

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**  
**Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente**



**TRABAJO DE DIPLOMA**

**Impacto del turismo en la composición y diversidad de especies  
vegetales en los senderos El Cráter y El Puma de la Reserva Natural  
Volcán Mombacho, Granada, Nicaragua**

**Autor: Br. Mauricio Rodríguez Gutiérrez**

**Asesora: Ing. M Sc. Matilde Somarriba Chang**

**Managua, Nicaragua**

**Noviembre del 2008**

## INDICE GENERAL

CONTENIDO	PAG.
<b>DEDICATORIA</b>	<b>i</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b>	<b>ii</b>
<b>INDICE GENERAL</b>	<b>iii</b>
<b>INDICE DE CUADROS</b>	<b>iv</b>
<b>INDICE DE FIGURAS</b>	<b>v</b>
<b>INDICE DE ANEXOS</b>	<b>vi</b>
<b>Resumen</b>	<b>vii</b>
<b>Summary</b>	<b>viii</b>
<b>I. Introducción</b>	<b>1</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>4</b>
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b>	<b>5</b>
2.1 Áreas Protegidas	5
2.1.1 Objetivos de creación de áreas protegidas	5
2.1.2. Las áreas protegidas como instrumentos de gestión ambiental	5
2.1.3. Sistema Nacional de áreas protegidas	6
2.1.4. Categoría de Manejo	7
2.1.5. Co-manejo	7
2.2. Turismo	7
2.2.1. El turismo en las áreas protegidas	8
2.2.2. Impacto del turismo	8
2.3. Ecoturismo	9
2.3.1. Sitio ecoturístico	10
2.3.2. Potencial eco turístico	11
2.3.3. El papel del ecoturismo	11
2.3.4. Oportunidades y amenazas del eco turismo	11
2.4. Capacidad de carga turística	12
2.5. Integridad Ecológica de un Área Protegida	12
2.6. Biodiversidad	13
2.6.1. Origen de la Biodiversidad	14
2.6.2. Niveles de Biodiversidad	14
2.6.3. Componentes de la Biodiversidad	15

<b>CONTENIDO</b>	<b>PAG.</b>
2.7. Ecosistema	16
2.7.1. Diversidad de los ecosistemas	16
2.8. Ambiente	16
2.8.1. Impacto Ambiental	16
2.8.2. Evaluación de Impacto Ambiental	17
2.8.3. Recursos Naturales	17
2.8.4. Cobertura Vegetal	17
2.8.5. Degradación de la cobertura vegetal	18
2.8.6. Flora	18
2.8.7. Fauna	18
2.8.8. Especie	18
Variedad de ecosistemas ( <a href="#">diversidad ecológica</a> )	19
Variedad de especies ( <a href="#">diversidad de especies</a> )	19
Variedad de genes ( <a href="#">diversidad genética</a> )	19
2.9. Principales valores de la Reserva Natural Volcán Mombacho	19
2.9.1. Valores ambientales	20
2.9.1.1. Valores Naturales	20
2.9.1.2. Valores Culturales	20
2.9.2. Diversidad de Especies	20
2.9.3. Riqueza de especies	21
2.9.4. Abundancia de especies	21
2.10. Métodos para medir Biodiversidad	21
Índice de diversidad de Shannon	22
Índice de diversidad de Simpson	23
Índice de diversidad de Margaleff	24
<b>II METODOLOGIA</b>	<b>25</b>

