso de, por ejemplo, criterios topológicos: herbazal lacustre o herbazal ribereño de tierras bajas.

2.2. Descripción de los Criterios

2.2.1. Criterios fisonómicos

Se refieren a la estructura y fisionomía de las formaciones. Por ejemplo, los tipos reconocidos en el sistema propuesto aquí son: árboles con copa, matorrales, almohadillas, hierbas y hierbas acuáticas. Además se identifica como tipos de vegetación aquellas formaciones fisonómicas incluidas dentro de grupos más amplios, como por ejemplo palmas, lianas, epífitas y suculentas.

Los tipos fisonómicos reconocidos en el Ecuador son:

- **Manglar**

Los manglares son asociaciones anfibias de plantas leñosas arbóreas o arbustivas perennifolias de varias familias, con alta tolerancia a la salinidad. Ocurren en zonas planas de estuarios y otras zonas de interacción entre las mareas y el agua dulce de ríos y esteros. Forman un bosque denso, cuyos árboles tienen raíces fulcreas (zancudas) con neumatóforos. La altura del dosel es variable y está generalmente entre 3 y 12 m, aunque en la Costa norte el Ecuador pueden alcanzar 25 m o más. En este estudio se reconoce tres, tipos, aunque, por falta de información, se los considerado en uno solo. El manglillo o mangle enano es una formación de menos de 5 m. En contraste con los manglares propiamente dichos, que crecen en suelos especialmente pobres y salinos. Posiblemente existen además al menos otros dos tipos generales de manglar: litoral y ribereño, con ciertas diferencias florísticas y estructurales. Los manglares son diferentes de otros tipos de bosques por que reciben sus nutrientes y energía tanto del suelo como del mar.

- **Bosque**

Formación dominada por elementos arbóreos con un tronco, con ramas formando una corona más o menos bien definida. El dosel es de al menos 5 m de altura, pero en la mayoría de los casos sobrepasa los 10 m. Forma un estrato o dosel más o menos continuo, cubriendo por lo menos el 40 % de la superficie, siempre o al menos durante una época del año.

Excepto por casos especiales (como en *Podocarpus*), casi todas las especies arbóreas de las regiones tropicales tienen hojas anchas. Los bosques tropicales de las tierras bajas maduros están compuestos típicamente de tres hasta cinco estratos, pero a mayor elevación puede existir un solo estrato. En tierras bajas, los árboles del dosel alcanzan 30-40 m de altura pero ocurren típicamente en bajas densidades, con 1-3 árboles adultos por hectárea.

- **Matorral**

Formación dominada por plantas leñosas, generalmente ramificadas desde abajo, de más de 0,5 y menos de 5 m de altura. La vegetación puede ser densa y entrelazada o dispersa con un estrato bajo de gramíneas. Puede ser siempreverde o semideciduo dependiendo del régimen hídrico. El dosel es generalmente irregular.

- **Espinar**

Corresponde generalmente a vegetación xerofítica caracterizada por una alta presencia o dominancia de plantas con espinas. Incluye los tipos de vegetación denominados cardonal y espinar. Familias importantes son Cactaceae, Fabaceae, Mimosaceae y Achatocarpaceae. En la costa ocurre cerca de los salitrales. En la Cordillera ocurren en los valles secos.

- **Sabana**

Llanuras cubiertas con vegetación de gramíneas, arbustos y árboles esparcidos, generalmente caducifolios. Presentan un marcado cambio estacional, con un período lluvioso en Ecuador. Durante la época de lluvias, la vegetación germina y las plantas anuales, en especial gramíneas y arbustos, se vuelven dominantes. Los árboles cubren menos del 40 % de la superficie. Existen opiniones contrarias sobre sí ésta es una formación completamente natural o es el resultado de la acción humana extensiva y no sostenida. En el Ecuador posiblemente existan al menos dos tipos de sabanas caracterizadas por el régimen hídrico: sabanas inundables y sabanas no inundables, pero faltan estudios para confirmar esta división.

- **Páramo**

Formación altoandina predominantemente herbácea. Las plantas gramíneas generalmente forman densos haces o penachos. Pueden incluir, además, una cantidad variable de plantas almohadilladas, arbustos pequeños de hojas coriáceas y, en ocasiones, pubescentes. Puede estar intercalado con pequeñas manchas de bosques y/o arbustos, en especial cerca de la ceja andina, la que es denominada como subpáramo por Huber y Alarcón (1988). Los páramos ocurren en una variedad grande de ambientes, desde muy húmedo hasta semiárido. La abundancia y diversidad de formas de vida y especies disminuyen con la humedad. Las plantas están adaptadas a un clima frío y con poca agua, teniendo frecuentemente estructuras xeromórficas. Hay páramos herbáceos y arbustivos.

- **Herbazal**

Formación herbácea formada por hierbas no graminiformes (familias Araceae, Marantaceae y Musaceace) o plantas suculentas (familias Aizoaceae y Chenopodiaceae) asociada típicamente a pantanos o zonas costeras (Huber y Alarcón 1988). En el Ecuador se lo encuentra principalmente alrededor de lagunas o en zonas de inundación de ríos.

- **Gelidofitia**

Formación altoandina descrita por Acosta Solis (1982) que posiblemente se trate de superpáramo. La vegetación es dispersa y consiste principalmente de musgos y líquenes sobre un suelo arenoso con abundantes piedras y rocas cerca del limite nival inferior.

2.2.2. Criterios ambientales

- **Climáticos**

Estos criterios reflejan la influencia del clima y otros factores meteorológicos sobre la vegetación. La clasificación resultante es la siguiente:

Secos

Se consideran secas las formaciones que ocurren en regiones donde la evapotranspiración potencial es mayor que la precipitación real (Koppen, 1936; Walter y Breckle, 1985), lo que resulta en un déficit hídrico durante parte del o todo el año. Cañadas (1983) ubica las zonas secas del Ecuador principalmente en la Costa, en regiones con menos de 1500 mm de lluvia al año. Los tipos de vegetación secos se pueden identificar usando características específicas como la presencia de especies deciduas (que forman bosques deciduos o semideciduos), arbustos enanos y ramificados; forma de la copa de plantas leñosas aparasolada (como paraguas); hojas engrosadas (crasuláceas), predominancia de plantas espinosas; presencia de plantas anuales en la época de lluvia (cucurbitáceas, poáceas, malvaceas). Dependiendo de la sequedad, estas formaciones van desde muy abiertas a semi-cerradas. En la época seca hay generalmente ausencia de un estrato inferior denso. La diversidad de helechos es reducida y, si están presentes, usualmente son pocas especies.

Húmedos

Se consideran húmedas las formaciones que ocurren en zonas con abundancia y hasta exceso de agua la mayor parte del año (Huber y Alarcón 1988). Incluyen los tipos climáticos I (húmedo Ecuatorial) y II (tropical con lluvias estacionales) de Walter y Breckle (1985). Presentan una gran dominancia de especies siempreverdes. Sin embargo, no siempre es posible establecer el balance hídrico comparando precipitación y evapotranspiración debido a la influencia de precipitación horizontal (garúa y neblina) en ciertas condiciones y localidades. La vegetación húmeda es densa, sea en bosque o en páramo. El dosel de los bosques de estas formaciones varía en altura pero es generalmente cerrado. Un porcentaje menor (25 %) de individuos puede ser estacionalmente o facultativamente deciduo (algunas especies de los géneros *Cordia, Erythrina, Triplaris, Parkia, Ceiba, Tabebuia, Genipa*). Se encuentran pocas plantas espinosas. Son generalmente abundantes en palmas, bejucos y lianas, en especial en tierras bajas. La diversidad de las epífitas es mayor que en los bosques secos. En los páramos húmedos se encuentran almohadillas, plantas arrosetas (*Puya, Espeletia*) y licopodios. En las zonas anegadas ocurre gran cantidad de musgos.

De neblina

Formaciones principalmente boscosas cubiertas constantemente por neblinas y lluvias orográficas (Huber y Alarcón, 1988). Ocurren generalmente en los flancos de las Cordilleras, incluyendo Cordilleras bajas de la costa y la Amazonía, son similares a los bosques húmedos,

pero los troncos y ramas están generalmente cubiertos de musgos, helechos y epífitas; en general hay una gran diversidad de helechos.

- **Hídricos**

Se refieren a los ciclos hídricos superficiales que afectan a la estructura y composición de las comunidades vegetales, especialmente de los bosques.

Inundables

Se consideran inundables las formaciones inundadas estacional o periódicamente. No incluyen los manglares, inundados periódicamente por la marea. Generalmente ocurren en zonas bajas. Pueden ser inundables por "aguas negras" (agua con pocos sedimentos suspendidos) o "por aguas blancas" (agua con sedimentos suspendidos) en la Amazonía. En la Costa solo se reconocen formaciones inundables por aguas negras.

Inundados

Se consideran las formaciones permanentemente o casi siempre inundadas. Generalmente ocurren en zonas bajas.

2.2.3. Criterios bióticos

Los criterios bióticos caracterizan la composición y la fenología de las subunidades de las formaciones tipo. Cuando se usan para identificar un tipo de vegetación se anteponen al criterio ambiental.

- **Florísticos**

Los criterios florísticos se refieren a asociaciones florísticas o taxonómicas específicas. Estos pueden identificar, por ejemplo, rodales o elementos característicos. Por el momento se identifican cinco asociaciones.

De palmas

Esta es una formación boscosa con un alto número de palmas, aunque no necesariamente dominadas por éstas, como los bosques de *Mauritia flexuosa*, llamados en el Ecuador "Moretales" o "morichales". Podría también aplicarse a bosques con abundancia de tagua *Phytelephas aequatorialis.*

Herbáceo

Se consideran herbáceas las formaciones dominadas por hierbas, usualmente en penacho (manojo). Los grupos de hierbas pueden estar entremezclados con pequeños arbustos.

De Almohadilla

Estas son formaciones altoandinas parameras con presencia de almohadillas, plantas pequeñas, generalmente de menos de 30 cm de altura, densamente agrupadas en formas de pequeños montículos.

Arbustivo

Se trata de formaciones altoandinas parameras con presencia mayoritaria de arbustos de hasta 2 m de altura, más o menos dispersos.

De frailejones

En esta formación altoandina paramera el frailejón *Espeletia pyanophylla* domina el estrato arbustivo. En el país solo se puede encontrar en El Carchi y Tungurahua.

- **Fenológicos**

Estos criterios describen los patrones de actividad fotosintética evidenciados por características estacionales como la presencia de hojas y, en algunos casos por los períodos de floración y fructificación. En el Ecuador los límites de tolerancia establecidos en otras regiones no siempre aplican debido, especialmente en la costa, a la influencia de la precipitación horizontal que ocurre con el incremento de la altura y la exposición a los vientos húmedos que vienen del océano.

Siempreverdes

En los trópicos estas formaciones, ocurren típicamente en regiones con estaciones secas que duran menos de un mes al año. Generalmente menos del 25 % de los individuos arbóreos o arbustivos pierde las hojas durante la época seca (Huber y Alarcón 1988). La época de floración no es un buen indicador de la estacionalidad por la gran variabilidad a nivel de especies y de lugares. En el Ecuador la precipitación horizontal incrementa de manera significativa la abundancia de agua en forma de neblina o garúa en zonas costeras hasta aproximadamente 100 km de la costa. En estas áreas, la vegetación siempreverde puede aparecer sobre la vegetación semidecidua aún cuando la precipitación no exceda la evapotranspiración la mayor parte del año.

Semideciduos

En los trópicos estas formaciones, ocurren en regiones con estaciones secas que duran entre uno y seis meses al año. Generalmente, entre el 75 y el 25 % de los individuos arbóreos o arbustivos pierde las hojas durante la época seca. En el Ecuador esta regla se aplica, en términos generales, a las zonas de tierras bajas, pero es afectada drásticamente por la elevación y el incremento de la humedad que llega del océano en forma de neblina y garúa. En estas condiciones climáticas, los pisos superiores cambian paulatinamente a siempreverde.

Deciduos

En los trópicos estas formaciones acurren típicamente en regiones con estaciones secas que duran entre seis y ocho meses al año. Koppen (1939) define los períodos “secos” como aquellos en los que la evaporación potencial es mayor que la precipitación real. Generalmente más del 75 % de los individuos arbóreos o arbustivos pierde las hojas durante la época seca (Huber y Alarcón 1988). En el Ecuador esta regla se aplica, en términos generales, a las zonas de tierras bajas pero es afectada drásticamente por la elevación y el incremento de la humedad que llega del océano en forma de neblina y garúa. En estas condiciones climáticas, los pisos superiores cambian paulatinamente a semideciduos y más arriba a siempreverdes.

2.2.4. Criterios topográficos

- **Topológicos**

La topología se refiere a la relación entre la vegetación y los elementos específicos del paisaje que afectan sus características fisionómicas y/o fenológicas. Al momento se identifican tres elementos del paisaje: océano, lagunas y ríos.

Litoral

Son las formaciones contiguas a la zona de mareas en las costas. Son por lo tanto, resistentes a la salinidad y pueden desarrollarse en suelos pobres y arenosos.

Lacustre

Son formaciones que ocurren en o muy cerca de lagunas, lagos u otros humedales perennes o estacionales.

Ribereño

Son formaciones que ocurren a lo largo de ríos, especialmente en zonas de donde la amplitud de las cuencas hace que la corriente sea lenta, permitiendo el crecimiento de vegetación en cierta forma similar al que ocurre al borde de lagunas o lagos.

- **Pisos florísticos o altitudinales**

Se refieren a la ubicación de las formaciones con respecto al nivel del mar y a los cambios florísticos, fisonómicos y fenológicos correspondientes. Debido a que el énfasis en los cambios florísticos (esto es, los rangos altitudinales de grupos botánicos característicos) son evidentes a diferentes elevaciones en distintas cordilleras (debido a su elevación total, efecto de sombra, distancia al mar, etc.) los rangos son definidos para cada grupo de regiones orográficas. Además, los rangos de elevación en los que tipos de formación y sus formaciones vegetales ocurren disminuyen paulatinamente de norte a sur y hacia la costa, por ejemplo, formaciones equivalentes se pueden encontrar 300 a 400 m. Más abajo en el limite sur del Ecuador que en su extremo norte. En Loja hay páramos a 2900 msnm de altitud. En algunas localidades la vegetación puede encontrarse fuera del rango sugerido debido a condiciones climáticas o geológicas locales. En general, los rangos propuestos son aproximados y pueden variar de acuerdo con las condiciones locales. La tabla 1 resumen los criterios de clasificación aplicables en esta propuesta.

Tabla 1. Zonas altitudinales propuestas, en metros sobre el nivel del mar. No se incluye una definición de la zona sobre los 3600 msnm, debido a que en esta zona solo existe dos tipos de vegetación: páramo y gelidofitia cuyos nombres no requieren de dicha definición.

	Región Pacifica		**Región Andina**				**Región Amazónica**	
			Estribaciones Occidentales		**Estribaciones Orientales**			
	Norte	**Sur**	**Norte**	**Sur**	**Norte**	**Sur**	**Norte**	**Sur**
Tierras bajas	0-300	0-300	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	0-600	0-800
Piemontano	300-450	300-450	300-1300	300-1100	600-1300	800-1300	600-1300	800-1300
Montano bajo	> 450	> 450	1300-1800	1100-1500	1300-2000	1300-1800	> 1300	> 1300
Montano	No aplica	No aplica	1800-3000	1500-2900	2000-2900	1800-2800	No aplica	No aplica
Montano alto	No aplica	No aplica	3000-3400	2900-3300	2900-3600	2800-3100	No aplica	No aplica

- **Descripción de cada piso florístico**

De tierras Bajas

Estas formaciones ocurren a bajas elevaciones, desde el nivel del mar hasta límites específicos. Las formaciones de tierras bajas en la Costa llegan aproximadamente hasta 300 metros de altura. En la región Amazónica, las formaciones de tierras bajas alcanzan 600 msnm.

Piemontano

Se trata de formaciones de transición entre la vegetación de tierras bajas y las de cordillera. Sus características florísticas, por lo tanto, presentan elementos típicos de las dos floras, pero sus límites inferior y superior son también los límites de distribución de cada una de ellas. En las estribaciones occidentales de los Andes las formaciones piemontanas empiezan aproximadamente a 300 metros y alcanzan 1300 msnm en el norte y los 1100 msnm al sur del país. En las Cordilleras de la Costa, esta franja de transición es más restringida y alcanza 450 msnm. En la Región Amazónica, la franja pie-montana alcanza 1300 m snm en el norte y sur del país. Incluye las franjas pie-montana y basi-montana.

Montano Bajo

Esta es la formación andina donde la mayoría de los géneros y familias típicos de las tierras bajas desaparecen. Se encuentran sobre la faja piemontana en un rango altitudinal aproximado que va desde 1300 a 1800 msnm en el norte y de 1100 a 1500 msnm en el sur de las estribaciones occidentales de los Andes. Es la última franja de las cordilleras de la costa, donde aparecen a 450 msnm y avanza hasta las partes más altas. En las estribaciones orientales y en las cordilleras amazónicas, esta franja va desde los 1300 m hasta 2000 msnm en el norte y 1800 msnm en el sur.

Montano

Esta es la formación andina típica, tanto estructural como florísticamente. El ambiente físico es notablemente diferente, con temperaturas promedio menores que en las partes bajas y una constante condensación de niebla. Se encuentra sobre la faja montano baja, en un rango altitudinal aproximado que va desde 1800 a 3000 msnm en el norte de las estribaciones occidentales de los Andes y de 1500 a 2900 msnm en el sur. No existe en la cordillera de la Costa. En las estribaciones orientales y en las amazónicas, va desde 2000 a

2900 msnm en el norte y de 1800 a 2800 msnm en el sur. Es la última franja de las cordilleras amazónicas.

Montano Alto

Corresponde la franja final de la vegetación no herbácea. Su límite coincide con la distribución inferior de los páramos. Se encuentra sobre la faja montana en un rango altitudinal aproximado que va desde 3000 a 3400 msnm en el norte de las estribaciones occidentales de los Andes, de 2900 - 3300 msnm en el sur.

En las estribaciones orientales va desde 2900 a 3600 msnm en el norte y de los 2800 a 3100 msnm en el sur. No existe en las cordilleras amazónicas ni en las de la Costa.

2.2.5. Las regiones naturales del Ecuador.

Las formaciones vegetales del Ecuador se encuentran en una serie de regiones naturales o ecoregionales con historias geológicas, climáticas y evolutivas diferentes. En el Ecuador continental se pueden identificar tres regiones naturales claramente definidas: la región pacífica o costa, la región andina o sierra, y la región amazónica u oriente, cada una de ellas dividida en varias subregiones. Esta categorización es consistente con el concepto de región y subregión establecidas en ecología del paisaje. Los elementos de una región son llamados paisajes, y los elementos del paisaje son denominados unidades del paisaje y corresponden generalmente a los varios tipos de ecosistemas y de usos del suelo.

La tabla 2 identifica las formaciones naturales (o tipos de vegetación) encontrados en el Ecuador hasta el nivel de piso florístico.

Tabla 2. Tipos de formaciones vegetales planteado para el Ecuador Continental.

Nivel I Formación Tipo	**Nivel II Formación vegetal**		**Nivel III Tipo de vegetación**	
Criterio: Fisonómico	**Ambiental**	**Biótico**	**Topológico/ Piso florístico**	**Nombre**
Manglar				Manglar
Bosque	Húmedo	Siempreverde	De tierras bajas	Bosque simpreverde de tierras bajas
	Húmedo	Siempreverde	Piemontano	Bosque siempreverde piemontano
	Húmedo	Siempreverde	Montano bajo	Bosque siempreverde montano bajo
	Húmedo	Siempreverde	Montano alto	Bosque siempreverde monatno alto
	Húmedo inundable	Siempreverde	De tierras bajas	Bosque siempreverde inundable de Tierras bajas (guandual)
	Húmedo inundable	Siempreverde	De tierras bajas	Bosque siempre verde de tierras bajas Inundable por aguas blancas
	Húmedo inundable	Siempreverde	De tierras bajas	Bosque siempre verde de tierras bajas Inundable por aguas negras
	Húmedo inundable	De palmas	De tierras bajas	Bosque inundable de palmas de Tierras bajas (Moretal)
	Seco	Deciduo	De tierras bajas	Bosque deciduo de tierras bajas
	Seco	Semideciduo	De tierras bajas	Bosque semideciduo de tierra bajas
	Seco	Semideciduo	Piemontano	Bosque semideciduo piemontano
	Seco	Semideciduo	Montano bajo	Bosque semideciduo montano bajo

	De neblina	Siempreverde	Montano bajo	Bosque de neblina montano bajo
	De neblina	Siempreverde	Montano	Bosque de neblina montano
Matorral	Húmedo	Siempreverde	Piemontano	Matorral húmedo piemontano
	Húmedo	Siempreverde	Montano bajo	Matorral húmedo montano bajo
	Húmedo	Siempreverde	Montano	Matorral húmedo montano
	Seco	Semideciduo	Litoral	Matorral seco litoral
	Seco	Semideciduo	De tierras bajas	Matorral seco de tierras bajas
	Seco	Semideciduo	Montano	Matorral seco montano
Espinar			Litoral/tierras bajas	Espinar litoral
			Montano	Espinar montano
Herbazal	Húmedo	Siempreverde	Lacustre/de tierras bajas	Herbazal lacustre de tierras bajas
	Húmedo	Siempreverde	Lacustre/Montano	Herbazal lacustre montano
	Húmedo	Siempreverde	Lacustre/Montano alto	Herbazal lacustre montano alto
	Húmedo	Siempreverde	Ribereño/de tierras bajas	Herbazal ribereño de tierras bajas
Sabana				Sabana
Páramo	Húmedo	Herbáceo		Páramo herbáceo
	Húmedo	De frailejones		Páramo de frailejones
	Húmedo	De almohadillas		Páramo de almohadillas
	Húmedo	Arbustivo		Páramo arbustivo
	Seco			Páramo seco
Gelidofitia				Gelidofitia

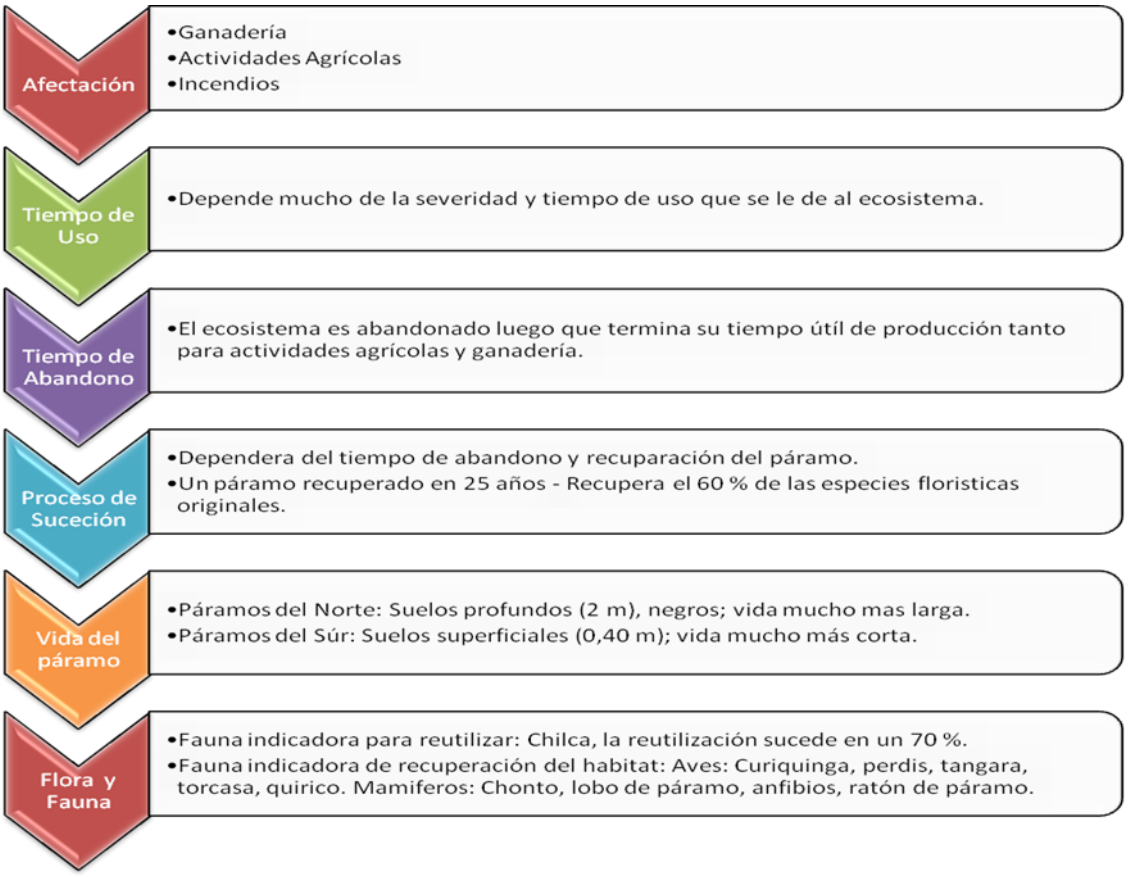
3. SALUD DE LOS ECOSISTEMAS

Todos los ecosistemas sufren alteraciones en espacios geográficos y temporales; y, su salud depende de la intensidad y frecuencia de las actividades deteriorantes. Los ecosistemas atraviesan procesos de alteración y recuperación de sus componentes y en éste la biodiversidad es el indicador más importante para ir monitoreando y tomando decisiones. Para comprender la situación de la salud de los ecosistemas se describe el proceso que sufre cada uno de los principales macroecosistemas del Ecuador.

3.1. Proceso de destrucción y recuperación de los páramos.

Los páramos son ecosistemas típicos de las grandes alturas de los Andes tropicales en Sudamérica, pero con presencia también en Panamá y Costa Rica en Centroamérica y (con otros nombres) en África, Asia y Oceanía. En términos ecológicos, los páramos se caracterizan básicamente por ser ecosistemas que se desarrollan entre 2900 a 4000 msnm (aunque las variaciones locales son notables) y por estar en el cinturón tropical del planeta. Estas dos características esenciales se manifiestan en una estacionalidad diaria (a diferencia de la estacionalidad anual de ecosistemas templados y polares), un frío intenso (especialmente en la noche y madrugada), una alta irradiación ultravioleta (por la delgada capa atmosférica en estas altitudes) y una cobertura caracterizada por una vegetación mayormente herbácea y una generalmente escasa presencia de vegetación arbórea

(Proyecto Páramo Andino, 2008). La vegetación que crece es especialmente graminoidea con dominio de *Stipa icchu* y *Calamagrostis intermedia* y especies de ericáceas, dependiendo de los sitios existen páramos herbáceos, arbustivos de almohadilla, de frailejones y también los superpáramos. El siguiente esquema ilustra el proceso que atraviesan los páramos.



Factores de afectación:

- Ganadería (pastoreo)
- Agricultura (papas)
- Incendios

Tiempo de uso y abandono

El uso depende de la intensidad de la producción, de los insumos de producción.

Se abandona cuando los suelos ya no son productivos, ocurre entre 10-15 años luego de la conversión.

Proceso de recuperación

Los páramos inician su recuperación luego del abandono y en primera instancia aparecen las especies sucesionales, como puyas, llashipa, que forman paulatinamente el hábitat para la llegada de otras especies típicas de los páramos: paja de cerro, valeriana, *Hypericum*.

De igual manera el páramo está recuperado cuando se observan especies de fauna: perdiz, curiquingue.

3.2. Proceso de destrucción y Recuperación del bosque andino

Los bosques montanos tropicales representan uno de los ecosistemas más diversos del mundo. Especialmente los Andes orientales son uno de los «puntos calientes» de biodiversidad del planeta. Comparado con los bosques húmedos bajos, los bosques andinos han recibido poco interés de los científicos y del público en el pasado; a pesar de su función ecológica y económica sumamente importante por ejemplo, en la captación de agua y el control de la erosión. Al mismo tiempo, los bosques montanos representan un ecosistema muy frágil por sus fuertes pendientes que los hacen vulnerables a una erosión extremadamente acelerada en condiciones de intensas lluvias (Bussmann 2005). Alberga gran diversidad biológica y un elevado endemismo florístico especialmente. Además su importancia radica en su función de interceptación y regulación hídrica. La ilustración siguiente ayuda a entender el proceso.

Perturbación

(Flora, fauna, servicos ecologicos)

- **Naturales:** Derrumbes, caída de árboles, cambio climatico, plagas y esfermedades, viento, etc.
- **Antropicas:** Ampliación de la frontera agrícola, pastoreo, extracción de madera, minería, incendios, Sobre ecplotación de PFNM, etc.

Tiempo de uso

- Explotación sustentable o no.
- Tecnicas de explotación
- Severidad
- Frecuencia

Recuperación

- Sin vegetación
- Sucesión primaria (Líquenes y Musgos; suelo de 2-3 cm)
- Helechos, poaceas, asteraceas (suelo 5 cm)
- Plantas pioneras (Aliso, laurel de cera, chilcas, "Hábitat habitable" 5 Años.
- Especies Intermedias (Cletras, nectandras, rubiaceas, oreophanax, epífitas.
- Especies climax (Duco, cascho, licano, simplocos, cascarillas, cedro, romerillo, 20-25 Años).

Fauna

- Pavas, Tucanes, Loros, Mirlos, Columbas, Serpientes, Oso, Danta, Armadillos, Tigrillo, Guanchacas, Anfibios

3.3. Proceso de destrucción y recuperación del bosque seco pluviestacional

Los bosques secos se desarrollan en las zonas tropicales en las que se alterna una estación lluviosa corta y una temporada seca bastante larga de hasta 8-9 meses. Los elementos florísticos de estos bosques pierden al menos el 75 % de sus hojas, durante la prolongada estación seca. En consecuencia, los bosques secos tropicales que son tan verdes y exuberantes durante la época de lluvias, adquieren un aspecto seco en los meses de sequía. Son ecosistemas muy frágiles y que tradicionalmente han proveído de productos forestales maderables y no maderables y, es un espacio para el pastoreo caprino, actividad primaria para la sobrevivencia de la población local.

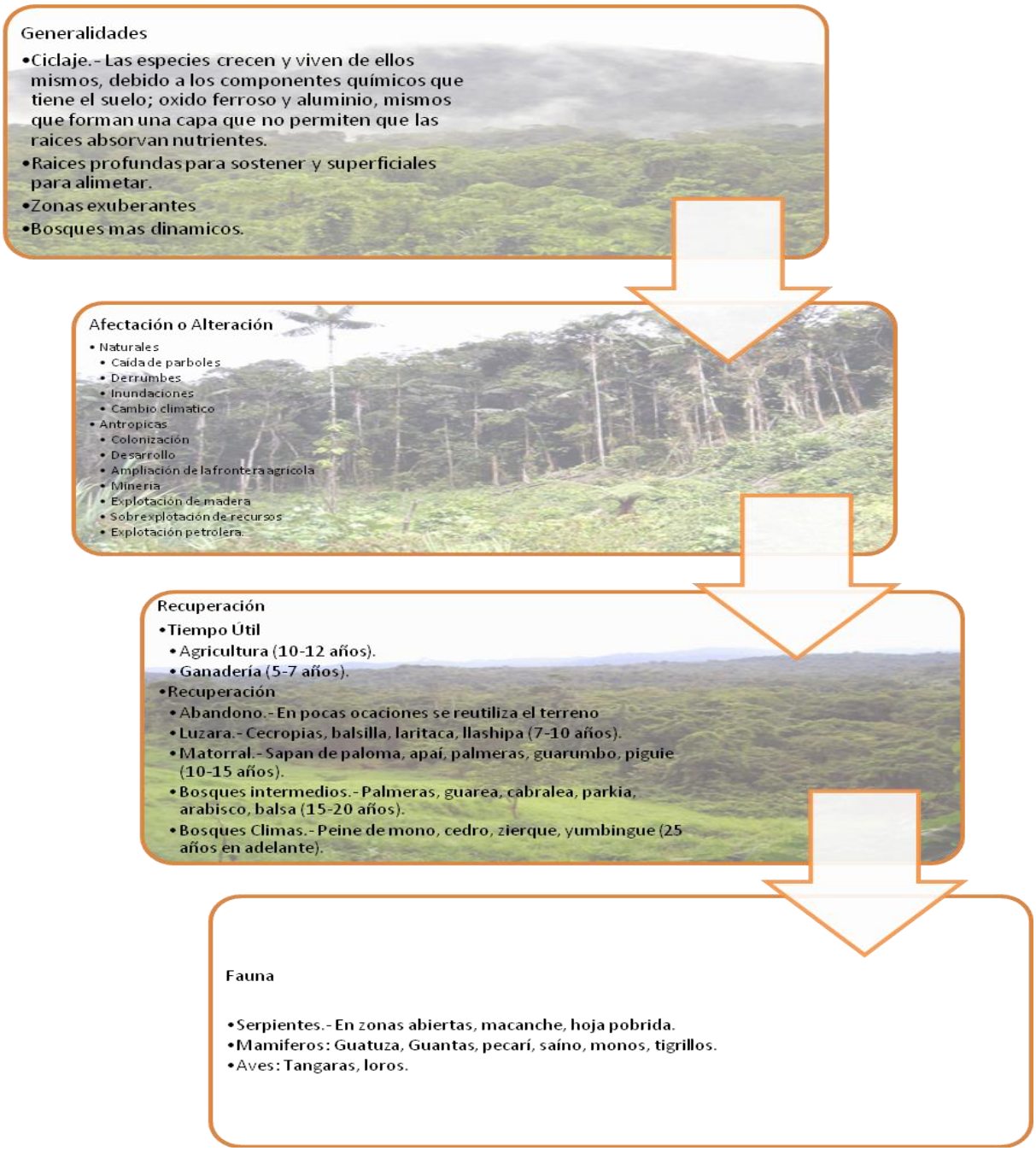
- Natutal
  - Cambio climatico
  - Caida de árboles
  - Vientos
  - Fenoloia y Fisiologia
  - Avance de corrientes cálidas
- Antropica
  - Ampliación de la frontera agricola
  - Pastoreo caprino
  - Deforestación
  - Explotación forestal
  - Extracción de miel
  - Rebreexplotación de recursos potenciales
  - Desarrollo

- Bosques Monoespecificos.-Faique, algarrobo, laritaco (5-7 años). Especies pioneras (Faique y algarrobo bien manejados.
- Lunzaras y Barbechos.-Faique, Acaceas, Mimosaceas (4-5 especies -5-7 años); cuando el faique alcanza unos 10 cm de diametro, pede talatce (reutilización).
- Para que el bosque seco se recupere necesita unos 30-40 años, sigue el siguiente proceso:
- Matorral: Se usa para passtoreo durante mucho teimpo, puede terminar en decierto.
- Bosque Intervenido: Ceibo, polo polo, moshquera, buganvillas.
- Bosque climax: Ceibo, guayacán, gualtaco, palo santo.

- Perico macareño.-habita en árboles viejos.
- León puma
- Reptiles (saurios, lagartijas, serpientes, iguanas.
- Anfibios.-Indicadores de contaminación de agua.
- Mamiferos.-Venado colorado, ardillas.
- Pacharaca
- Pechereque.

3.4. Proceso de destrucción y recuperación del bosque húmedo tropical

Los bosques húmedos tropicales se encuentran donde los niveles de precipitación, temperatura, humedad y luz permanecen constantes durante todo el año. La lluvia está distribuida uniformemente durante el año y la precipitación anual excede la cantidad de agua perdida a través de la evaporación y la transpiración de las plantas; generalmente sobrepasan los 2000 mm anuales. La temperatura media anual está cercana a 27ºC (siempre superan los 18°C). La humedad atmosférica supera el 90 % todo el año. El bosque húmedo tropical posee una exuberancia y diversidad de formas de vida, debido a la capacidad de reciclaje de los nutrientes. Además son muy frágiles porque se desarrollan en suelos poco fértiles, no profundos y muy ricos en aluminio y hierro que son elementos químicos muy limitantes para las plantas.



4. METODOLOGÍA PARA LEVANTAR INFORMACIÓN PARA DETERMINAR LA COMPOSICIÓN FLORÍSTICA, ESTRUCTURA Y DIVERSIDAD DE LA VEGETACIÓN.

4.1. Composición florística, estructura en parcelas permanentes

4.1.1. Selección del área para implementar la parcela

Las parcelas permanentes se deben ubicar en lugares representativos, de pendiente moderada, de preferencia en la mitad del bosque para evitar el efecto de borde y abarcar los diferentes estratos.

4.1.2. Delimitación de la parcela de estudio

Con una brújula se delimita e instala el cuadrante permanente de una hectárea (100 x 100 m), ésta se subdivide en 25 subparcelas de 400 m^2 (20 x 20 m) para árboles, se identifican usando letras del alfabeto. Para la delimitación se utiliza mojones de cemento y piola. Dentro de la subparcela de 400 m^2 y al azar se delimita con estacas y piola cinco subparcelas de 25 m^2 (5 x 5 m) para muestrear arbustos y 10 subparcelas de 1 m^2 (1 x 1 m) para hierbas (ver figura 1). Cada planta mayor o igual a 5 cm de DAP se señala con una placa de aluminio con un código numérico, la placa se coloca a una altura de 1,5 m desde el suelo.