3.1	Ubicación del sitio en estudio	25
3.2.	Características de la reserva Natural volcán Mombacho	26
	<b>CONTENIDO</b>	<b>PAG</b>
3.2.1.	Geología	28
3.2.2.	Clima	28
3.2.3.	Hidrología	29
3.2.4.	Biodiversidad	29
3.2.4.1.	Flora	30
	Bosque Enano	31
	Bosque Nuboso	32
	Bosque Semi-deciduo	32
3.2.4.2.	Fauna	33
3.3.	Topografía y Pendientes	34
3.4.	Suelos	34
3.5	Manejo y Objetivos de la Reserva Natural Volcán Mombacho	35
3.6	Descripción de bosques y especies características	36
3.7	ETAPA DE CAMPO	38
3.7.1.	Reconocimiento del área	38
3.7.2.	Características de los Senderos	38
	El Cráter	38
	El Puma	39
3.7.3.	Levantamiento de los datos	39
	Parcelas en el Sendero	40
	Subparcelas en Sendero	41
	Parcelas dentro del Bosque	41
	Subparcelas dentro del Bosque	41
3.4.	Variables Evaluadas	42
	Identificación de especies por Nombre Común	42
	Identificación de especies por Nombre Científico	42
	Riqueza	42
	Abundancia	42
3.5.	Procesamiento y Análisis de los datos	43
	Grado de Abundancia de especies	43
	Diversidad de especies	44
<b>IV</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSION</b>	<b>45</b>
4.1.	Riqueza y abundancia de especies	45
4.1.1.	Riqueza y abundancia de especies en el sendero El Cráter	45
4.1.2.	Riqueza y abundancia de especies en el sendero El Puma	50
4.1.3.	Especies más abundantes en ambos senderos	53

- 4.2. Comparación en la composición florística entre sitios y senderos 55

	<b>CONTENIDO</b>	<b>PAG.</b>
	Familias representativas en las parcelas y sub parcelas del sendero El Cráter	56
	Familias representativas en las parcelas y sub parcelas del sendero El Puma	56
4.3.	Diversidad florística de especies en el sendero El Cráter	56
4.4.	Diversidad florística de especies en el sendero El Puma	58
4.5.	Diversidad de especies entre los senderos El Cráter y El Puma	59
<b>V</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>61</b>
<b>VI</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>63</b>
<b>VII</b>	<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>64</b>
	<b>ANEXOS</b>	

## INDICE DE CUADROS

<b>CONTENIDO</b>	<b>PAG.</b>
Cuadro 1. Número de visitantes por año, de 1999 al 2005	26
Cuadro 2. Descripción de bosques y especies características en la reserva Natural Volcán Mombacho, 2008	36
Cuadro 3. Total de individuos y especies por parcelas y subparcelas en el sendero El Cráter, 2008	45
Cuadro 4. Especies arbóreas y arbustivas más abundantes en las parcelas a la orilla del sendero y las parcelas dentro del bosque en el Cráter, 2008	47
Cuadro 5. Especies arbustivas, herbáceas y otras más abundantes en las subparcelas del sendero El Cráter, 2008	49
Cuadro 6. Total de individuos y especies por tipo de parcelas y subparcelas en el sendero El Puma, 2008	50
Cuadro 7. Especies arbóreas y arbustivas mas abundantes en las parcelas a la orilla del sendero y dentro del bosque en El Puma, 2008.	51
Cuadro 8. Especies arbustivas, herbáceas y otras mas abundantes en las subparcelas a la orilla del sendero y dentro del bosque en el sendero El Puma, 2008.	52
Cuadro 9. Especies arbóreas arbustivas, herbáceas y otras mas abundantes en los senderos El Cráter y El Puma, 2008.	53
Cuadro 10. Especies mas abundantes por sitios muestreados en cada sendero de la Reserva Natural Volcán Mombacho, sendero El Cráter, 2008.	54
Cuadro 11. Especies mas abundantes por sitios muestreados en cada sendero de la Reserva Natural Volcán Mombacho, sendero El Puma, 2008.	54
Cuadro 12. Grado de similaridad entre las especies encontradas por sendero, a la orilla y dentro del bosque en las parcelas y subparcelas, 2008.	55
Cuadro 13. Comparación del índice de diversidad de Shannon de especies entre los tipos de parcelas y subparcelas para los senderos El Cráter y El	57

Puma, 2008.

Cuadro 14. Comparación del índice de diversidad de Shannon entre los 60 senderos El Cráter y El Puma, 2008.

## INDICE DE FIGURAS

<b>CONTENIDO</b>	<b>PAG.</b>
Figura 1. Fotografía panorámica desde un mirador en el sendero El Cráter, Reserva Natural Volcán Mombacho, 2008	27
Figura 2. Distribución de parcelas y subparcelas a la orilla del sendero y dentro del bosque en El Cráter y/o El Puma, 2008.	40
Figura 3. Fotografía de un árbol en la RNVM, mostrando diversidad de la vegetación del bosque de nebliselva característico de esta área, 2008.	46
Figura 4. <i>Cupania glabra</i> Sw (Pavon) de la familia Sapindaceae	47



## INDICE DE ANEXOS

<b>CONTENIDO</b>	<b>PAG.</b>
Anexo 1. Porcentaje y grado de abundancia de especies a nivel de parcelas en el sendero El Cráter, 2008.	70
Anexo 2. Porcentaje y grado de abundancia de especies a nivel de parcelas dentro del bosque en el sendero El Cráter, 2008.	71
Anexo 3. Porcentaje y grado de abundancia de especies a nivel de subparcelas a orilla del sendero El Cráter, 2008.	72
Anexo 4. Porcentaje y grado de abundancia de especies a nivel de subparcelas dentro del bosque en el sendero El Cráter, 2008.	74
Anexo 5. Porcentaje y grado de abundancia de especies a nivel de parcelas a orillas del sendero El Puma, 2008.	76
Anexo 6. Porcentaje y grado de abundancia de especies a nivel de parcelas dentro del bosque en el sendero El Puma, 2008.	77
Anexo 7. Porcentaje y grado de abundancia de especies a nivel de subparcelas en el sendero El Puma, 2008.	78
Anexo 8. Porcentaje y grado de abundancia de especies a nivel de subparcelas dentro del bosque en el sendero El Puma, 2008.	80
Anexo 9. Variables del análisis estadístico en el sendero El Cráter entre las parcelas a orillas del sendero y dentro del bosque, 2008.	82
Anexo 10. Variables del análisis estadístico en el sendero El Cráter entre las subparcelas a orillas del sendero y dentro del bosque, 2008.	82
Anexo 11. Variables del análisis estadístico en el sendero El Puma entre las parcelas a orillas del sendero y dentro del bosque, 2008.	82
Anexo 12. Variables del análisis estadístico en el sendero El Puma entre las subparcelas a orillas del sendero y dentro del bosque, 2008.	83

Anexo 13. Parcelas en El Puma y El Cráter dentro del bosque, 2008.	83
Anexo 14. Parcelas en El Puma y El Cráter a orillas de los senderos, 2008.	83
Anexo 15. Subparcelas El Puma y El Cráter entro del bosque, 2008.	83
Anexo 16. Subparcelas El Puma y El Cráter a orillas de los senderos, 2008.	83



## I. Introducción

Nicaragua posee una amplia riqueza natural, con zonas geográficas que aun conservan valiosos recursos de flora y fauna, zonas donde se generan fuentes de agua vitales para el consumo humano y zonas que resguardan escenarios naturales e históricos que necesitan conservarse. Estas zonas son las Áreas Protegidas que en su conjunto conforman el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, SINAP.

El SINAP quedó establecido a través del Arto. 17 de la Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales (Ley 217) en vigencia desde marzo de 1996. El SINAP está conformado por 76 áreas legalmente establecidas, agrupadas en ocho categorías de manejo; que cubren más de dos millones de hectáreas y representan el 18.2% del territorio nacional, con un potencial de conservación en áreas privadas que conforma una red de reservas privadas, con potencial hídrico privilegiado y zonas de alto endemismo de especies y amplias zonas costeras con potencialidad para un turismo controlado (MARENA, 2004).

Las áreas protegidas se componen de zonas núcleos en las que se prohíbe el uso de los recursos de manera intensiva y las zonas de amortiguamiento en las cuales se permite el uso de los recursos de manera controlada y se desarrollan actividades tales como la ganadería y la agricultura controlada. Estas áreas son considera como el principal medio para la conservación in situ de la biodiversidad, en la actualidad forman parte de los planes de ordenamiento territorial y sus zonas de amortiguamiento son consideradas como parte integral de dichas áreas protegidas (SIAM, 2005).