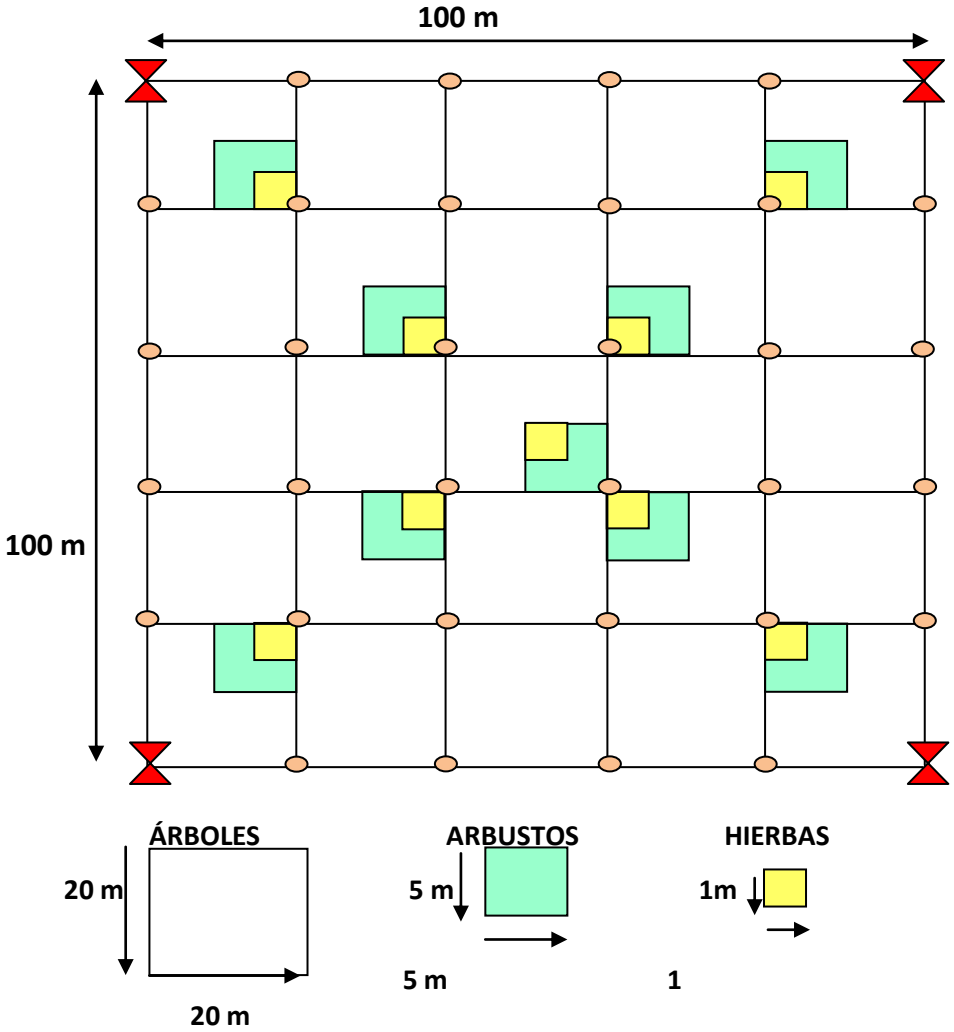


Figura 1. Diseño y distribución del cuadrante y subparcelas.

4.1.3. Registro de datos de campo

Levantamiento de datos individuales

En las parcelas de 400 m^2 se recopila información de cada uno de los individuos mayores o iguales a 5 cm de DAP. Se mide la distancia horizontal (coordenada X) y vertical (coordenada Y) de cada uno de los individuos tomando como ejes la delimitación entre subparcelas para luego ubicar en un croquis. Se colecta muestras botánicas fértiles de todas las especies con su respectivo duplicado, éstas serán identificadas en herbarios o mediante el uso de claves. Es importante prever que quede depositado un duplicado en un herbario nacional. Para registrar los datos de cada una de las parcelas se usa la siguiente hoja de campo:

Hoja de campo para registrar individuos $\geq$ 5 cm DAP

Parcela N°…… Fecha……

Altitud m snm……. Pendiente %…….....

Coordenadas:……

Breve descripción del sitio…….

Número de Árbol	Nombre Común	Nombre Científico	Distancias del eje central hacia:		DAP (cm)	HT (m)	Observaciones
			X	Y			

La altura total se mide con el Hipsómetro Sunnto; los diámetros o circunferencia de las especies con una cinta diamétrica o métrica, cuando se mide el CAP, se transforman los valores a DAP, dividiendo para π (3,1416). A cada individuo inventariado se pinta un anillo en contorno al fuste a 1,30 m de altura desde el suelo, con el fin de que en estudios posteriores se mida en la misma señalización.

Levantamientos de datos de los estratos arbustivo y herbáceo

En las parcelas de 25 m^2 y 1 m^2 se registra el número de individuos (densidad y frecuencia) de arbustos y hierbas, para ambos casos se utiliza la siguiente hoja de campo. Cuando no es posible contabilizar los individuos, se estima el porcentaje de cobertura del conjunto de individuos de cada especie.

Hoja de campo para evaluar arbustos y hierbas

Parcela N…… Fecha……

Altitud m snm ……. Pendiente %……..

Nombre Común	Nombre Científico	Número de Individuos	Porcentaje de cobertura	Observaciones

Para levantar la información de cobertura se puede usar la escala de Braun-Blanquet.

Categoría	**Valor**	**% Cobertura**	**Interpretación**
Continuo	5	> 75	Continuo
Interrumpido	4	50-75	Abundante
Disperso	3	25-50	Escaso
Raro	2	15-25	Raro
Muy raro	2	5-15	
Esporádico	1	1-5	
Casi Ausente	1	< 1	

O también la escala de cobertura y significancia del sistema DAFOR

	Categoría	**% Cobertura**
D	Dominante	> 75
A	Abundante	50-75
F	Frecuente	25-50
O	Ocasional	5-25
R	Raro	< 5

Muestreo de epifitas

La abundancia, el número de especies y la composición de especies de epifitas de un bosque dependen de los árboles que lo forman, así la comunidad de árboles determina a la de las epifitas. Por ejemplo, en algunos bosques tropicales un solo árbol puede albergar a más de 50 especies de epifitas. En teoría, la estrategia de las epifitas es tener mecanismos de colonización que les permitan colonizar a todos los árboles, volviendo la identidad de la especie del hospedero poco importante, como consecuencia las epifitas no encontraran diferencias entre hospederos. También existen epifitas que pueden vivir sobre cables de luz, ej. *Tillandsia recurvata*, pero otras están restringidas a un grupo de hospederos y de ellas se dice que tienen preferencias o especificidad de hospedero.

Las siguientes son algunas consideraciones para muestrear epifitas:

- Trabajar considerando al árbol como la unidad de muestreo.
- El número de árboles mínimo para el estudio de epifitas es 20 por hectárea que constituye el mínimo ecológico.
- De preferencia seleccionar árboles de especies diferentes (al azar) y que estén localizados en hábitats diferentes.

Cuando se trabaja en las parcelas permanentes, se procede de la siguiente manera: en cada parcela de 400 m^2; se selecciona un árbol, para recolectar datos y determinar la diversidad y abundancia de las epífitas; se usa la siguiente hoja de campo.

Hoja de campo para evaluar epífitas vasculares

Parcela No…… Fecha……

Altitud m s.n.m……. Pendiente %……..

Especie hospedera	Especie de epifita	Familia de la epifita	Número de Individuos de epifitas

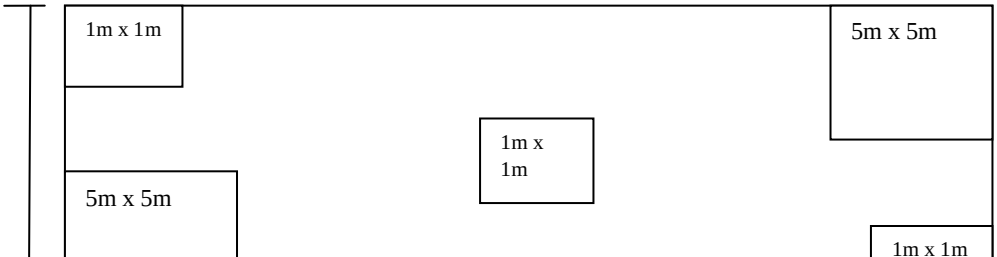
4.2. Composición Florística, Estructura en Transectos y Parcelas de Muestreo Temporales

Para levantar información para determinar la composición florística de los tipos de cobertura vegetal identificada, se sigue la metodología planteada por Aguirre y Aguirre (1999).

4.2.1. Selección y delimitación de los transectos de muestreo

Para instalar las parcelas o transectos en los remanentes de cobertura vegetal natural, se considera un alejamiento de al menos 50 metros a partir de los límites del bosque para evitar el efecto de borde. Se seleccionan los sitios para instalar los transectos temporales en un número de 10 por cada tipo de cobertura vegetal o en su defecto trabajar con la curva de acumulación de especies.

En bosque se instalan transectos de 10 m x 50 m (500 m²) o parcelas de 20 x 20 m (400 m²) separados a una distancia de 250 m el uno del otro. Dentro de cada transecto se instalan tres subparcelas de 5 m x 5 m (25 m²) en dos esquinas y en sentido diagonal y cinco subparcelas de 1 m x 1 m (1 m²) a distancias iguales en dirección diagonal dentro del transecto. Tanto el transecto o parcelas se delimitan con brújula, GPS, estacas y piola. La figura 2 muestra la forma de distribución de las subparcelas:



10 m

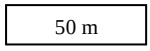


Figura 2. Distribución de las unidades muestreales dentro del transecto, subparcelas y parcela grande

- En la categoría matorral se instalan 10 transectos de 10 m x 5 m (50 m²) o parcelas de 10 x10 m (100 m²) o 5 x 5 m (25 m²) dentro de ellos se establecerán tres subparcelas 1 m x 1 m (1 m²) ubicadas en forma diagonal y a distancias homogéneas, como muestra la figura 3.

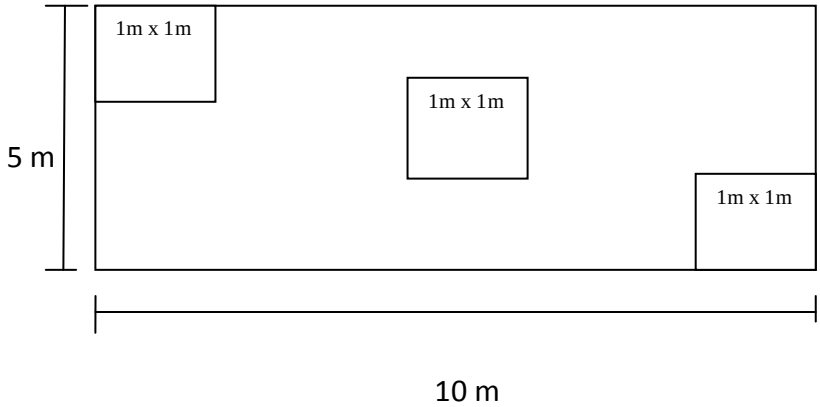


Figura 3. Diseño del transecto y subparcelas para matorral

- En páramo se instalan 10 transectos de 5 x 2 m (10 m²) o parcelas de 5 x 5 m (25 m²) o 2 x 2 m (4 m²), aquí se contabilizan todos los individuos arbustivos y herbáceos, dependiendo del tipo de páramo.

  En ocasiones existirán tipos de cobertura vegetal como las luzaras (barbechos) y páramos antrópicos, en este caso se usa dimensiones de matorral para las luzaras y páramos para los páramos antrópicos respectivamente.

4.2.2. Recolección de datos

Se inicia con el inventario de las subparcelas de hierbas con el fin de evitar el deterioro de los individuos al caminar, luego se levanta la información de las subparcelas del estrato arbustivo y finalmente, el inventario de todos los individuos ≥ a 5 cm de DAP. Se colecta muestras botánicas fértiles, que serán identificadas en el herbario, donde quedan

depositadas. Las siguientes hojas de campo se usan para colectar los datos para cada transecto:

Hoja de campo para toma de datos de los individuos ≥ a 5 cm de DAP.

Coordenadas UTM…….……			Lugar…….……	
Parcela Nº ……..			Fecha…….……	
Altitud (msnm)…….……..			Pendiente (%)……	
Breve descripción del sitio…….				
Nº	Nombre Vulgar	Nombre Científico	DAP (cm)	Observaciones

Hoja de campo para toma de datos de arbustos y de hierbas en matorral y páramo.

Coordenadas UTM……..			Lugar …..……	
Parcela Nº …….……			Fecha……..	
Altitud (msnm)…….……..			Pendiente (%)……	
Breve descripción del sitio…….……....				
Número	Nombre Vulgar	Nombre Científico	Número de Individuos	Observaciones

4.2.3. Regeneración natural

La regeneración natural se estudia dentro de la misma parcela o transecto de muestreo. Se realiza en unidades de registro de diferentes tamaños, dependiendo de la categoría. El muestreo se realiza en forma sistemática y en forma especifica para las especies arbóreas. Se contabiliza todos los individuos arbóreos de interés, agrupados en categorías. Las categorías usadas y la hoja de campo son:

Tamaño de las parcelas e intensidad de muestreo por categorías de regeneración		
Categorías de regeneración	**Tamaño de la unidad de registro**	**Intensidad (%)**
Plántulas: 1 a 30 cm de altura	2 m x 2 m	0,016
Brinzal: (0,30 a < 1,5 m altura)	2 m x 2 m	0,016
Latizal bajo: (1,50 m altura y 4,9 cm DAP	5 m x 5 m	0,2
Latizal alto: 5 cm a 9,9 cm DAP	10 m x 10 m	0,4

Fuente: Cárdenas *et al.,* (2008).

Hoja de campo para recolección de datos en parcelas de estudio de la regeneración natural

Parcela No……..Altitud……Fecha……..

Especie/morfoespecie	Categoría				Total especie
	Plántula	Brinzal	Latizal bajo	Latizal alto	
Regeneración por categoría					

4.2.4. Procedimiento para realizar perfiles estructurales de la vegetación natural en parcelas permanentes y temporales

En parcelas permanentes

Para elaborar la estructura vertical y horizontal, en la misma parcela de muestreo de 100 x 100 m, se traza un transecto de 10 x 100 m, dentro de éste se traza un eje céntrico y, desde el central se mide la distancia horizontal a la que se encuentra cada árbol tanto hacia la izquierda y derecha. Se considera los individuos iguales o mayores a 5 cm de DAP. Se registra la altura de los árboles, arbustos, la forma de la copa y la proyección de cada individuo. El diseño y toma de datos para elaborar los perfiles se realiza como se ilustra en la figura 4.

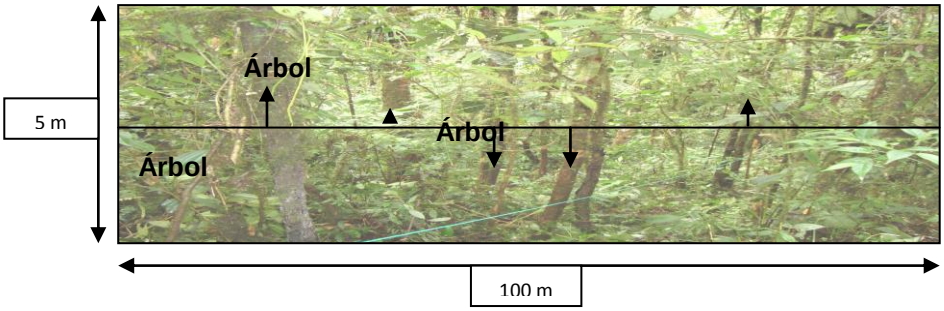


Figura 4**.** Esquema de levantamiento de datos para los perfiles vertical y horizontal

En parcelas temporales

Para determinar los perfiles estructurales horizontal y vertical, se selecciona **uno** de los transectos establecidos (10 x 50 m), se traza un eje céntrico y desde este eje se mide la distancia horizontal a la que se encuentra cada árbol de izquierda a derecha. Se considera los individuos iguales o mayores a 5 cm de DAP. Se registra distancias horizontales, altura total del árbol o arbusto, forma y diámetro de la copa de cada individuo. En la figura 5 se demuestra el esquema del transecto para levantar información y elaborar los perfiles estructurales en unidades de muestreo temporales.

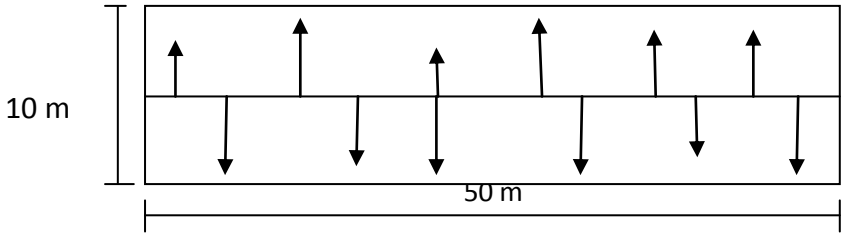


Figura 5. Diseño del transecto para levantar datos para elaborar los perfiles estructurales.

Registro de datos

Es de mucha importancia colectar los datos necesarios, es mejor que se colecten datos sobrantes. Se usan dos tipos de hojas de campo para levantar esta información.

Hoja de campo para colectar los datos para el perfil horizontal

No. Planta	Especie	Distancia en el eje central	Distancia a la Izquierda del eje	Distancia a la Derecha del eje	Dibujo de la forma y proyección de copa (diámetro de la copa)

Hoja de campo para colectar los datos para el perfil vertical

No. Planta	Especie	Distancia en el eje central	Distancia Izquierda del eje	Distancia Derecha del eje	Altura total del árbol	Dibujo de la forma de copa de perfil

Estos datos se representan gráficamente en papel milimetrado a una escala determinada, luego se calcan en papel bonn A4 y se escanean. Las figuras 6 y 7 ilustran como se dibujan los perfiles estructurales. Los números en cada árbol deben coincidir con los números asignados a cada especie en el campo.

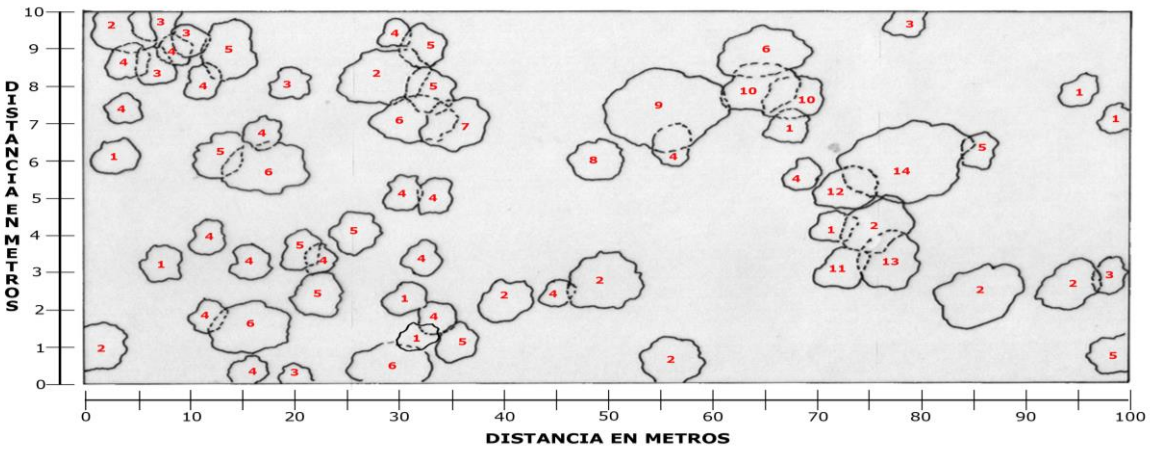


Figura 6. Esquema de un perfil estructural horizontal.

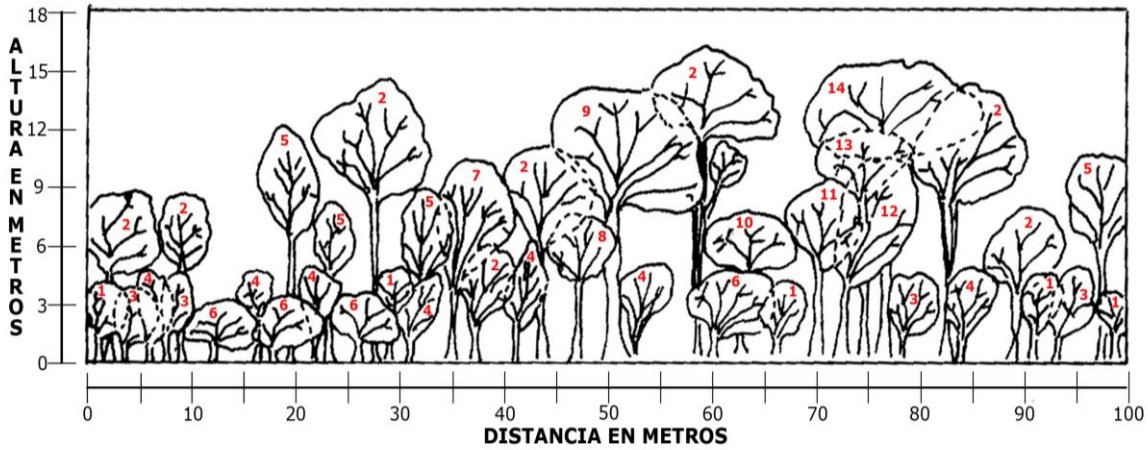


Figura 7. Esquema de un perfil vertical de un bosque.

5. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN COLECTADA EN LOS INVENTARIOS

5.1. Parámetros Estructurales

5.1.1. Composición florística

La composición florística esta dada por la heterogeneidad de plantas que se logran identificar en una determinada categoría de vegetación. Lo que equivale a demostrar la riqueza de especies vegetales de un determinado tipo de vegetación. Se expresa mediante la suma de todas las especies diferentes que se han registrado en cada uno de los transectos o parcelas. Y es importante separar las especies que se registran de acuerdo a la forma de vida: árbol, arbustos, hierbas. Ejemplo, en el bosque andino de Cajanuma se reportaron 98 especies de las cuales 50 son árboles, 10 arbustos y 38 hierbas.

5.1.2. Parámetros dasométricos y volumétricos

Se calculan el área basal (G, AB), el factor de forma y volumen de madera (masa forestal) total o comercial.

5.1.3. Área basal (G)

El área basal esta dada en función del diámetro o la circunferencia a la altura del pecho (DAP, CAP) del árbol, ésta se calcula mediante las formulas:

Cuando se mide el DAP: Área basal (G) = 0,7854 x $(DAP)^2$

Cuando se mide el CAP: Área basal (G) = 0,0796 x $(CAP)^2$

5.1.4. Factor de forma (f)

El factor de forma se calcula para obtener el volumen real del árbol (Va). Para obtener el factor de forma, se seleccionan tres árboles por clase diamétrica, a los cuales se mide en pié

los diámetros cada 3 m de altura. Para la cubicación de los datos obtenidos se aplica la fórmula de Smalian.

$$Va = \frac{Go + G1}{2} * L + \frac{G1 + G2}{2} * L + \frac{G2 + ...Gn}{2} * L$$

Donde:

Va = Volumen del árbol

G_{o-n} = Área basal de cada troza en cada sección

L = Longitud de cada sección de la troza (3 m)

Luego utilizando el DAP de los mismos tres árboles, se calcula el volumen del cilindro aplicando la fórmula:

$Vc = (DAP)^2 \times 0{,}7854 \times HT$

DAP = diámetro a la altura del pecho de cada uno de los tres árboles

0,7854 es una constante, podría ser 0,0796 si se midió la circunferencia a la altura del pecho (CAP)

Una vez calculado el volumen de los árboles muestreados y de los cilindros, se determina el factor de forma, utilizando la siguiente expresión:

$$F = \frac{Va}{Vc}$$

Donde:

Va = Volumen real del árbol

Vc = Volumen del cilindro

Se obtiene el factor de forma promedio considerando la sumatoria de los tres árboles seleccionados.

5.1.5. Volumen o masa forestal (V)

El volumen puede ser total o comercial. Si es total se usa la altura total de árbol y, si es comercial la altura comercial. Finalmente se aplica la fórmula general para calcular el volumen que es:

$$V = G \times H \times f$$

Donde:

G = Área basal

HT = Altura total

f = Factor de forma promedio

5.1.6. Estructura diamétrica del bosque nativo

El histograma de frecuencias de los individuos arbóreos del bosque nativo, se elabora considerando el número de árboles/hectáreas y las clases diamétricas. El número de clases diamétricas se determina de la siguiente manera:

Intervalo de clases = DAP máximo – DAP mínimo / Número de clases deseadas para trabajar

Clase Diamétrica $_1$ = DAP mínimo + Intervalo de clase

Clase Diamétrica $_2$ = clase diamétrica $_1$ + Intervalo de clase.

Clase Diamétrica $_n$ = clase diamétrica $_{n-1}$ + Intervalo de clase.

Es muy importante que estas clases diamétricas se grafiquen, de ésta manera se dispone de material que permite observar la dinámica en cuanto a edades de los árboles, numero en relación a su DAP. Las figuras 4 y 5 ilustran dos maneras de representar los datos.

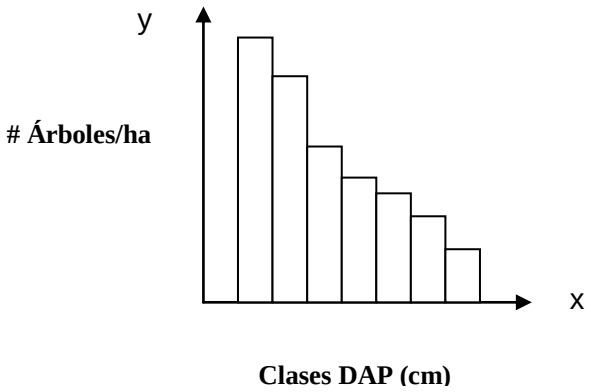


Figura 4. Estructura diamétrica de un bosque nativo

La estructura del bosque es la distribución del número de árboles por clase de diámetro. Esta distribución, como un todo, tiene generalmente la forma de una "J" invertida.

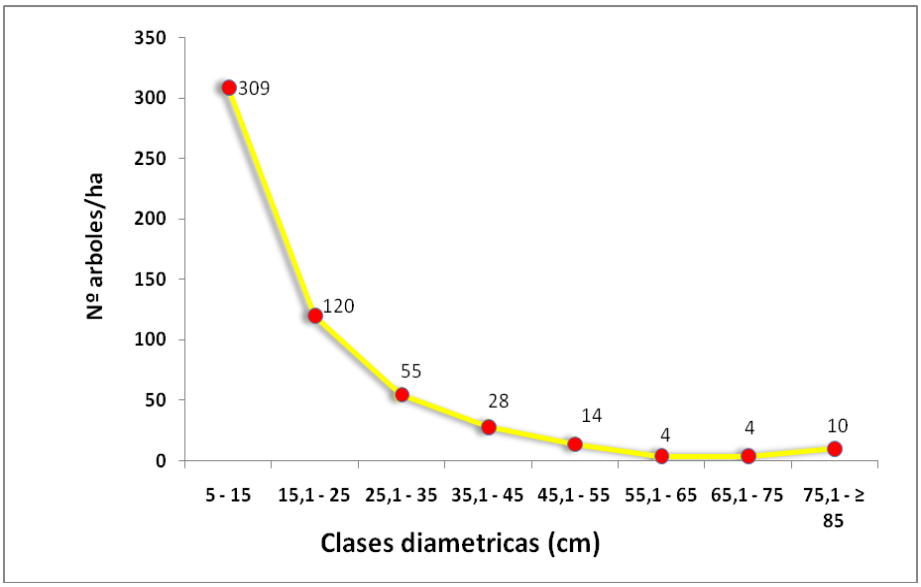


Figura 5. Curva de la estructura diamétrica en un bosque nativo.

5.1.7. Parámetros estructurales del bosque

Con los datos obtenidos se calcula la densidad absoluta (D), densidad relativa (DR), frecuencia relativa (FR) dominancia relativa (DmR) e índice valor importancia (IVI). Además de la diversidad relativa de familias y diversidad relativa de géneros. Se usa las formulas propuesta por Aguirre y Aguirre (1999).

$$\text{Densidad absoluta (D)} \# \text{ind/m}^2 = \frac{\text{No. total de individuos por especie}}{\text{Total del área muestreada}}$$

$$\text{Densidad Relativa (DR)\%} = \frac{\text{No. de individuos por especie}}{\text{No. total de individuos}} x100$$

$$\text{Frecuencia Relativa (Fr)} = \frac{\text{Número de parcelas en la que está la especie}}{\text{Sumatoria de las frecuencia de todas las especies}} \text{x}\,100$$

$$\text{Dominancia Relativa (DmR)\%} = \frac{\text{Área basal de la especie}}{\text{Área basal de todas las especies}} x100$$

$$\text{Indice Valor Importancia (IVI)\%} = DR + DmR + FR/3$$

La siguiente matriz sirve para organizar la información y calcular los parámetros estructurales de la vegetación.

Especie	Parcelas			Total individuos	Área basal	Densidad Ind/ha	Densidad Relativa (%)	Frecuencia (%)	Dominancia (%)	Índice Valor Importancia
	1	2	n							
Total										

$$\text{Diversidad Relativa de Familia (Drf)} = \frac{\text{Número de especies dentro de una familia}}{\text{Número total de especies}} \text{x}\,100$$

$$\text{Diversidad Relativa de Género (Drg)} = \frac{\text{Número de especies dentro de un género}}{\text{Número total de especies}} \text{ x } 100$$

Para organizar la información y obtener la diversidad de familia y género se recomienda usar la siguiente matriz:

Familia	Nº de especies por familia	Diversidad de Familia
Género	Nº de especies por género	Diversidad de género

Interpretación

Rangos	**Significado**
0-33 %	Familia o genero con baja diversidad
34-66 %	Familia o genero con mediana diversidad
Mayor a 66	Familia o genero con alta diversidad

5.2. Medición de la Diversidad de Especies

El número de especies es la medida más frecuentemente utilizada para demostrar la riqueza biológica de una zona, por varias razones (Gastón, 1996; Moreno, 2000): Primero, la riqueza de especies refleja distintos aspectos de la biodiversidad. Segundo, a pesar de que existen muchas aproximaciones para definir el concepto de especie, su significado es ampliamente entendido (Aguilera y Silva, 1997: Mayr, 1992). Tercero, al menos para ciertos grupos, las especies son fácilmente detectables y cuantificables. Y cuarto, aunque el conocimiento taxonómico no es completo (especialmente para grupos como los hongos, insectos y otros invertebrados en zonas tropicales) existen datos disponibles sobre número de especies.

Es importante recordar los siguientes conceptos bases para la medición de la diversidad de especies.

- Especie: conjunto de individuos con características semejantes que tienen la capacidad para reproducirse.
- Población**:** conjunto de individuos de la misma especie que comparten el mismo hábitat o espacio geográfico.
- Comunidad: conjunto de poblaciones que viven e interactúan en una zona.

5.2.1. Diversidad especifica

La diversidad de especies en su definición considera:

- El número de especies o riqueza que pueden expresarse como la cantidad de tipo (variedades, especies, categorías) de uso de suelo por unidad de espacio.

- El número de individuos y abundancia de individuos de cada especie que existen en un determinado lugar.

La biodiversidad no depende sólo de la riqueza de especies sino también de la dominancia relativa de cada una de ellas. Las especies, en general, se distribuyen según jerarquías de abundancias, desde algunas especies muy abundantes hasta algunas muy raras. Cuanto mayor es el grado de dominancia de algunas especies y de rareza de las demás, menor es la biodiversidad de la comunidad. Entender el problema de la biodiversidad implica, entonces, discutir el problema de la rareza biológica. La conservación de la biodiversidad es principalmente un problema vinculado al comportamiento ecológico de las especies raras.

5.2.2. Tipos de diversidad

- **Diversidad alfa**: es la riqueza de especies de una comunidad /hábitat /sitio en particular, expresada a través del índice de riqueza de una zona. Modo de medir la diversidad alfa: conjunto de especies, grupos taxonómicos y por estratos.

- **Diversidad beta**: es el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades en un ecosistema se da entre comunidades; expresa el grado de similitud y disimilitud. Heterogeneidad (diversidad) de hábitats

- **Diversidad gamma**: es la riqueza de especies del conjunto de comunidades que integran un ecosistema, es el resultante de la diversidad alfa y beta.

En conclusión: la diversidad alfa (la diversidad presente en un sitio) es una función de la cantidad de especies presentes en un mismo hábitat y es el componente más importante de la diversidad; diversidad beta (la heterogeneidad espacial) es una medida del grado de participación del ambiente en parches o mosaicos biológicos es decir mide la contigüidad de hábitats diferentes en el espacio, y la diversidad gamma se mide

5.2.3. ¿Cómo medir la diversidad?

El número de especies es la medida más frecuente utilizada por varias razones:

- La riqueza de especies refleja distintos aspectos de la biodiversidad (alteración, conservación, usos, interacciones ecológicas, salud del ecosistema.

- A pesar de que existen muchas aproximaciones para definir el concepto de especie, el significado es ampliamente entendido.
- Al menos para ciertos grupos, las especies son fácilmente detectables y cuantificables.
- Aunque el conocimiento taxonómico no es completo (en especial para hongos, insectos e invertebrados) existen muchos datos disponibles sobre el número de especies.
- Se trabaja con la categoría de diferenciación denominada **morfoespecie,** que son el conjunto de individuos con características que permite diferenciarse de un grupo dentro de una comunidad.

  Ejemplo: *Nectandra* sp. 1, *Nectandra* sp. 2., Lauraceae sp. 1.

Los parámetros considerados para medir la diversidad biológica

- Índices de diversidad
- Riqueza específica
- Curvas especies-área
- Gamma/alfa

Se mide a través de índices la diversidad de especies**,** que se aplican para: formas de vida: diversidad de árboles, arbustos, hierbas, epífitas, dentro de estratos: diversidad en el estrato superior, inferior del bosque y por hábitat: bosque, matorral, luzara, páramo.

Para calcular los índices de diversidad es necesario conocer:

- Las especies (número), si no se tiene datos de especies se usa morfoespecie.
- Abundancia de cada una de ellas

> "Los índices de diversidad son aquellos que describen lo diverso que puede ser un determinado lugar, considerando el número de especies (riqueza) y el número de individuos de cada especie (abundancia)"

5.2.4. Los índices que miden la diversidad biológica

Existen más de 20 índices de diversidad, cada uno con sus ventajas y desventajas

Se dividen en dos grupos:

- Métodos basados en la cuantificación del número de especies presentes (riqueza especifica)

- Métodos basados en la estructura de la comunidad, es decir la distribución proporcional del valor de importancia de cada especie.

Para definir diversidad se utilizan medidas como *riqueza de especies* que toman en cuenta el número de especies encontradas por unidad de área en una población dentro de un bosque, luzara o cualquier tipo de vegetación (Primack*et et al.,* 2001). Para esto es imprescindible disponer de un mapa de tipos de utilización del suelo o de categorías de cubierta vegetal. Por esta razón lo primero que se debe generar es un mapa de ecosistemas/paisajes o tipos de vegetación. El mismo servirá para poder elaborar las unidades de muestreo (ver apéndice 1).

Tipos de vegetación de la zona de estudio

- Elaboración de mapas de vegetación (Escala 1:5000, escala de planificación).
- Utilizando SIG, Imágenes Satelitales, Fotografías aéreas
- Recorridos de campo (90 % de efectividad), se requiere:
    - Conocimientos previos de ecología, botánica.
    - Ética-técnica
    - Equipos (GPS, Altímetro, Mapa Base, Brújula).

Como elaborar un mapa de cobertura vegetal (Ecosistemas)

Elaboración de un mapa de cobertura vegetal con los siguientes elementos:

- Cobertura vegetal
- Red hídrica
- Elevaciones
- Poblados
- Vías de acceso

Los pasos son:

Recorridos en el campo.- Se debe prever la ruta de recorrido por senderos y zonas altas, filos de cordilleras, lomas, donde haya mayor visibilidad del lugar de estudio.
Referenciar o tomar puntos en los límites de cada ecosistema.
Registrar elementos para la descripción del ecosistema, como:

- Especies características
- Existencia de fauna
- Altura del dosel
- Pendiente del terreno
- Fisiografía del terreno
- Superficie
- Problemas o presiones que soporta o afectan al ecosistema

Diversidad Alfa

La diversidad alfa se puede medir y expresar según los siguientes índices:
Riqueza especifica (S).- Es el número total de especies obtenido en un inventario de la comunidad/hábitat en estudio. Es la riqueza de especies de un determinado ecosistema, lugar, provincia, país. Ej.: en el Parque Nacional Podocarpus existen 843 especies de aves.

- Se expresa mediante la suma de todas las especies que se han registrado en cada uno de los transectos o parcelas de muestreo.

- Se puede separar las especies de acuerdo a: forma de vida, hábitat donde crecen, en el caso de fauna hábito de alimentación.

Índice de diversidad de Shannon (H')

Es el índice más usado, expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección. Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies de una comunidad están representadas en la muestra.

Adquiere valores entre cero cuando hay una sola especie y el logaritmo de S cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos. Se puede calcular usando el logaritmo natural (más exacto) o con logaritmo base 10

El índice de Shannon y Weaver (1949 se basa en la teoría de la información (mide el contenido de información por símbolo de un mensaje compuesto por "S" clases de símbolos discretos cuyas probabilidades de ocurrencia son pi...pS) y es probablemente el más usado en ecología de comunidades.

El índice de Shannon integra dos componentes:

- Riqueza de especies.

- Equitatividad /representatividad (dentro del muestreo).

La ecuación para su cálculo es:

$$H = \sum_{i=1}^{S} (\mathrm{Pi})(\log_n Pi)$$

Dónde:

H = Índice de la diversidad de la especie
S = Número de especie
Pi = Proporción de la muestra que corresponde a la especie i

Ln = Logaritmo natural

Matriz recomendada para organizar la información y calcular el índice de Shannon:

Especie	Número Individuos	Pi = n/N	Ln.Pi	Pi * Lnpi
Especie	n			
Total especies	N			$-\sum Pi.LnPi$

La sumatoria de la columna Pi*Lnpi es el resultado del índice. Para el cálculo final no olvidar el símbolo, así:

H' = (-) - ∑ Pi lnPi

Interpretación

Rangos	Significado
0-1,35	Diversidad baja
1,36 -3,5	Diversidad media
Mayor a 3,5	Diversidad alta

<u>Índice de equitatividad de Pielow (E)</u>

Si todas las especies en una muestra presentan la misma abundancia el índice usado para medir la Equitatividad debería ser máximo y, por lo tanto, debería decrecer tendiendo a cero a medida que las abundancias relativas se hagan menos equitativas.

$$E = \frac{H'}{H\max}$$

Donde:

E = Equitabilidad

H' = Índice de Shannon

H max = Ln del total de especies (S)

El significado de diversidad se interpreta en base a la siguiente escala entre 0 – 1 así:

Valores	Significancia	
0 – 0,33	Heterogéneo en abundancia	Diversidad baja
0,34 – 0,66	Ligeramente heterogéneo en abundancia	Diversidad media
> 0,67	Homogéneo en abundancia	Diversidad alta

Índice de dominancia de Simpson (δ)

Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Esta fuertemente influido por la importancia de las especies dominantes.

$$\sigma = \sum (Pi)^2$$

Donde:

σ = Índice de dominancia
Pi = Proporción de los individuos registrados en cada especie (n/N)
n = Número de individuos de la especie
N = Número total de especies

Entonces el índice de diversidad de Simpson es:

λ = 1 - δ

Donde:

λ = Índice de diversidad de Simpson
δ = Índice de dominancia

Matriz recomendada para organizar la información y calcular el Índice de Simpson.

Especie	**Nº de Individuos**	**Pi (n/N)**	**Pi^2**
	n		
	n		
Total	**N**		**$\sum Pi^2$**

Los resultados se interpretan usando la siguiente escala de significancia entre 0 – 1 así:

Valores	**Significancia**
0 – 0,33	Diversidad baja
0,34 – 0,66	Diversidad media
> 0,67	Diversidad alta

Diversidad Beta

Es la diversidad entre hábitats, es el grado de re-emplazamiento de especies o cambio biótico a través de gradientes ambientales.

La medición de la diversidad beta esta basada en proporciones o diferencias. Estas proporciones pueden evaluarse con base en índices o coeficientes de similitud, de disimilitud o de distancia entre las muestras. Se calcula a partir de:

- Datos cualitativos (presencia – ausencia de especies.)
- Datos cuantitativos (abundancia proporcional de cada especie medida como número de individuos, biomas).

<u>Índice de similitud/disimilitud.</u>

Expresa el grado en que dos comunidades son semejantes por las especies presentes en ellas, por lo que son una medida inversa de la diversidad beta, que se refiere al cambio de especies entre dos muestras.

Los coeficientes de similaridad han sido muy utilizados, específicamente para comparar comunidades con atributos diferentes. También son útiles para otro tipo de comparaciones, por ejemplo para comparar las comunidades de plantas u animales de estaciones diferentes o micro-sitios con distintos grados de perturbación. Por ejemplo: bosque perturbado vs. bosque poco perturbado. Existen muchos índices de similitud, pero, los índices más usados son Sorensen y Jaccard.

Matriz para organizar la información para los índices de Sorensen y Jaccard.

Número de especies del Ecosistema 1	**Número de especies del Ecosistema 2**	**Número de especies del Ecosistema 3**	**Número de especies en común entre 1 vs. 2**	**Número de especies en común entre 1 vs. 3**	**Número de especies en común entre 2 vs. 3**

Índices con Datos Cualitativos.

<u>Índice de Similitud de Sorensen</u>

Considera las especies que tienen en común dos comunidades (bosque) diferentes y el número de especies totales que tienen cada una.

Se calcula con la siguiente fórmula:

$$\mathbf{Ks} = \frac{2c}{a+b} * 100$$

Donde:
Ks = Índice de Similitud de Sorensen.
a = número de especies de la muestra 1.
b = número de especies de la muestra 2.
c = número de especies en común.

<u>Índice de Similitud de Jaccard (Ij).</u>

Considera las especies que tienen en común dos muestras diferentes y el número de especies total que tiene cada una.

Se calcula con la siguiente fórmula:

$$\mathbf{Ij} = \frac{c}{a+b+c} * 100$$

Donde:
Ij = Índice de Similitud de Jaccard.
a = número de especies de la muestra A.
b = número de especies de la muestra B.
c = número de especies en común.

Para Datos Cuantitativos.

<u>Índice de similitud de Sorensen (Iss)</u>

Se calcula con la siguiente fórmula:

$$\mathbf{Isc} = \frac{2\,pN}{a\,N + bN}$$

Donde:
aN = número total de individuos en el sitio A.
bN = número total de individuos en el sitio B.
pN = sumatoria de abundancia más baja de cada una de las especies compartidas entre ambos sitios.

Interpretación
El intervalo de valores para este índice va de cero cuando no hay especies compartidas entre dos comunidades, hasta 1 cuando los dos sitios tienen similar composición de especies.

Significancia	Rango	Significancia
No parecidos	0 a 0,33	Disimiles o diferentes florísticamente
Medianamente parecidos	0,34 a 0,66	Medianamente disimiles florísticamente
Muy parecidos	0,67 a 1	Similares florísticamente

Para datos porcentuales.

Significancia	Rango %	Significancia
No parecidos	0 a 33	Disimiles o diferentes florísticamente
Medianamente parecidos	34 a 66	Medianamente disimiles florísticamente
Muy parecidos	67 a 100	Similares florísticamente

Matriz para presentar los resultados del Índice de Diversidad Beta.

Ecosistema/hábitat	Bosque	Matorral	Páramo
Bosque	-	Valor obtenido	Valor obtenido
Matorral	Especies comunes	-	Valor obtenido
Páramo	Especies comunes	Especies comunes	-

Diversidad Gamma (γ)

La diversidad gamma es la riqueza en especies de un grupo de hábitats (un paisaje, una cuenca hidrográfica, una isla) que resulta como consecuencia de la diversidad alfa de las comunidades individuales y del grado de diferenciación entre ellas (diversidad beta). La diversidad gamma (γ), permite comparar grandes áreas que contienen comunidades biológicas diversas.

Este índice se obtiene usando: la riqueza de especies, el índice de Shannon y el índice de Simpson, siendo criterio del investigador cual método utilizar, es suficiente uno no los tres a mismo tiempo.

Cálculo basado en la riqueza de especies

$$\gamma = \bar{x}\,\alpha + \beta$$

Donde:

$\gamma =$ Diversidad Gamma
$\bar{x}\,\alpha$ = Promedio del número total de especies
β = Diversidad beta

$\beta = \Sigma q_j\,(St - Sj)$

Dónde:
q_j = peso proporcional de la comunidad j, basado en su área.
St = Número total de especies registradas en el conjunto de comunidades
Sj = Número total de especies registradas en la comunidad j.

Cálculo basado en el índice de Shannon

$$\gamma = \overline{H'} + \beta$$

$\overline{H'}$ = Promedio del índice de Shannon (α)

β = Diversidad Beta

$$\beta = -\sum pi(LnPi) - \sum qjH'$$

<u>Primera parte de la formula:</u>

Pi = ΣPij Qj

Pi = Piqa + Piqb

Donde:

Pij = proporción o frecuencia de la especie j en el conjunto de comunidades (n/N)
Qj = Ponderación de la importancia de cada comunidad (basada en el área, qa = área de la zona A
qb = área de la zona B)
Ln = Logaritmo natural

<u>Segunda parte de la formula:</u>

qj = Ponderación de la importancia de cada comunidad (basada en el área, qa = área de la zona A
H' = Índice de Shannon de la comunidad n

Cálculo basado en el índice de Simpson

$$\gamma = \widetilde{O} + \beta$$

$\widetilde{O}$ = Promedio del índice de dominancia de Simpson (α)
β = Diversidad Beta

$$\beta = \sum q\lambda - \sum Pi^2$$

Dónde**:**

q = Porcentaje del área de cada comunidad donde se halla Pi
λ = Índice de Simpson
Pi = ΣPij Qj
Pi = Piqa + Piqb

La diversidad gamma tiene dos componentes aditivos y positivos: diversidad dentro de las comunidades (alfa) y diversidad entre comunidades (beta), de forma que:

Gamma = Diversidad alfa promedio + Diversidad beta

La interpretación finalmente se refiere a la demostración de la contribución en porcentaje que hace tanto la diversidad alfa y beta a la diversidad gamma del ecosistema o paisaje.

Valor de diversidad gamma 100 %
Valor de diversidad alfa x
Valor de diversidad gamma 100 %
Valor de diversidad beta x
Los resultados porcentuales se interpretan en base a la siguiente escala:

Valores obtenidos	**Significado**
Beta mayor que Alfa	Diversidad baja
Alfa igual que Beta	Diversidad media
Beta menor a Alfa	Diversidad alta

Actualmente existen programas para realizar análisis estadísticos. En esta obra encontrarán la guía a seguir para poder instalar y manejar los diferentes programas. Nuestro objetivo a través de este trabajo es, facilitar a los estudiantes el buen empleo de los programas para así, puedan tener una herramienta de trabajo que les permita obtener resultados sólidos y de modo sencillo.
Sin embargo, deben saber que el hecho de poder obtener un resultado haciendo uso de estos programas, no significa que ya hayan realizado un trabajo de investigación. El análisis concienzudo dependerá de su experiencia en el campo y de los conocimientos previos que usted tenga sobre el fenómeno que está investigando (ver apéndice 1).

6. ELEMENTOS PARA LA MEDICIÓN DE LA DIVERSIDAD DE FAUNA.

Se basa en dos fuentes de información que son:

- Revisión de información secundaria (bibliográfica). En la cual se debe realizar una lista de chequeo para cada grupo taxonómico: aves, mamíferos, reptiles, anfibios y peces.
- Trabajo de campo, por el que se realiza: la comprobación de la lista de chequeo y se verifica técnicamente con la ayuda de guías de campo, o en talleres comunales.

La siguiente es una propuesta de matriz para cada grupo taxonómico de fauna.

Nombre Común	Nombre Científico	Orden	Abundancia			Amenazas	Hábitat	Nº de individuos observados
			1	2	3			

Observaciones:

La calificación de abundancia se puede realizar tomando en cuenta las veces que fue observada o reportada en un lugar determinado y puede ser de la siguiente manera:

1 = Especie Rara: ha sido observada 5 veces.
2 = Especie poco común: observada de 5 a 10 veces.
3 = Especie común: toda la gente la conoce, mayor a 10 veces.

Con relación al recurso faunístico existen nombres comunes que son oficiales y no cambian en el idioma español.

En cuanto a las amenazas, este parámetro se refiere a las condiciones que soporta cualquier especie en el sitio donde habita. Las amenazas pueden ser entre otras: destrucción de nidos, cacería, destrucción del hábitat por incendios forestales, contaminación, envenenamiento, por cuestiones místicas.

Calculo de la Diversidad Faunística.

La diversidad se calcula mediante el esfuerzo de muestreo: este puede ser el conteo de las especies por 5 días o cualquier otro periodo de tiempo, dependiendo del grupo taxonómico al que se esté muestreando. Se puede muestrear las especies por estratos: bosque, SAF´s, matorral, etc. Para lo cual se debe hacer una matriz para cada ecosistema o estrato: bosque, matorral, páramo.

Muestreo de los Grupos Taxonómicos de Fauna.

Estudio de Mamíferos.

En el caso de los mamíferos, el Ecuador ocupa el noveno puesto en el mundo. En todo el mundo se conoce aproximadamente 4700 especies de mamíferos vivientes.

La zona con más alta diversidad de mamíferos es el Trópico Oriental o Amazónico con 191 especies; los pisos tropicales noroccidental (húmedo) con 136 y suroccidental (seco) con 116 especies; los subtrópicos poseen 110; para occidente y para oriente 114. En cuanto a las zonas templadas, en el occidente registran 57 especies y al oriente, 51 especies y el piso altoandino posee 49 especies. Las Islas Galápagos tiene 12 especies de mamíferos nativos; las aguas oceánicas registran 24 y las insulares 32.

Usted podrá leer sobre cada uno de los mamíferos existentes en el Ecuador y conocerá cual es su condición actual gracias a la fuente de la información que se ofrece en el "El Libro Rojo de los Mamíferos del Ecuador", el cual utiliza categorías de las llamadas "listas rojas" para indicar el grado de peligro de extinción de cada una de las especies, esto es (vulnerable, en peligro, en peligro crítico, casi amenazado, preocupación menor).

En cuanto a sus características generales se pueden mencionar:

- Tienen el cuerpo cubierto de pelo.
- Las hembras tienen mamas, que segregan la leche para alimentar a sus crías.
- Tienen labios y dientes. Con los labios succionan la leche materna sin causar daño. Algunas ballenas sustituyen los dientes por unas finas láminas llamadas barbas.
- Las extremidades están convertidas generalmente en patas, que le sirven para desplazarse. Los mamíferos acuáticos tienen sus extremidades convertidas en aletas; y los mamíferos voladores, como los murciélagos, poseen membranas en sus extremidades anteriores, convertidas en alas, que le sirven para volar.
- Tienen temperatura constante, es decir, son de sangre caliente: la temperatura de su cuerpo no cambia aunque cambie la exterior.
- Respiran por pulmones. Los mamíferos acuáticos tienen que salir a la superficie del agua para tomar el oxígeno del aire.
- Su circulación es doble y completa.
- La mayoría son vivíparos.

Para realizar el estudio de la diversidad faunística se debe tener en cuenta lo siguiente:

Se debe trabajar desde las 6 hasta las 8 de la mañana y en la tarde de 6 a 9 de la noche. El esfuerzo de muestreo se refiere a cuantos días se va a permanecer en el sitio de muestreo, para este grupo puede ser de 4 a 5 días.

Definir el método de muestreo para los mamíferos:

Técnica usada	Método	Característica
Talleres comunitarios	Indicios:	Significa confirmar con la información local, lo que se esperaba encontrar, confirmar lo que posiblemente existe mediante talleres comunitarios o seminarios.
Transectos	Huellas:	Se basa en observar las huellas de animales, tamaño, forma y frecuencia de las huellas.
	Excretas:	Es una forma confiable de identificación de animales, considera los residuos de alimentos y relacionarlos con los hábitos alimenticios de estos animales.
	Capturas:	Consiste en poner una serie de trampas o jaulas para capturar a los animales. Se puede usar trampas, cebos y jaulas: Métodos usados para marcar o realizar seguimientos a estos animales.
	Observación directa:	El investigador observa lo que existe, puede usar binoculares.

En cuanto a los transectos se puede realizar tomando en cuenta:

- Senderos existentes.
- Filo de cordillera.
- Quebradas.
- Zig – zag.

Los transectos cumplen dos requisitos:

- Se realiza por kilometraje.
- Se realiza por tiempo.

Estos dos criterios determinan el esfuerzo de muestreo de cada grupo taxonómico.

Estudio de Aves.

Existen aproximadamente 10 000 especies de aves en todo el mundo, de las cuales más de un tercio se encuentran en Sudamérica y 1 616 en el Ecuador. Tal diversidad en nuestro país hace que se ubique en el cuarto lugar mundial el número de especies de aves, superado

únicamente por Colombia, Brasil y Perú. Pese a que no hay muchas especies endémicas en el territorio Continental del Ecuador (varias también están en los países vecinos) si sorprende el endemismo en Galápagos, donde 38 especies son únicas del Archipiélago.

En cuanto a sus características generales se tiene:

- Son vertebrados.
- Son ovíparos.
- Son homeotermos.
- Están adaptados a la vida aérea.
- El cuerpo está cubierto de plumas.
- Tienen unos sacos aéreos.
- Tienen un corazón con dos aurículas y dos ventrículos.
- Tiene respiración pulmonar.
- Tienen esqueleto completamente osificado.
- Emiten sonidos que les permite comunicarse entre ellas.
- La fecundación es interna.

Caracteres morfológicos externos:

- El cuerpo se presenta abultado hacia delante, ahusado hacia atrás y terminado por largas plumas que forman la cola, se compone de tres partes:
- La cabeza, diminuta y móvil, lleva pico de bordes córneos, de forma y tamaño variable, según las especies, de base membranosa, que da asiento a las narices. Los ojos son grandes, redondos y vivos, provistos de párpados y de una membrana nictitante; los oídos se notan debajo de las plumas.
- El cuello es más o menos largo y flexible y une la cabeza al tronco.
- El tronco, presenta en la región anterior, las alas, que durante el reposo se pliegan y aplican sobre los lados del cuerpo. De la región posterior del cuerpo salen las patas, en parte ocultas por las plumas, siendo visibles el tarso-metatarso y los dedos, de los cuales tres dirigidos hacia delante y uno hacia atrás. Toda esta porción está cubierta de escamas. Por último, el tronco termina en una punta caudal, de donde sale el grupo de grandes plumas que forman la cola.

Para su muestra se toma en cuenta los siguientes criterios:

Son más difíciles de observar que los mamíferos. Son más especialistas en cuanto a sus hábitos alimenticios. El horario para las aves es de 17h00 a 19h00 y de 05h0 a 07h0.

Es importante definir el esfuerzo de muestreo, el cual puede ser de 3 a 5 días máximo, ya que las aves pueden migrar o cambiar sus hábitos alimenticios.

Técnica usada	**Método**	**Característica**
Talleres comunitarios	Indicios	Significa confirmar con la información local, lo que se esperaba encontrar, confirmar lo que posiblemente existe mediante talleres comunitarios o seminarios.

- Transectos. - Puntos de conteo específico.	Cantos y reproducciones:	El biólogo dispone de material grabado con anterioridad y los reproduce para que las aves se acerquen y poder identificarlas. Se identifica escuchando los sonidos. También se puede grabar para pedir a un especialista que ayude a identificar.
	Excretas:	Considera los residuos de alimentos y relacionarlos con los hábitos alimenticios de estos animales.
	Capturas:	Redes de neblina.
	Observación directa	El investigador logra observar y clasificar las especies directamente, usando binoculares

En los transectos se toma en cuenta:

Senderos existentes.
Hondonadas.
Quebradas.

Puntos de conteo especifico:

Hábitats concretos.
Especies vegetales.
Peñascos.

En los dos métodos se toma en cuenta el kilometraje y el tiempo, para determinar el esfuerza de muestreo.

Reptiles y Anfibios.

Ecuador es el séptimo país con mayor diversidad de reptiles del mundo. En esta lista se reportan 414 especies descritas de su territorio continental, marítimo e insular (2 Amphisbaenia, 5 Crocodylia, 166 Sauria, 209 Serpentes y 32 Testudines). El número de especies descritas de reptiles ecuatorianos se ha incrementado desde 1900 hasta el presente a una tasa promedio aproximada de trece especies por cada diez años y se prevé que esta tendencia se mantendrá en el futuro cercano. Son continuos los hallazgos de especies no descritas a medida que se exploran áreas nuevas y se realizan revisiones más detalladas de especímenes depositados en museos.

Características generales de los Reptiles.

Son vertebrados terrestres, con el cuerpo generalmente cubierto de escamas.
Tienen extremidades cortas y laterales o carecen de ellas.
Tienen la piel cubierta de escamas, escudos o placas córneas.
Son de sangre fría y pasan el invierno aletargados.
Tienen respiración pulmonar y cutánea (piel).
Se reproducen por huevos, que generalmente no incuban, ya que tienen fecundación interna.
Su corazón tiene dos aurículas y un ventrículo con una o dos cavidades.

Ecuador posee 479 especies descritas formalmente de anfibios (449 Anura, 7 Caudata y 23 Gymnophiona). Estas cifras todavía distan de ser reales, pues en el 2007, cuando se conocían 458 especies, se estimó que existirían cerca de 270 especies en espera de ser descubiertas, descritas y/o registradas de Ecuador (Coloma et al. 2007). Ecuador es el tercer país con mayor diversidad de anfibios después de Brasil y Colombia. Entre los países megadiversos, Ecuador es el primero si se considera su número de especies por unidad de superficie (0,017 especies/km^2). Esto significa que posee 3 veces más especies por unidad de superficie que Colombia y 21 veces más que Brasil. Es también notable el endemismo que Ecuador posee; por ejemplo, 191 especies (40 %) son conocidas solamente de Ecuador, mientras que en su región andina, el 75 % de las especies son endémicas.

Características Generales de los Anfibios.

- Los anfibios adultos presentan una epidermis muy fina, sin escapas, rica en vasos sanguíneos y con glándulas mucosas que mantienen la piel siempre lubrificada. Esas características permiten la realización de la respiración cutánea, o sea, el intercambio de gases se realiza a través de la piel.

- La mayoría de los anfibios posee glándulas productoras de secreciones venenosas en la epidermis. El veneno es liberado cuando el animal es amenazado por algún predador, representando una forma de defensa contra la predación.

- Los anfibios son animales ecto-térmicos (griego, ektos, fuera; y thermos, calor), o sea que dependen de una fuente de calor externa para mantener la temperatura de sus cuerpos.

- La respiración de los anfibios puede ser braquial, cutánea o pulmonar. También puede ocurrir la combinación de más de un tipo de respiración en un mismo espécimen.

Para su estudio se toma en cuenta lo siguiente:

Estos dos grupos taxonómicos son nocturnos. El esfuerzo de muestreo puede realizarse durante noches o 3 días seguidos. Luego se debe cambiar el sitio de muestreo ya que estos animales son muy territorialistas y pasado este periodo de muestreo pueden atacar a las personas para defender su hábitat.