En Nicaragua los planes de manejo de Áreas Protegidas contemplan la posibilidad de actividades turísticas de bajo impacto en las categorías de áreas protegidas 1 y 3; y de actividades turísticas en las categorías 2, 4, 6, 8 y 9; no permiten turismo en las

categorías 5 y 10 (Ley No. 306), Ley de incentivos para la industria turística de la Republica de Nicaragua.

La Reserva Natural Volcán Mombacho fue declarada Reserva Natural el 8 de Septiembre de 1983. Como reserva se propone conservar y proteger los ecosistemas del bosque nuboso y bosque enano los cuales son refugio para un número considerado de especies endémicas y otras en peligro de extinción.

El turismo es una de las fuentes de ingreso principales para muchos países, sin embargo no siempre es acorde con las estrategias de conservación del ambiente, el MARENA ha considerado necesario un análisis de las actividades que se desarrollan en áreas protegidas para poder identificar los impactos con el fin de promover el desarrollo sostenible de dichos lugares (Somarriba *et. al.* 2002).

Debido a las diferentes actividades turísticas que en esta área natural se realizan es de suma importancia establecer lineamientos básicos sobre los cuales deben desarrollarse acciones tendientes a prevenir y controlar los posibles impactos que pueden afectar los recursos naturales de esta área natural.

El estudio de la diversidad biológica en las áreas protegidas se realiza con el fin de darle seguimiento a la capacidad de un sistema ecológico de soportar y mantener una comunidad de organismos, composición de especies en el área y organización funcional.

El presente estudio se realiza con el objetivo de evaluar como se ha visto afectada la composición y diversidad de la vegetación en los senderos El Cráter y El Puma debido

al turismo en la Reserva Natural Volcán Mombacho, Departamento de Granada, Nicaragua.

Es necesario realizar monitoreo de los impactos de las actividades implementadas, sobre los recursos naturales que se desean conservar. Esto permitirá un manejo efectivo de las áreas protegidas.

Se deben de incorporar en los planes de los sistemas nacionales de áreas protegidas el tema de monitoreo y evaluación para un manejo ecológico del área, principalmente en áreas como esta RNVM, que frecuentemente se ve interrumpida por las actividades turísticas que en ellas se desarrollan. El monitoreo permite tomar decisiones sobre el uso de sitios específicos en el área protegida, lo cual contribuye a su vez a mantener la diversidad y la belleza escénica que ella contiene.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Evaluar el impacto del turismo sobre la composición y diversidad de la vegetación en los senderos de la Reserva Natural Volcán Mombacho, Granada.

### **Objetivos Específicos**

- Conocer la composición, diversidad y abundancia florística en los senderos El Cráter y El Puma de la Reserva Natural Volcán Mombacho.
- Comparar la composición y diversidad florística entre los sitios visitados y no visitados en cada sendero, y entre los senderos ubicados en la zona núcleo de la Reserva.
- Evaluar los cambios en la composición y diversidad de la vegetación en los senderos El Cráter y El Puma de la Reserva Natural Volcán Mombacho.

## II. Revisión de Literatura

### 2.1 Áreas Protegidas

Las áreas protegidas de Nicaragua tienen por objeto la conservación, el manejo racional y la restauración de la flora, fauna silvestre y otras formas de vida, así como la biodiversidad y la biosfera. Aquellos espacios del territorio nacional que al protegerlos, se pretende restaurar y conservar fenómenos geomorfológicos, sitios de importancia histórica, arqueológica, cultural, escénica o recreativa (<http://www.marena.gob.ni/areasprotegidas/historia.htm>)

#### 3.1.1. Objetivos de creación de áreas protegidas

1. Preservar los ecosistemas naturales representativos de las diversas regiones biogeográficas y ecológicas del país.
2. Proteger cuencas hidrográficas, ciclos hidrológicos, mantos acuíferos, muestras de comunidades bióticas, recursos genéticos y la diversidad genética silvestre de flora y fauna.
3. Proteger paisajes naturales y los entornos de los monumentos históricos, arqueológicos artísticos
4. Favorecer la educación ambiental, la investigación científica y el estudio de los ecosistemas artísticos.