Los métodos usados son:

Técnica usada	Método	Característica
Talleres comunitarios	Indicios	Los integrantes de las comunidades indican la presencia de determinada especie: El investigador confirma con listas de chequeo.
Conteos puntuales.	Huellas o señales:	Presencia de nidos. Cambios de piel en las serpientes.
	Capturas:	Trampas. Redes de captura de serpientes.
	Observación directa o Visualización:	El investigador observa la presencia en recorridos de campos para el efecto.

Los conteos puntuales se realizan en hábitats especiales donde se pueden encontrar, como son:

- Sitios específicos.
- Quebradas.
- Hondonadas.
- Cuevas.
- Charcas.
- Ríos.

Peces.

Las características generales de los peces son:

Los peces son los más antiguos vertebrados vivos sobre la Tierra. Aparecieron hace cerca de 450 millones de años y se difundieron por casi todos los ambientes acuáticos. Algunas especies resisten temperaturas de más de 38°C, otras viven sometidas a enormes presiones a profundidades de hasta 10.000 metros; mientras que otras se han adaptado a las aguas heladas con temperaturas inferiores a los 0°C.

Los peces están formados por tres partes: cabeza, tronco y la región caudal.

- La cabeza va desde la parte más anterior (hocico) hasta el **opérculo** (escudo oxeo lateral que recubre las branquias).
- El tronco va desde el opérculo hasta la apertura anal es donde se encuentran las vísceras del pez y las extremidades, que son las aletas y que pueden ser pectorales, ventrales y dorsales.
- La región caudal va desde la apertura anal hasta el final del cuerpo.
- La **piel** de los peces está formada por escamas, que son cubiertas dérmicas de naturaleza calcárea.
- La **alimentacion**es muy diversa la mayoría de ellos tienen mandíbulas, que se modificaran más o menos en función del habitad alimenticio, la mayoría de ellos son carnívoros y depredadores, pero también los hay herbívoros, plactofagos, omnivoros y algunos parásitos.

Para realizar el muestreo de este grupo taxonómico se debe considerar lo siguiente:

Son menos activos, por lo que el esfuerzo de muestreo es indefinido. Se puede pescar luego de las 5 de la tarde. Los métodos de estudio pueden ser:

Técnica usada	**Método**	**Característica**
	Indicios	Integrantes de la comunidades indican la presencia de determinada especie: El investigador confirma usando listas de chequeo.
	Capturas con redes y Atarrayas.	El investigador conoce de los métodos para muestrear y organiza jornadas de trabajo que le permita confirmar la presencia de las especies.
	Observación directa:	El investigador observa las especies en salidas exclusivas y con el equipo necesario.

Se debe tomar en cuenta la utilización de los ríos por porte de los peces, como:
- Hondos (pozas).
- Rápidos (alimentación).

Al río se lo puede dividir en secciones, para muestrear cada 0,5 km, 1K km, 2 km.

7. DEFINICIÓN DE ESPECIES FOCALES PARA ACCIONES DE CONSERVACIÓN.

Concepto de Especie.

Es un conjunto de individuos que proceden de antecedentes comunes y que son capaces de reproducirse entre sí y dar lugar a una descendencia fértil.

Especie Endémica.

Endemismo: es un término utilizado para indicar que la distribución de un taxón está limitada a un ámbito geográfico reducido, no encontrándose de forma natural en ninguna otra parte del mundo. Por ello cuando se indica que una especie es endémica de cierta región, significa que solo es posible encontrarla de forma natural en esa región o lugar.

Especie Emblemática.

Es una especie muy importante para la población de un país, es un emblema, "estrella", todos la conocen por su abundancia, importancia económica, mística y política.

Ejemplos:

- ✓ En Cóndor en los Andes del Ecuador.
- ✓ La Danta.
- ✓ El Perico Macareño.
- ✓ El Tucán.

Especies Focales.

La conservación de las especies puede ser algo subjetivo, porque es difícil determinar el estado de muchas especies. Con millones de especies en situación preocupante, la identificación de determinadas **especies claves, especie bandera o especies paraguas** facilita la decisión para la conservación.

Especie paraguas.

Son las especies seleccionadas para tomar decisiones relacionadas con la conservación, porque protegiendo estas especies se protegen de forma indirecta muchas otras especies que componen la comunidad de su hábitat.

Pueden ser usadas para ayudar a seleccionar la localización de reservas potenciales, encontrar el tamaño mínimo de esta área de conservación o reserva y para determinar la composición, estructura y procesos de los ecosistemas.

Las especies paraguas cubren grandes áreas en sus desplazamientos diarios o estacionales. Protegiendo suficiente hábitat para mantener poblaciones viables de estas especies se pueden beneficiar otras que tienen un rango más restringido.

Una especie paraguas puede ser una especie nativa o endémica.

Especie clave.

A través de sus actividades enriquecen el funcionamiento de un ecosistema y única. Su efecto es desproporcionado en relación a su abundancia. Su remoción inicia cambios estructurarles en el ecosistema y pérdidas en la diversidad.

Especie bandera.
Son carismáticas y permiten atraer la atención sobre un objetivo de conservación. Sirve de base para generar campañas de concientización y movilizar el apoyo de la comunidad.

Especie indicadora.
Es una especie biológica que define un rasgo o característica del ambiente. Por ejemplo, una especie puede delinear una eco-región o indicar una condición ambiental como la erupción de una peste, contaminación por contaminantes específicos, competición entre especies o cambio climático.
Las especies indicadoras son las especies más sensitivas de una región y en general actúan como señal de alarma para alertar a los biólogos que monitorean las condiciones ambientales.

Síntesis.

- Una especie clave es identificada por su valor ecológico.
- Una especie paraguas sirve de base para tomar decisiones de manejo vinculadas al tamaño, forma y distribución espacial de las áreas protegidas.
- Una especie bandera contribuye a las relaciones públicas y a la búsqueda de fondos.
- Finalmente, una especie indicadora es útil para evaluar y monitorear la calidad del hábitat.

Que se debe conocer de una especie.

- Distribución geográfica original.
- Amenazas en base a su uso actual, estado de hábitat.
- Estado de conservación de la especie.
- Potencial biótico, abundancia, potenciales y conocimiento de procesos reproductivos.
- Importancia por parte de la población local.

Población mínima viable.
Se estima que al menos un grupo de 50 unidades reproductivas (hembras o parejas) de una especie son necesarias para asegurar la supervivencia a corto plazo y a la variabilidad genética de una población.

En el largo plazo, sería necesario un mínimo de 500 unidades reproductivas para mantener una población mínima viable. Dicha población podría ser considerada como una meta-población compuesta de sub-poblaciones de 50 unidades reproductivas que se encuentran bien interconectadas entre sí.

Debido a que las unidades reproductivas conforman lo que se denomina una “población efectiva” y que, usualmente, esta solo corresponde a un 10 o 20 % del total de la población, una meta-población capaz de persistir en el largo plazo estaría conformada por un total de 2500 a 5000 individuos (incluye juveniles y adultos no reproductivos).

8. EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS ESPECIES VEGETALES IDENTIFICADAS EN LOS DIFERENTES TIPOS DE COBERTURA VEGETAL NATURAL.

8.1. Especies Endémicas

Según Aguirre (2006) la condición más importante que denota la riqueza vegetal de un sitio es el endemismo, que es una característica de presentar elevada densidad de especies endémicas en una región. Las especies endémicas tienen poca variabilidad genética, por eso no se adaptan a condiciones diferentes a las de su hábitat.

Se dice que una especies es endémica de una zona determinada si su área de distribución esta enteramente confinada e esa zona.

El endemismo es la calificación de una especie biológica exclusiva de un lugar, área o región geográfica, y que no se encuentra de forma natural en ninguna otra parte del mundo. Estas especies únicas de llaman endémicas.

Para determinar el estado de conservación de las especies nativas endémicas de cualquier zona, se procede a revisar el libro rojo de plantas vasculares del Ecuador (Valencia *et al*. 2000). Además la colecciones de los herbarios existentes en la zona.

8.2. Estado de Conservación de las Especies Vegetales No Endémicas

8.2.1. Sectorización

Se debe sectorizar la zona de estudio para aplicar un muestreo aleatorio en los sitios donde la población humana local, realiza con mayor frecuencia la colección de las plantas "útiles" nativas; esto se logra con la ayuda en: arbórea, arbustiva y herbácea.

Se establecen parcelas temporales de las siguientes características, para vegetación arbórea de 20 m x 20 m, para vegetación arbustiva de 5 m x 5 m y para la vegetación herbácea de 1 m x 1 m. El esquema de las parcelas se presenta en la figura 10.

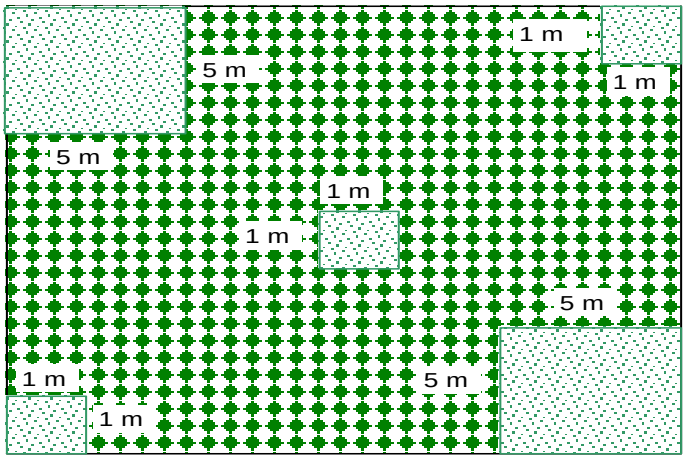


Figura 10. Dimensión de las parcelas según el estrato de estudio

8.2.2. Levantamiento de la información y recolección de muestras

Se levanta datos de DAP de todos los individuos mayores o iguales a 5 cm. Los arbustos y hierbas se contabilizan todos. Se pueden utilizar variantes de dimensión de las parcela so transectos según los recursos humanos y económicos disponibles para el muestreo. Es importante resaltar la importancia de colectar muestras botánicas y, que los especímenes de las plantas colectadas sean representativos y fértiles; de esta manera se facilita el trabajo de identificación y descripción botánica.

Hoja de campo para la recolección de información de los diferentes estratos.

Nombre común	Nombre Científico	DAP/Número de individuos	Usos

8.2.3. Procedimiento para la evaluación del estado de conservación de las plantas

Para determinar el estado de conservación de una especie (no endémica) se utiliza una combinación de la matriz de Cuesta *et al*. (2006) y los parámetros ecológicos (Aguirre y Aguirre 1999). Se califica a la especie en función de tres grandes criterios que incluyen nueve variables que toman valores de: 1,67; 3,33 o 5 ; que al ser sumados dan valores ponderados mínimos de 15,03 y máximos de 45, y que al dividir en tres rangos definen el estado de conservación, en función de los siguientes valores:

Rango de Sumatoria de los valores de las diferentes variables	**Calificación e interpretación del Estado de Conservación**
15,03 a 25,02	Mal estado de conservación
25,03 a 35,01	Regular estado de conservación
35,01 a 45	Buen estado de conservación

8.2.4. Criterios usados como insumos para estimar el estado de conservación

Los siguientes son los criterios y variables que se usan para determinar el estado de conservación de una especie.

Criterio 1: Características Generales

Variable	**Valor Ponderado**	**Valor Ponderado**
Presencia en el Hábitat (en torno al área evaluada)	Mayor a 66% de superficie de hábitat	5
	33 a 66% de superficie de hábitat	3,33
	Menor a 33% de superficie de	1,67

	hábitat	
Regeneración	Pioneras	5
	Secundarias	3,33
	Clímax	1,67
Tipo de extracción de recurso	Tipo I: corteza, tallos, raíz	1,67
	Tipo II: Exudados, semillas, flores, polem	3,33
	Tipo III: Hojas, frutos	5

Criterio 2: Características Biológicas

Variable	**Descripción**	**Valor ponderado**
Producción o presencia de Flores	Pocas	1,67
	Intermedias	3,33
	Muchas	5
Producción o presencia de Frutos	Pocas	1,67
	Intermedias	3,33
	Muchos	5

Criterio 3: Parámetros Ecológicos

Se usan las siguientes variables:

Frecuencia Relativa (FR)

$$\text{Frecuencia Relativa (Fr)} = \frac{\text{Número de parcelas en la que está la especie}}{\text{Sumatoria de las frecuencia de todas las especies}} \text{x}\,100$$

Valores ponderados de la frecuencia relativa de una especie

Valor calculado de Frecuencia Relativa	**Valor Ponderado**	**Calificación**
0 - 33 %	1,67	Poco frecuente (PF)
34 – 75 %	3,33	Frecuente (F)
76 – 100 %	5	Muy frecuente (MF)

Densidad

$$D = \frac{\textit{Número total de individuos por especie}}{\textit{Total del área muestriada}} \; x \; 100$$

Valores de densidad para estimar la densidad de árboles

Valor calculado de Densidad	Valor Ponderado	Calificación
0 - 300 individuos/hectárea	1,67	Vegetación rala (R)
301- 600 ind /hectárea	3,33	Vegetación semidensa (SD)
Mas de 600 ind/hectárea	5	Vegetación densa (D)

Valores de densidad para estimar la densidad de Arbustos

Valor calculado de Densidad	Valor Ponderado	Calificación
0 - 500 individuos/hectárea	1,67	Vegetación rala (R)
501- 1000 individuos/ hectárea	3,33	Vegetación semidensa (SD)
Mas de 1000 individuos/ hectárea	5	Vegetación densa (D)

Valores de densidad para estimar la densidad de Hierbas

Valor calculado de Densidad	Valor Ponderado	Calificación
0 - 1000 individuos/hectárea	1,67	Vegetación rala (R)
1001- 2000 individuos /hectárea	3,33	Vegetación semidensa (SD)
Mas de 2000 individuos/hectárea	5	Vegetación densa (D)

Densidad Relativa

$$DR = \frac{Número\,de\,individuos\ por\,especie}{Número\,total\ de\,individuos} x100$$

Valores de densidad relativa para determinar la densidad relativa de una especie vegetal

Valor calculado de Densidad Relativa	Valor Ponderado	Calificación
0-33 %	1,67	Escasa (E)
34 – 75 %	3,33	**C**omún (C)
76 – 100 %	5	Abundante (A)

<u>Índice de valor de Importancia (IVI)</u>

IVI = DR + FR

Valores del IVI ponderados para estimar el estado de conservación de una especie

IVI	Valor Ponderado	Calificación
0-33 %	1,67	Poco Importante (PI)
34 – 75 %	3,33	Importante (I)
76 – 100 %	5	Muy Importante Ecológicamente (MIE)

8.2.5. Calificación del estado de conservación (EC)

Los resultados de los tres criterios y las diferentes variables se ubica en las celdas de la matriz de calificación y se realiza la sumatoria por especie. El resultado numérico final es interpretado de acuerdo a la escala de estado de conservación indicada, según se ilustra en la siguiente matriz.

Matriz para la calificación del estado de conservación de especies vegetales de cualquier formación vegetal

Generalidades			**Ponderados de las Características Generales**			**Ponderados de Características Biológicas**		**Valores ponderados de los Parámetros Ecológicos**				**Total**	**Calificación del Estado de Conservación**
Familia	Especie	Habito de Crecimiento	Hábitat	Regeneración	Tipo de aprovechamiento del recurso	Flores	Frutos	Densidad Absoluta ind/ha	Densidad Relativa %	Frecuencia Relativa%	IVI/100		
Lam	*Epidendrum fimbriatum* Kunth	Hierba	1,67	1,67	1,67	1,67	3,33	1,67	1,67	1,67	1,67	16,68	MALO

9. METODOLOGÍA PARA EVALUAR EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA VEGETACIÓN.

Para realizar esta actividad se deben hacer recorridos a través de los diferentes tipos de vegetación, tratando en lo posible de abarcar la mayor superficie del área de la zona de interés.

9.1. Descripción de la Vegetación

El objetivo de esta actividad es dar una idea general del tipo de vegetación en donde se desarrollaron los muestreos, lo cual no requiere de mucho detalle. La base principal de este punto es la descripción estructural de la vegetación y resaltar las especies más representativas de la estación donde se realizan los muestreos. Para esto debe considerarse el número de estratos de la vegetación (cada una de las zonas verticales donde las copas de los individuos de altura similar definen una capa horizontal), la altura y cobertura de cada uno de ellos (Barkman, 1979).

9.2. Caracterización de los Estratos de la Vegetación

El número de estratos y su descripción es utilizado para caracterizar la distribución vertical de la vegetación. Para este fin se recomienda seguir la propuesta de Rangel y Lozano (1986) ajustada para ecosistemas ecuatorianos, la cual contempla los siguientes tipos de estratos: herbáceo < 0,3 -1,5 m; arbustivo 1,5-5 m; subarbóreo 5-12 m; arbóreo inferior 12-25 m y arbóreo superior > 25 m. Con base en lo anterior se define:

- Altura aproximada de cada uno de los estratos: estimación visual de la altura promedio (también puede ser un rango) de los individuos que hacen parte de cada estrato.
- Cobertura de los estratos: estimación visual de la proyección vertical sobre el suelo de las copas de los individuos de cada uno de los estratos, la cuantificación se realiza como el porcentaje del área de muestreo cubierto por cada uno de los estratos. Esta medida es una aproximación que pretende determinar la densidad de cada estrato.
- Especies más frecuentes en cada estrato.

Muchas de las observaciones para caracterizar los estratos requieren previa familiarización con el tipo de vegetación y las características generales del sitio estudiado, por lo que se recomienda realizar esta actividad al final de cada muestreo. La siguiente matriz sirve para recolectar la información en cada tipo de vegetación.

Ejemplo para bosques:

Estrato	**Altura (promedio en base a plantas sobresalientes)**	**Cobertura sobre la superficie (en conjunto)**	**Especies características o sobresalientes**
Herbáceo			
Arbustivo			
Arbóreo inferior			
Arbóreo intermedio			
Arbóreo superior			

Para determinar el estado de conservación se consideran cinco criterios con sus respectivos indicadores, que son:

9.3. Grado de Intervención Antrópica

Tipo de cobertura	**Tipo de intervención**							**Grado de intervención antrópica**		
	Deforestación	Conversión de uso	Incendios	Extracción de leña	Pastoreo	Extracción de productos No maderables	Otros	**A**	**B**	**C**
Bosque										

A= Escasa intervención; B = intervención mediana y C = intervención severa.

9.4. Apariencia del Tipo de Vegetación en base a la Altura de los Hábitos de Crecimiento y Cobertura.

Tipo de vegetación	**Presencia de estratos**			**Cobertura sobre la superficie (en conjunto)**	**Apariencia**		
	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo		B	R	M
Bosque							

Interpretación de la apariencia:

Si existen los tres estratos con árboles grandes y abundantes que proyectan una cobertura mayor al 60 % sobre el suelo, califica como Bueno (B)

Si existen dos estratos y las especies proyectan una cobertura menor al 50 %, califica como Regular (R)

Si existen dos estratos, pero su apariencia es deficiente fisonómicamente (esta degradado), el bosque o vegetación, las especies proyectan una cobertura menor al 30 %, califica como Malo (M)

9.5. Presencia de especies características: pioneras, intermedias y/o clímax por tipo de vegetación.

Nombre común	**Nombre Científico**	**Abundancia**			**Usos**					
Higuerón		**1**	**2**	**3**	**M**	**A**	**F**	**L**	**O**	**Otro**

Abundancia: 1= escaso; 2 = común; 3 = abundante
Usos: M = Medicinal; A = alimento; F= forraje; L= leña; O = ornamental.