#### 2.1.2. Las áreas protegidas como instrumentos de gestión ambiental

En este contexto se puede definir gestión ambiental como el conjunto de acciones y medidas dirigidas a la protección, conservación y restauración del ambiente y los recursos naturales, tomando en cuenta los factores económicos, políticas, legales, ecológicos, ambientales, culturales para elevar el nivel de vida de las personas,



disminuir la vulnerabilidad, asegurar la productividad de los recursos, como coadyuvar en el desarrollo sostenible.

Como se explica en el párrafo anterior, la gestión ambiental tiene instrumentos; estos se definen como; el conjunto de políticas, directrices, normas técnicas y jurídicas, actividades, programas, proyectos e instituciones que permiten la aplicación de los principios generales del y los recursos naturales para lograr alcanzar los objetivos de protección, conservación y restauración de los mismos.

El desarrollo en áreas protegidas debe contemplar actividades orientadas a satisfacer la demanda de diferentes segmentos de visitantes, como distintos niveles socioeconómicos, edades, intereses y especialmente aquellos segmentos que han estado excluidos de la oportunidad de contacto con la naturaleza, específicamente el segmento que presenta movilidad reducida, como los discapacitados y de la tercera edad (Lazo, 2002).

### **2.1.3. Sistema Nacional de áreas protegidas (SINAP)**

Para ordenar y crear el SINAP surgió la iniciativa entre los años 1979 y 1987, emitiéndose en la Ley orgánica del Instituto Nicaragüense de Recursos Naturales (IRENA – hoy MARENA) debido a que ya estaba iniciando experiencias en manejo de áreas protegidas desde 1958 en el refugio de vidas silvestre Cosigüina (MARENA/PANIF - APB, 1999; MARENA et al, 2002).

El SINAP es el conjunto de áreas silvestres de relevancia ecológica y social a nivel local, nacional e internacional, definidas conforme la ley, denominadas bajo categorías de manejo que permitan cumplir las políticas y objetivos nacionales de conservación. Forman parte del Sistema las Áreas Protegidas, las áreas declaradas por ley, los

Parques Ecológicos Municipales y las Reservas Silvestres Privadas oficialmente reconocidas (MARENA, 2004).

#### **2.1.4. Categoría de Manejo**

De acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Áreas Protegidas de Nicaragua, es la denominación técnica que se da a un área protegida en función de la valoración de las características biofísica y socioeconómicas intrínsecas del área y los objetivos de conservación que puede cumplir (MARENA, 2004).

#### **2.1.5. Co-manejo**

Desde 1996 se ha puesto en práctica la modalidad de Co-manejo de áreas protegidas, en el cual, el Gobierno cede mediante la firma de un convenio la administración de un área protegida a un Organismo No Gubernamental (ONG) sin fines de lucro (MARENA, 2004).

La administración compartida está encaminada a ser una de las modalidades de acceso a la administración de las áreas, como un modelo de coparticipación; algo que tradicionalmente se ha venido desarrollando en la interacción de las comunidades dentro de áreas protegidas, con las entidades encargadas de su manejo y administración (SINIA, 2004).

## **2.2. Turismo**

Es una actividad de viajar por placer a otros países para conocer su historia en busca de vivir diferentes experiencias. Es una actividad recreativa (Larousse, 2003)

Se considera un fenómeno social que consiste en el desplazamiento voluntario y temporal de individuos que por motivos de descanso, recreación, cultura y salud, se traslada de su lugar de origen a otro en el que no ejerce actividad lucrativa ni remunerada, generando interrelaciones de importancia económica y cultural. ([www.todacultura.com/turismo](http://www.todacultura.com/turismo))

### **2.2.1. El turismo en las áreas protegidas**

El turismo orientado a la naturaleza, llamado también turismo ecológico o ecoturismo, se ha convertido en los últimos años en una de las estrategias preferidas por los planificadores de las áreas protegidas para encarar el problema de los conflictos con las poblaciones locales. (<http://www.areas-protegidas.org/parques-y-hombres>).

En la actualidad nueva visión del turista esta enfocada a un turismo que promueva la calidad ambiental como: aire limpio, playas limpias, esto surgió debido a la actitud del viajero turista que contaminaba los lugares turísticos (Molina, 2000).

El turismo tiene algunas limitantes en las áreas protegidas de las cuales se pueden mencionar las siguientes;

- 1- Disponibilidad de infraestructura y condiciones de operación técnica.
- 2- Disponibilidad de personal entrenado; y
- 3- Condiciones de competencia en el mercado.

### **2.2.2. Impacto del turismo**

El ecoturismo suele ser un componente de programas de conservación y desarrollo y al comienzo de tales programas y actividades los impactos de los proyectos son raras o mínimas. Cuando son escasos o simplemente no existen, los datos sobre las condiciones básicas que permitan establecer una comparación, puede ser difícil la percepción de los síntomas iniciales de impactos negativos. En los países en vías de desarrollo, no es común que se lleve a cabo al comienzo un estudio de los datos básicos, porque el tiempo, los presupuestos y los recursos técnicos son limitados y no se perciben las necesidades. A menudo recién cuando se ponen de manifiesto impactos graves, se plantean las preguntas y se consideran necesarias las medidas de manejo.

### **2.3. Ecoturismo**

La conservación de la naturaleza acompañada del desarrollo sostenible, es la modalidad turística conocida con el nombre de ecoturismo (The Nature Conservancy, 2002). El ecoturismo no solo se fundamenta por sus implicaciones ambientales vinculadas a la utilización y conservación de áreas protegidas si no por aspectos económicos en función del desarrollo de los diferentes países y regiones.

La UICN (1990), define el ecoturismo como la visita ecológicamente responsable a paisajes relativamente naturales, a fin de disfrutar de la naturaleza y apreciarla (así como las características del lugar pasadas y presentes) que promueve la conservación, emite escasos efectos negativos y promueve la participación socioeconómica, activa y beneficiosa de la población local.

Según (Ceballos–Lascuráin, 1994) el ecoturismo es aquella modalidad turística ambientalmente responsable consistente en visitar áreas naturales relativamente sin disturbar con el fin de disfrutar, apreciar y estudiar los atractivos naturales (paisaje, flora y fauna silvestres) de dichas áreas así como cualquier manifestación cultural (del

presente y del pasado) que puedan encontrarse ahí, a través que promueve la conservación, tiene bajo impacto ambiental y cultural y propicia un involucramiento activo socioeconómico benéfico de las poblaciones locales.

El ecoturismo puede brindar beneficios económicos para las áreas protegidas, puede ser una fuerza emprendedora para mejorar las relaciones entre las comunidades locales y la administración de las áreas protegidas (The Nature Conservancy, 2002)

**Según The Nature Conservancy, (2002) el ecoturismo debe:**

- ? Tener un bajo impacto sobre los recursos de las áreas naturales protegidas.
- ? Involucrar a los actores (individuales, comunidades, eco turistas, operadores turísticos e instituciones gubernamentales) en las fases de planificación, desarrollo, implementación y monitoreo.
- ? Respetar las culturas y tradiciones locales.
- ? Generar ingresos sostenibles y equitativos para las comunidades locales y para tantos actores participantes como sea posible.
- ? Generar ingresos para la conservación de las áreas protegidas.
- ? Educar a todos los actores involucrados acerca de su papel.

**3.3.1. Sitio eco turístico**

Se trata de un sitio grande o pequeño, donde se desarrolla actividades del ecoturismo, lo cual da lugar a fuertes relaciones vinculadas a características climáticas y edáficas que condicionan el hábitat, la diversidad de los ecosistemas o forma de distribución de la población y ocupación del espacio. Los cuales pueden ser áreas protegidas, ambientes de montañas entre otros (Rosales, 2005).