9.6 Presencia de Epifitas Vasculares y No Vasculares

Árbol hospedero	**Tipo de epifita**					**Abundancia**		
	Or	**Br**	**Ar**	**He**	**Mu**	**1**	**2**	**3**
Pumamaqui	X							X

Tipo de Epifita: Or = Orquídeas; Br = Bromelias (huicundos); Ar = Araceae (anturios); He = helechos; Mu = Briofitas (musgos)
Abundancia: 1= escaso; 2 = común; 3 = abundante

9.7. Grosor de la Capa de Hojarasca debajo del Bosque/Páramos/Matorrales

Tipos de cobertura	**Rangos**		
	0-20	**21-50**	**Mayor a 50**
Bosque zona alta			
Bosque zona media			
Matorral			
Páramo			
Calificación	**1**	**2**	**3**

1 = malo; 2 = regular = 3 = buena

9.8. Calificación Final

La calificación final se obtiene luego de sumar las calificaciones y atributos que se han observado en el campo, asignando tres categorías; así: estado de conservación bueno (B), estado de conservación regular (R) y estado de conservación mal (M). La calificación se ilustra en la siguiente matriz.

Tipo de Cobertura	**Parámetros**															**Estado de Conservación**		
	Intervención Antrópica			**Apariencia Tipo de vegetación**			**Abundancia Especies Características**			**Presencia de Epifitas**			**Grosor de hojarasca**					
	A	**B**	**C**	**B**	**R**	**M**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**B**	**R**	**M**
Bosque	x			x					x			x	x			x		
		x			x			x			x			x			x	
			x			x	x								x			x

10. CONCEPTOS DE VARIABLES Y ATRIBUTOS USADOS EN LOS ESTUDIOS DE LA VEGETACIÓN

Cobertura vegetal

Vegetación es el conjunto de plantas de varias especies que se encuentran ocupando una determinada zona o región geográfica; que son propias de un periodo geológico y que habitan un ecosistema determinado. Toda cobertura vegetal tiene su propia composición y estructura florística, que forma lo que se denomina un tipo o categoría de cobertura vegetal. En una cobertura vegetal existen varios hábitos de crecimiento o formas de vida y, justamente esta unión determina el grado de cobertura que la vegetación puede hacer sobre una superficie determinada de territorio (Sarmiento, 2006). Mientras que flora hace referencia al elemento florístico en particular denominado especie y/o el número de especies diferentes que pueden encontrarse en un tipo de vegetación.

En estas circunstancias la vegetación al tener una estructura (arbórea, arbustiva, herbácea) y composición florística definida, también hace referencia a la distribución de las especies y a la importancia relativa, por número de individuos y tamaño de cada una de ellos, por lo tanto según, la altitud, la temperatura, la humedad y el suelo, la flora determina los tipos de vegetación.

Importancia de la vegetación

La importancia de la cobertura vegetal puede ser valorizada desde tres diferentes ámbitos, así: productivo, protectivo y ecológico. Desde el punto de vista productivo se refiere al conjunto de especies maderables, medicinales, ornamentales, fibras, frutos silvestres que son usadas para el hombre para satisfacer sus necesidades. En el aspecto protectivo, la vegetación cumple las funciones de proteger fuentes hídricas, retención del suelo, evitar la erosión, en la captura de CO_2 etc. Y en el ámbito ecológico facilita el hábitat de las diferentes especies de flora y fauna; además cumple un papel fundamental en la cadena trófica siendo el elemento primario de la vida. Desde otra perspectiva la vegetación es el componente fundamental para la belleza escénica, servicio ambiental fundamental para el futuro económico de los países poseedores de una rica biodiversidad.

Composición florística

Composición florística se define como el conjunto de plantas de diferentes especies que conforman un tipo de formación vegetal natural o plantada. La diversidad en la composición florística es influenciado por factores como: clima con sus factores: temperatura, vientos, humedad ambiental y radiación, pues estos elementos son manifestaciones de la energía procedente del sol y, el sistema orográfico y el suelo con todas las características físicas, químicas y microbiológicas.

Además de estos factores existen otros como el número de animales que actúan como agentes dispersantes de las semillas, la vegetación circundante y las características de las especies vegetales disponibles para invadir el área descubierta.

Parámetros Estructurales

Densidad (D)

Aguirre y Aguirre (1999) manifiestan que la densidad (D), esta dada por el número de individuos de una especie o de todas las especies dividida por la superficie estudiada. Para el cálculo no es necesario contar todos los individuos de la zona, sino que se puede realizar muestras en áreas representativas. Se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{Densidad absoluta (D)} \# \text{ind/m}^2 = \frac{\text{No. total de individuos por especie}}{\text{Total del área muestreada}}$$

Densidad Relativa (DR)

Aguirre y Aguirre (1999) señalan que la densidad relativa (DR), permite definir la abundancia de una determinada especie vegetal, ya se considera el número de individuos de una especie con relación al total de individuos de la población. Valle (sap) indica que la densidad relativa es la densidad de una especie expresada como la proporción del número total de individuos de todas las especies. Para su cálculo se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Densidad Relativa (DR)}\% = \frac{\text{No. de individuos por especie}}{\text{No. total de individuos}} x100$$

Dominancia Relativa (Dm.R)

La dominancia relativa (DmR) se define como el porcentaje de biomasa (área basal o superficie horizontal) que aporta una especie. Se expresa por la relación entre el área basal ($G = 0{,}7854 \times DAP^2$) del conjunto de individuos de una especie y el área muestreada. La dominancia de una especie esta dada por su biomasa y la abundancia numérica. Se puede calcular para árboles y arbustos (Aguirre y Aguirre 1999).

También es denominada grado de cobertura de las especies, es la expresión del espacio ocupado por ellas. Se define como la suma de las proyecciones horizontales de los árboles sobre el suelo. La dominancia relativa se calcula como la proporción de una especie en el área total evaluada, expresada en porcentaje. La dominancia, puede ser calculada también para géneros, familias, formas de vida (Lamprecht, 1990). Se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{Dominancia Relativa (DmR)}\% = \frac{\text{Área basal de la especie}}{\text{Área basal de todas las especies}} x100$$

Frecuencia

Permite conocer las veces que se repite una especie en un determinado muestreo. Según Valle (sap) demuestra:

- La presencia o ausencia de una especie en particular en cada unidad de muestreo
- Es la probabilidad promedio de encontrar por lo menos un individuo de una especie particular en cada unidad de muestreo
- En ecología se expresa como la proporción de parcelas en las que esta presente al menos un individuo de una especie en particular.

Los factores que pueden sesgar las estimaciones de frecuencia:

- Tamaño de la parcelas, se incrementa al incrementar la superficie de ésta.
- Patrón espacial de las distribución: mientras más agregada, menor será la frecuencia

Se pueden calcular dos tipos de frecuencia.

Frecuencia Absoluta

$Fa = P_1/Np \times 100$

P_1 = Número de parcelas con al menos un individuo de la especie

Np = Número total de parcelas muestreadas

Frecuencia Relativa

$FR = F_i/Sf \times 100$

Fi = Frecuencia absoluta de esa especie

Sf = Suma de las frecuencias de todas las especies encontradas en ese ecosistema

Frecuencia Relativa

$$\text{Frecuencia Relativa (FR)} = \frac{\text{Número de cuadrantes/parcelas en que está la especie}}{\text{Sumatoria de las frecuencia de todas las especies}} \text{x } 100$$

Cobertura relativa (CR)

Es la cobertura que realiza una determinada especie sobre la superficie de muestreo. Es la cobertura de la especie i expresada como la proporción total del área cubierta por todas las especies. Se calcula mediante la formula:

$$CR = C_i/\Sigma C_n * 100$$

Dónde:

Ci = Cobertura de la especie i

ΣC_n = Suma de la cobertura de todas las especies

Índice de Valor Importancia (IVI)

Según Aguirre y Aguirre (1999) el índice de valor de importancia (IVI), indica que tan importante es una especie dentro de la comunidad. Las especies que tienen el IVI más alto significa entre otras cosas que es dominante ecológicamente: que absorbe muchos nutrientes, que ocupa mayor espacio físico, que controla en un porcentaje alto la energía que llega a este sistema. Este índice sirve para comparar el peso ecológico de cada especie dentro del ecosistema. Para calcular este parámetro se utiliza la DR, FR y DmR, utilizando la fórmula:

Índice Valor Importancia (IVI) = (DR + DmR + FR)/3

Los valores resultantes pueden variar entre 0,0 a 1,0 ó de 0 a 100 %.

Diversidad Relativa de Familia/Género

Es la riqueza porcentual de especies que contiene cada familia o género de una muestra. Aguirre y Aguirre (1999), indican que la diversidad relativa (DvR), esta dada por la heterogeneidad de especies en una determinada área o comunidad biótica. En decir es el número de especies diferentes que contiene una familia o género que se pueden encontrar en una determinada superficie. Se calcula utilizando la fórmula:

$$\text{Diversidad Relativa de Familia (DrF)} = \frac{\text{Número de especies dentro de una familia}}{\text{Número total de especies}} \text{ x } 100$$

$$\text{Diversidad Relativa de Género (DrG)} = \frac{\text{Número de especies dentro de un género}}{\text{Número total de especies}} \text{ x } 100$$

Índices de Diversidad

Los índices de diversidad permiten medir la biodiversidad, que se manifiesta en la heterogeneidad que se encuentra dentro de un ecosistema (diversidad alfa α) y en la heterogeneidad a nivel geográfico (biodiversidad beta β) de las poblaciones, o de las comunidades ya sea para trabajar, conservar o para repoblar con una especie que esta en vías de desaparecer y que es importante para el desarrollo de la comunidad. No es lo mismo medir la diversidad a escala local que la diversidad a escala regional o continental, por lo tanto el modelo utilizado consiste en desglosar la diversidad en tres componentes, diversidad alfa o local, diversidad beta o tasa a la que se acumulan nuevas especies en una región y diversidad gamma o global de una región.

Diversidad Alfa

La diversidad alfa (α) mide la riqueza o heterogeneidad de especies de un sitio o comunidad. Este índice es el que más se acerca al concepto de riqueza de especies y puede ser utilizado

para comparar el número de especies en ciertos lugares o tipos de ecosistemas, como lagos o bosques. Por ejemplo, un bosque en Estados Unidos tiene menos especies que un bosque tropical del mismo tamaño en Ecuador. Existen varios índices para su cálculo, pero los más usados son: el índice basado en dominancia de Simpson y el índice de equidad de Shannon-Wiener.

Índice de Simpson

Se basa en la teoría de las probabilidades ¿cuáles son las probabilidades de que dos ejemplares seleccionados al azar en una comunidad infinita correspondan a la misma especie. Según Valle (2001) se calcula con los siguientes índices:

Índice de dominancia de Simpson (δ), se basa en la probabilidad de que dos individuos tomados al azar correspondan a la misma especie. Se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$\sigma = \sum (Pi)^2 \quad Pi = \frac{n}{N}$$

Donde:

σ = Índice de dominancia

Pi = Proporción de individuos de una especie

n = Número de individuos de la especie

N = Número total de individuos de todas las especies

Índice de diversidad de Simpson (λ), se basa en la probabilidad de que dos individuos tomados al azar pertenezcan a especies diferentes. Se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$\lambda = 1 - \delta$$

Donde:

λ = Índice de diversidad
δ = Índice de dominancia

Los resultados se interpretan usando la siguiente escala de significancia entre 0 – 1 así:

Valores	Significancia
0 – 0,35	Diversidad baja
0,36 – 0,70	Diversidad media
> 0,71	Diversidad alta

Índice de Shannon-Wiener, toma en cuenta dos aspectos de la diversidad, la riqueza de las especies (número de especies) y la uniformidad de la distribución del número de individuos de cada especie. Según Valle (2001) se calcula con los siguientes índices:

Índice de diversidad de Shannon (H^I), los valores de H' en la naturaleza suelen oscilar entre 1,5 y 3,5 excediendo raramente hasta 4,5 bits (bits = unidad de medida de información equivalente a la elección entre dos posibilidades igualmente probables). Se calcula utilizando la fórmula:

$$H^1 = -\sum Pi * LnPi$$

Donde:

H^I = Índice de Shannon

Ln = Logaritmo natural

Pi = Proporción del número total de individuos que constituye la especie i

Los resultados obtenidos se interpretan según la siguiente escala de significancia, así:

Valores	Significancia
< a 1,5	Diversidad baja
1,6 – 3,5	Diversidad media
> 3,5	Diversidad alta

Índice de equitatividad de Shannon (E), la entropía máxima (H max) para una cierta riqueza se da cuando la distribución de objetos repartidos entre las diferentes clases (como los taxones) es equiparable. La relación entre entropía observada y entropía máxima puede utilizarse como estima de la equitatibilidad (E), cuya expresión matemática sería: **E = H^I / H max**. De este modo, E adquiere cualquier valor entre 0 y 1, donde 1 representa la condición de homogeneidad en la distribución de los elementos y 0 la posibilidad de heterogeneidad.

E = H^I / H max ó $E = -\sum Pi * LnPi \ / LnS$

Donde:

E = Equitabilidad
H^I = Índice de Shannon
Hmax = Ln del total de especies o Ln de S

Los resultados se interpretan usando la escala de significancia entre 0 – 1 así:

Valores	Significancia
0 – 0,35	Heterogeneidad en la distribución de la diversidad
0,36 – 0,70	Mediana heterogeneidad en la distribución de la diversidad
> 0,71	Homegeneidad en la distribución de la diversidad

Diversidad Beta (β)

La diversidad beta (β), mide la diversidad de dos o más hábitat, mediante la similitud o comparabilidad. Se calcula a través de los índices cualitativos de Jaccard y Sorensen y el índice cuantitativo también de Sorensen, siendo estos métodos los más utilizados. La respuesta cercana a 0 indica diferente y las cercanas a 1 significan similaridad.

Índice de similitud de Sorensen (I_{SS})

$$I_{ss} = \frac{2c}{Sa + Sb} x100$$

Donde:

Sa = Número de especies presentes en la zona a
Sb = Número de especies presentes en la zona b
c = Número de especies comunes entre los bosques a y b

Índice cuantificable de Sorensen (I_{CS})

$$I_{cs} = \frac{2pN}{Na + Nb} x100$$

Donde:

Na = Número total de individuos en la zona A
Nb = Número total de individuos en la zona B
pN = Sumatoria de la abundancia mas baja de cada una de las especies compartidas entre las zonas

Coeficiente de Jaccard

Donde:

$$Cj = \frac{C}{S1 + S2 - C} x100$$

S_1 = Número total de individuos en la zona A

S_2 = Número total de individuos en la zona B

C = Sumatoria de la abundancia mas baja de cada una de las especies compartidas entre las zonas

Diversidad Gamma (γ)

La diversidad gamma (γ), se manifiesta en la heterogeneidad a nivel geográfico. Esta diversidad permite comparar grandes áreas que contienen comunidades biológicas diversas. Por ejemplo, Ecuador, tiene más especies de aves (1 600 especies) que Inglaterra (200 especies) a pesar de que tienen casi el mismo tamaño. Whittaker (1972) define la diversidad gamma como la riqueza en especies de un grupo de hábitats (un paisaje, una cuenca hidrográfica, una isla) que resulta como consecuencia de la diversidad alfa de las comunidades individuales y del grado de diferenciación entre ellas (diversidad beta).

Según Moreno (2001) este índice se obtiene mediante los cálculos basados: en la riqueza de especies, en el índice de Shannon y en el índice de Simpson, siendo criterio del investigador cual método utilizar.

Cálculo basado en la riqueza de especies

$$\gamma = \bar{x}\,\alpha + \beta$$

Donde:

$\gamma =$ Diversidad Gamma

$\bar{x}\,\alpha$ = Promedio del número total de especies

β = Diversidad beta

$$\beta = \Sigma qj\,(St - Sj)$$

Donde:

q_j = peso proporcional de la comunidad j, basado en su área.

St = Número total de especies registradas en el conjunto de comunidades

Sj = Número total de especies registradas en la comunidad j.

Cálculo basado en el índice de Shannon

$$\gamma = \overline{H'} + \beta$$

$\overline{H'}$ = Promedio del índice de Shannon (α)

β = Diversidad Beta

$$\beta = -\sum pi(LnPi) - \sum qjH'$$

Pi = ΣPijQj

Donde:

Primera parte de la formula:

Pij = proporción o frecuencia de la especie j en el conjunto de comunidades (n/N)
Qj = Ponderación de la importancia de cada comunidad (basada en el área, qa = área de la zona A
qb = área de la zona B)
Ln = Logaritmo natural

Segunda parte de la formula:

qj = Ponderación de la importancia de cada comunidad (basada en el área, qa = área de la zona A
H' = Índice de Shannon de la comunidad n

Cálculo basado en el índice de Simpson

$\gamma = \widetilde{O} + \beta$
$\widetilde{O}$ = Promedio del índice de dominancia de Simpson (α)
β = Diversidad Beta

$$\beta = \sum q\lambda - \sum Pi^2$$

Donde**:**

q = Porcentaje del área de cada comunidad donde se halla Pi
λ = Índice de Simpson
Pi = ΣPij Qj
Pi = Piqa + Piqb

Finalmente la diversidad gamma tiene dos componentes aditivos y positivos: diversidad dentro de las comunidades (alfa) y diversidad entre comunidades (beta), de forma que:

Gamma = Diversidad alfa promedio + Diversidad beta

Estructura diamétrica

Es la distribución del número de árboles por clase de diámetro. Esta distribución, tiene generalmente la forma de una J invertida. Sin embargo, estudiando por separado cada especie se observa una gran diversidad de comportamientos que es la mejor forma de entender las distribuciones diamétricas, es decir relacionando el número de árboles con el área basal (Conza, 1998).

Tanto el análisis del perfil vertical como del horizontal (profundidad), permite evaluar la presencia de los estratos o pisos del bosque, la distribución de las especies y sus individuos, al igual que la apreciación de los claros del bosque y sus magnitudes. El grado de

complejidad y detalle de los diagramas de perfil dependen principalmente de la disponibilidad de tiempo y recursos.

Perfil de la vegetación

El perfil de la vegetación es el esquema de una franja de bosque que pretende ilustrar el número de estratos, su altura y cobertura. Para la elaboración de los perfiles esquemáticos se emplea la información de uno de los transectos (ej. 0,1 ha) de los muestreos de plantas leñosas. La información se transfiere a una gráfica de barras, colocando en el eje X los individuos y en el Y su altura. Luego, con base en algunos bocetos de la forma de las copas elaborados en campo, se reemplazan las barras por dibujos de árboles, lianas o palmas.

Es importante que los dibujos por los que se reemplacen las barras correspondan a las características de los individuos, es decir, hay que considerar su hábito (palma, liana, árbol o arbusto, etc.). Eventualmente, si el dibujo no queda muy denso, en el eje X se pueden poner las identidades de los individuos.

Perfil vertical y horizontal de la vegetación

La estructura vertical se refiere a la disposición de las plantas de acuerdo a sus formas de vida en los diferentes estratos de la comunidad vegetal. La estructura horizontal se refiere a la cobertura del estrato leñoso sobre el suelo. La estructura vertical y horizontal son fácilmente visualizadas en diagramas gráficos.

Para ilustrar la estructura vertical y horizontal se construyen gráficos del transecto con vista en planta: horizontal y vertical, en el cual se dibujan las proyecciones de las copas de los árboles, por lo que se denomina diagrama de profundidad de copas o diagrama de cobertura. Para esto, se requiere de las coordenadas de referencia (xi ; yi), para la ubicación de cada uno de los árboles sobre la superficie del suelo y los diámetros de copa. Utilizando el perfil horizontal, se aprecia el grado de cobertura alcanzado por la vegetación. El resultado debe ser equivalente al que se muestra en la figura 12

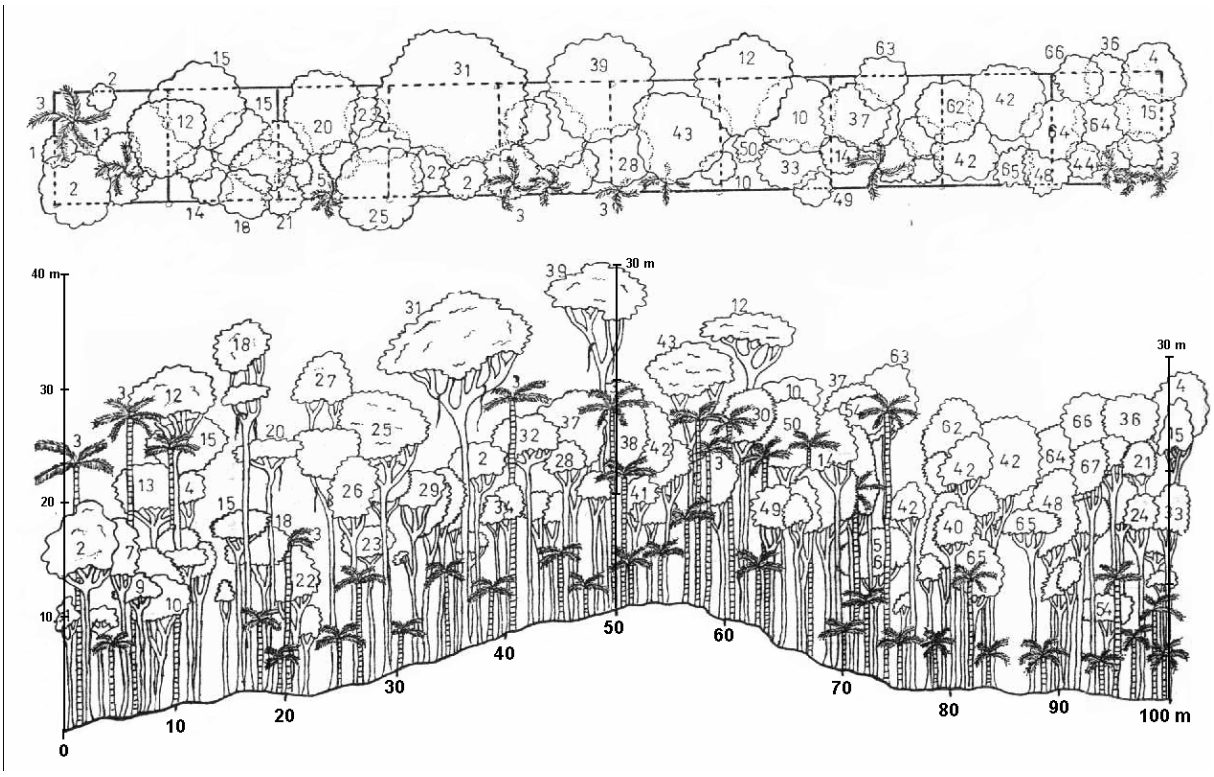


Figura 12. Diagrama de perfil de un bosque primario poco intervenido, del chocó biogeográfico colombiano (Buenaventura - Valle). Aparecen todos los árboles con diámetro mayor e igual a 5 cm (Melo, 1999).

11. BIBLIOGRAFÍA

Aguirre, Z. y Aguirre, N. 1999. Guía práctica para realizar estudios de comunidades vegetales. Herbario Loja # 5. Departamento de Botánica y Ecología de la Universidad Nacional de Loja. Loja, Ec. 30 p.

Aguirre Z. 2006. La flora. Documento de Trabajo de la Maestría en Administración Ambiental. Universidad Nacional de Loja. Loja, Ec. 55 p.

Aguirre, Z. 2006. Biodiversidad Ecuatoriana. Documento de trabajo. Universidad Nacional de Loja. Loja, Ec. Loja, Ec. 73 p.

Aguilera, M. M. Y J. F. Silva. 1997. Especies y biodiversidad. *Interciencia,* **22**: 299-306.

Baev, P. V. Y L. D. Penev. 1995. BIODIV*: program for calculating biological diversity parameters, similarity, niche overlap, and cluster analysis*. Versión 5.1. Pensoft, Sofia-Moscow, 57 pp.

Bussman R. 2005. Bosques andinos del sur de Ecuador, clasificación, regeneración y uso. Facultad de Ciencias Biológicas UNMSM.

Cárdenas. I., M. Martínez, J., Iglesias, A. Barrizonte y R. Caballero. 2008. Manejemos el bosque. Biblioteca ACTAF. La Habana, Cuba. 66 p.

Coloma, L. A (ed). 2005–2009. Anfibios de Ecuador. [en línea]. Ver. 2.0 (29 Octubre 2005). Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito, Ecuador.

Coloma, L. A.; Quiguango-Ubillús, A.; Ron, S. R. 2000-2008. Reptiles de Ecuador: lista de especies y distribución. Crocodylia, Serpentes y Testudines. [en línea]. Ver.1.1. 25 Mayo 2000. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito, Ecuador.

Cuesta F. 2006. Lineamientos para elaborar planes de manejo para aprovechamiento de productos forestales no maderables. EcoCiencia/DNBAPVS/Ministerio de Ambiente. 40 p.

Conza, P. 1998. Estudio de la Estructura, el potencial forestal y posibilidades de Manejo del Bosque Natural, cuenca del Río Jamboe, en Zamora Chinchipe. Tesis Ing. For. Universidad Nacional de Loja. AARNR. Loja, Ec. 14-17 p.

Torres-Carvajal, O. 2000-2008. Reptiles de Ecuador: lista de especies y distribución. Amphisbaenia y Sauria. [en línea]. Ver. 1.1. 25 Mayo 2000. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito, Ecuador.

Melo C.D. y Vargas R. 2003. Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos. Universidad del Tolima. Ibagué, CO. 235 p.

Moreno C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA, vol. I. Zaragosa, Es. 84 p.

Lamprecht, H. 1990. Silvicultura en los trópicos. Traducción de Antonio Carrillo. República Federal Alemana (GTZ). 335 p.

Quiguango-Ubillús, A., L. A. Coloma, y N. Acosta-Buenaño. 2005–2009. Anfibios de Ecuador. [en línea]. Ver. 2.0 (29 Octubre 2005). Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito, Ecuador.

Sarmiento, F. 2000. Diccionario de ecología: Paisajes, conservación y desarrollo sustentable para Latinoamérica. Quito, EC. 226 p.
SIMBIOE. 2001. Libro Rojo de los Mamíferos del Ecuador. Editor Diego Tirira S., Tomo I, 1ra. Edición, Quito-Ecuador.

Sierra, R.; Cerón C, Palacios, W. Valencia, R. 1999. Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador Continental. Proyecto INEFAN/GEF-BIRF Y EcoCiencia. Quito, Ec. 155-163 p.

Flores A / Departamento de Ecología y Conservación. CEAMISH-UAEM disponible en :http://www.uaem.mx/ebe/april/flores_april05.htm

Gaston, K. J. 1996. Species richness: measure and measurement. *In*: *Biodiversity, a biology of numbers and difference.* K. J. Gaston (Ed.) BlackwellScience, Cambridge, pp.77-113

Mena Vásconez, P., M. Morales, P. Ortiz, G. Ramón, S. Rivadeneira, E. Suárez, J. F. Terán y C. Velázquez. 2008. Gente y Ambiente de Páramo: Realidades y Perspectivas en el Ecuador. EcoCiencia-Abya Yala. Quito.

Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.

Smith, R; Smith, T. 2001. Ecología. Cuarta edición. España-Madrid. Pearson Educación, S.A. 642 p.

Primack R; Rozzi, R; Feinsinger, P; Massardo, F; Dirzo, R. 2001. Fundamentos de conservación biológica Perspectivas latinoamericanas. Primera edición. México. Fondo de Cultura económica.797 p.

Valle C. sap. Técnicas de Investigación en Ecología. Material de enseñanza. Universidad San Francisco de Quito. Quito, EC. sp.

Valencia, R; Pitman, N.; León, S.; Jorgensen, P. 2000. Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador. Universidad Católica del Ecuador. Quito, Ec. 489 p.
Whittaker. R.H. 1972. Evolution and measurement of species diversity. Taxon. 21(2/3):213-251.

Páginas electrónicas.
http://www.edufuturo.com/educacion.php?c=1322
http://thales.cica.es/rd/Recursos/rd99/ed99-0040-02/mamifero.html
http://www.edufuturo.com/educacion.php?c=1479
http://www.oni.escuelas.edu.ar/2003/LA_PAMPA/362/Morfolog%C3%ADa%20Externa.htm
http://beavaltuille.blogspot.es/
http://dacarisma.galeon.com/vertebrados/reptiles/Reptiles.htm

http://biologia.laguia2000.com/biologia/caracteristicas-de-los-anfibioshttp://www.puce.edu.ec/zoologia/vertebrados/amphibiawebec/anfibiosecuador/index.html
http://www.puce.edu.ec/zoologia/vertebrados/amphibiawebec/anfibiosecuador/index.html >.Consulta: 2011-04-11.

http://www.puce.edu.ec/zoologia/vertebrados/reptiliawebec/reptilesecuador/index.html> [Consulta:fecha].

http://www.puce.edu.ec/zoologia/vertebrados/reptiliawebec/reptilesecuador/index.html> http://www.biotech.bioetica.org/clase3. Consultado 22 jun. 2008.

12. APENDICES

Apéndice 1: GUÍA PARA LA INSTALACIÓN Y MANEJO DE PROGRAMAS ESTADISTICOS

1. OziExplorer

Instalar el programa OziExplorer siguiendo las instrucciones del instalador.

Importar Puntos desde un GPS

Cargar OziExplorer – hacer click en "ok" – click en "Archivo" – click en configuración (aparece una ventana de "configuración") – click en la pestaña "GPS" – En el recuadro "marca GPS", seleccionar la marca de su GPS – en el recuadro "Modelo GPS", seleccionar el modelo de su GPS – si aparece el mensaje "este modelo funciona con el puerto USB…", hacer click en "ok – en la ventana de configuración hacer click en la pestaña "COM" – hacer un check en el recuadro "USB Marca del GPS" – click en "guardar". De esta manera el programa queda configurado para usar su GPS y automáticamente regresa a la ventana principal.

Luego: hacer click en "Mapa" – click en "Mapa en blanco (auto escala) – conectar el GPS al computador y encenderlo inmediatamente – hacer click en el menú que corresponde a su marca de GPS q se ubica en la Barra de Herramientas entre "Navegación" y "Ayuda" – hacer click en "obtener waypoints del GPS" – los puntos que usted registró con su GPS serán inmediatamente visualizados en la pantalla de OziExplorer.

Para guardar los puntos hacer click en "Archivo" – click en "Guardar Archivos" – click en "Exportar a Archivo Shape (*.shp) de ESRI" – hacer click en "Waypoints a Puntos" – dar nombre y ruta al archivo a guardar. Ahora ese archivo puede ser leído por Arc View Gis o Arc Gis.

Exportar Puntos hacia un GPS

Cargar OziExplorer – hacer click en "ok" – hacer click en "Mapa" – click en "Mapa en blanco (auto escala) – conectar el GPS al computador y encenderlo inmediatamente – hacer click en "Archivo" – click en "Cargar Archivos" – click en "Importar a Archivo Shape (*.shp) de ESRI" – hacer click en "Puntos" - aparece una ventana "Importar Archivo Shape" – dar check en "Solo los Presentes" - Tipo : Waypoints – Acción : Reemplazar – hacer click en "Importar" - buscar el archivo a cargar en el GPS . Click en "Abrir" – aparece ventana "Opciones Importar / Exportar Archivos Shape" – seleccionar Datum: WGS84 (o el datum con el que usted trabaje) – hacer click en "ok" – aparece una ventana "Atributos Archivo Shape", si desea seleccione un "nombre de campo" (si asignó nombres a los puntos a cargar) – lo mismo en el caso "descripción de campo" aparece la ventana "Importar Archivo Shape" – hacer click en "Cerrar" - hacer click en el menú que corresponde a su marca de GPS que se ubica en la línea del menú principal entre "Navegación" y "Ayuda" – click en "enviar waypoints al GPS" – aparece una ventana de "confirmar" – hacer click en "ok". En este momento, sus puntos han sido enviados a su GPS y pueden ser utilizados.

2. Arc View Gis 3.3

Creación de puntos al azar en un área de estudio

Instalar el programa Arc View Gis. Instalar Spatial Analyst.

Cargar el programa Arc View Gis – en la ventana de bienvenida hacer click en "ok" – hacer click en "No" - Hacer click en el menú "View" – click en "Properties" – hacer click en el recuadro "Projection" – en "Type", seleccionar "Mercator" – hacer click en "ok" – en "Unidades de Distancia (Distance Units)", seleccionar "meters" – hacer click en "ok" - hacer click en el menú "View" – hacer click en "Add Theme" y traer lo puntos trabajados con OziExplorer – hacer click en el menú "View" – click en "New Theme" – en la ventana "New Theme": "Feature Type", seleccionar "Polygon" – en la ventana "New Theme" que aparece, asignar nombre y ruta al polígono que se va a crear – hacer click en el icono "rectángulo" – click en la figura "polígono irregular" – con el mouse del computador, dibuje un polígono formando un perímetro sobre sus puntos – al terminar de dibujar hacer doble click – hacer click en el menú "Theme" – click en "Stop Editing" – click en "Yes" – el área dibujada se pondrá de color amarillo – hacer click en el menú "File" – click en "Extensions" – Seleccionar la extensión "Animal Movement SA v2.04 Beta" – click en "ok" – en el menú principal hacer click en "Movement" – click en "Generate Random Points" – en la ventana de "Random Points in a Polygon" seleccione el tipo de distribución que desea para sus puntos al azar – indique cuantos puntos al azar desea generar – indique la distancia al borde del perímetro – indique la distancia mínima entre puntos – hacer click en "ok" – asigne nombre y ruta al nuevo archivo que se va a generar con sus puntos al azar – hacer click en "ok" – click en "Yes" – hacer click en el menú "View" – click en "Properties" – cambiar las "Unidades de Mapa (Map Units)" a "decimal degrees" - hacer click en "ok" – hacer click en el menú "Movement" – click en "Add XY coordinates to Table" – hacer click en el menú "Theme" – hacer click en "Table" para visualizar las coordenadas de los puntos seleccionados al azar.

NOTA: Si no tiene la extensión "Animal Movement SA v2.04 Beta" en las extensiones de Arc View Gis 3.3, copie el archivo "Animal Movement.avx" de la carpeta de Arc View y péguela en la siguiente ruta. **C:\ESRI\AV_GIS30\ARCVIEW\EXT32**

3. Species Diversity and Richness Versión 4.0

Cargar el programa haciendo click en "Diversity.exe"
Hacer click en "File" - "Open" - Seleccionar archivo a trabajar.
Las matrices se construyen en EXCEL y se guardan con extensión "*.csv" delimitado por comas.
Modelo de matriz

	Plot1	Plot2	Plot3	Plot4
Bursera graveolens	2	0	0	0
Ceiba trichystandra	0	0	4	3
Geoffroea spinosa	0	0	0	13
Machaerium milei	0	0	0	2
Eriotheca ruizii	2	0	0	4

Una vez importado los datos, seleccionar en la ventana vertical del lado izquierdo, el tipo de índice que se desea obtener.

En la ventana de resultados que aparece después de seleccionar un índice, hacer click en "una bota" para hacer un bootstrap solo a una fila de datos. Hacer click en las "dos botas" para hacer un bootstrap a toda la muestra. De esta manera se obtienen los intervalos de confianza para cada índice.

4. Estimates versión 7.5.1

Cargar el programa haciendo click en "EstimateSWin751.exe" . Hacer click en "OK" - hacer click en el menú "File" - "Load input file" (seleccionar archivo con el que se va a trabajar) - hacer click en "OK" - "OK"

Las matrices se construyen en EXCEL y se guardan como "*.txt" delimitado por tabulaciones

Modelo de Matriz

Seeds50 (título del análisis)				
13 (corresponde al número de especies que es el número de filas)	5 (corresponde al número de muestras que es el número de columnas)			
2	0	1	0	0
0	1	2	0	0
3	2	0	1	2
0	0	0	0	0
0	0	1	0	0
4	0	0	1	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0

ABUNDANCIA

Cálculo de la diversidad

Hacer click en el menú "Diversity" - "Diversity settings" (aparece una ventana) - hacer click en la etiqueta "Randomization" y dar "OK" - Hacer click en la etiqueta "Estimators" y seleccionar el índice de Chao que se desea calcular – click en "OK" - hacer click en la etiqueta

"Other Options" y seleccionar Diversity indexes y dar "OK". Hacer click sobre el menú "Diversity" - "compute diversity stats" - "OK".

Los resultados obtenidos exportarlos a una tabla de EXCEL, haciendo clik en la opción "export" de la parte baja de la pantalla de Estimates. Uno de los resultados de esa tabla (Mau Tau) será empelado para elaborar curvas de acumulación usando Infostat.

Cálculo de la similitud

Hacer click en el menú "Shared Species" - "Shared species settings" (aparece una ventana). Seleccionar en "Similarity index and estimators": "compute similarity indexes" y "Compute bootstrap sd…" y dar "OK". Hacer click en el menú "Shared species" - "compute Shared spp stats" - "OK"

5. Infostat

Copiar la columna de "especies observadas de Mau Tau" de la tabla de EXCEL de los resultados del cálculo de la diversidad hecha con Estimates. Instalar y cargar el programa Infostat.

Hacer click en "Archivo" – click en "nueva tabla" (se despliega la ventana de "nueva tabla) – hacer click en "edición – click en "pegar con nombres de columnas". Hacer cliock en "estadísticas2 – clock en "regresión no lineal" (se despliega la ventana de "análisis de regresión no lineal"). Hacer clock en Sobs (Mau Tau) y con la flecha a la derecha, colocarla en el casillero superior de "variables dependientes". Hacer click en "caso" y con la flecha a la derecha de la parte inferior, colocarlo en el casillero inferior de "variables dependientes". Hacer click en "Aceptar" (se despliega una nueva ventana de "análisis de regresión no lineal". En el casillero de "Sobs (Mau Tau): =", copiar la siguiente fórmula: **(a*caso)/(1+(b*caso))**, cuidando de no cometer ningún error. Hacer click en "verificar sintaxis del modelo (en el casillero de "parámetros del modelo" aparecen las letras A y B y en "parámetros iniciales" aparecen los números 0.001). Esto indica que estamos yendo por buen camino. Hacer click en "Aceptar". Ahora aparece una tabla de "resultados" de donde podrá obtener el valor de A y B para cálculos de esfuerzo de muestreo. Una tabla con el gráfico de acumulación y una tabla con "herramientas para editar el gráfico", con esta herramienta usted puede editar la gráfica y cambiar los valores mínimo y máximo del eje X y del eje Y. Para hacer que en el gráfico aparezca la "asíntota" ubicarse en la pestaña "eje Y" del editor de gráficos y en el casillero de "líneas de corte" escribir el valor de las especies esperadas (asíntota) y dar "enter". Observar los cambios que aparecen en el gráfico.