### **2.3.2. Potencial eco turístico**

El potencial de desarrollo turístico esta representado por todos los sitios y áreas con valores escénicos, científicos, recreativos o culturales, los que con una buena infraestructura o mejoras necesarias podrían convertirse en lugares de atracción para el visitante nacional y extranjero ([www. Oas.org/usde/publications](http://www.Oas.org/usde/publications), 2006).

### **2.3.3. El papel del ecoturismo**

El ecoturismo y el turismo; son en general una parte de la estrategia de manejo de un área protegida. El grado en el que las actividades del ecoturismo se practican dependen de la prioridad que se les asignan los directores del área, quienes deben guiarse por un documento de planificación (o plan de manejo) debe ser el resultado de una evaluación integral de los recursos naturales y culturales básicos del área. Esta determina las presiones, sus fuentes y las amenazas reales a la integridad cultural y natural del área, así como las estrategias para reducir estas amenazas. El plan debe definir los objetivos de manejo a largo plazo para el área y un esquema de zonificación que identifique donde se pueden llevar acabo las distintas actividades naturales y el tipo de actividades que se permitan. Las circunstancias de cada área protegida crean un particular conjunto de oportunidades y amenazas.

### **2.3.4. Oportunidades y amenazas del eco turismo**

Las oportunidades y amenazas, y sus consecuentes costos y beneficios variaran de situación en situación, de grupo en grupo y de individuo en individuo según los grupos. Los beneficios para un grupo pueden los costos para otro. Determinar cuales son las oportunidades que se quieren aprovechar y que amenazas se quieren reducir es una decisión subjetiva que puede ser tomada involucrando a todos los actores.

El espectro completo de oportunidades y amenazas del ecoturismo no se aplica a todas las áreas protegidas. Por ejemplo, en un área que atrae fundamentalmente a turistas internos, las oportunidades para generar intercambio con extranjeros son reducidas, pero pueden existir muy buenas oportunidades para coscientizar sobre la conservación a la población local. La degradación ambiental variara según la fragilidad de los recursos.

#### **2.4. Capacidad de carga turística**

Se refiere a la capacidad de carga del medio biofísico y social en relación social exclusivamente con la actividad turística y el desarrollo turístico. También se refiere al nivel máximo de usos de visitantes e infraestructura correspondiente que determinada pueda soportar sin que se provoquen efectos perjudiciales sobre los recursos, disminuya la capacidad de satisfacción de los visitantes o se ejerza un impacto adverso sobre la sociedad, economía o cultura de un área (Cifuentes, M. 1992).

Para determinar la capacidad de carga turística de un área, es necesario conocer la relación existente entre los parámetros de impacto de las actividades a realizar en esta zona y de esta manera, tomar decisiones para estimar la capacidad de carga turística. Por lo tanto la capacidad de carga es una estrategia potencial para reducir los impactos de la recreación de los visitantes en áreas naturales protegidas (Kuss, Graefe y Vaske. 1990).

## 2.5. Integridad Ecológica de un Área Protegida

Se define como la capacidad de un sistema ecológico de soportar y mantener una comunidad de organismos de carácter adaptativo, cuya composición de especies, diversidad y organización funcional son comparables con los hábitats naturales dentro de una región particular (Herrera, 2004). Un sistema ecológico mantiene su integridad o, en otras palabras, es viable cuando sus características ecológicas dominantes (Ej. Composición, estructura, función, procesos ecológicos) ocurren dentro de los rangos de variación naturales y son capaces de resistir y recuperarse de la mayoría de disturbios ambientales, ya sean de carácter natural o antropogénico (Herrera, 2004).

## 2.6. Biodiversidad

La Biodiversidad es toda la variedad de la vida en la tierra. Puede abordarse de tres maneras: Como variedad de ecosistemas, como variedad de especies; como variedad de genes y las interacciones que se producen.

La diversidad biológica, también denominada biodiversidad, es la variedad de especies animales y vegetales, la variación genética que existe dentro de cada especie, y el abanico de comunidades ecológicas en que estas especies interactúan entre sí y con el medio físico.

La palabra biodiversidad proviene de una raíz griega, **bios**, y otra latina, **divers** tiene también los significados de variedad, divergencia, diferencia y abundancia, que podrían parecerse muy diferentes, pero en realidad encierran una sola idea (Monge, J, et al, 1998).



La biodiversidad es la totalidad de los genes, las especies y los ecosistemas de una región. La riqueza actual de la vida de la Tierra es el producto de cientos de millones de años de evolución histórica. A lo largo del tiempo, surgieron culturas humanas que se adaptaron al entorno local, descubriendo, usando y modificando recursos bióticos locales. Muchos ámbitos que ahora parecen "naturales" llevan la marca de milenios de habitación humana, cultivo de plantas y recolección de recursos. La biodiversidad fue modelada, además, por la domesticación e hibridación de variedades locales de cultivos y animales de cría (PRODIVERSITAS, 1992).

Literalmente, la palabra "biodiversidad" significa variedad de vida. Existen millones de especies de plantas, animales y micro-organismos sobre la Tierra. Esa riqueza representa la diversidad de especies.

Según Salgado & Pérez (2000) Biodiversidad es la variabilidad de organismos vivos de toda clase en los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos, y los complejos ecológicos de los que forma parte.

### **2.6.1. Origen de la Biodiversidad**

La biodiversidad o riqueza en especies de plantas y animales parece estar relacionada, en términos generales, con el clima especialmente con la humedad: a mayor humedad, mayor diversidad. Otro factor primordial es la altitud (altura sobre el nivel del mar), que en los trópicos produce temperaturas que varían desde un calor fuerte al nivel del mar hasta la nieve permanente en las cimas montañosas. El relieve determina considerables diferencias en el clima produciendo climas diferentes en áreas reducidas. Uno de los factores que refleja la importancia de un lugar en cuanto a diversidad, es el del endemismo (Monge, *et al.* 1998).

### **2.6.2. Niveles de Biodiversidad**

La diversidad biológica es la suma de la variabilidad ecológica expresada a tres niveles: Intra específico (dentro de una misma especie), íter específico (entre un conjunto de especies), y ambiental. Tanto la variación a nivel intra específico como íter específico tienen una base genética, pero para los efectos de este trabajo vamos a limitar el uso del término “diversidad genética” a la que se presenta dentro de una misma especie. La diversidad íter específica, que aquí convenimos en llamar “diversidad de especies” la colocaremos en un segundo nivel. En un tercer nivel aparece la diversidad de ecosistemas o comunidades naturales. Cada uno de estos niveles tiene múltiples conexiones con el siguiente nivel, de forma tal que los genes forman la base para la formación de las especies, y las especies, en combinación con su ambiente físico, son los componentes que forman comunidades y ecosistemas.

Según Moreno (2001), todos los sistemas biológicos son diversos, es decir varían en el número y cantidad de las partes que los forman. La diversidad biológica o biodiversidad es la propiedad de la vida a distintos niveles de organización, de ser diversa. En otro nivel de organización, las comunidades están integradas por un determinado número de especies y cada una de estas especies tiene cierta importancia en la comunidad. Dicha importancia esta determinada por el número de individuos, biomasa, cobertura y otras de cada una de las especies. A esta variabilidad se le conoce como diversidad de especies.

### **2.6.3. Componentes de la Biodiversidad**

En cada uno de los tres niveles, genes, especies y comunidades, la diversidad se puede describir analizando tres componentes (Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales de El Salvador, 2003):

1. Composición, que es el número de diferentes genes, especies o comunidades ecológicas dentro de una determinada área.
2. Estructura, que es la distribución espacial de genes, especies o comunidades ecológicas.
3. Función, que son los procesos ecológicos que llevan a cabo los genes, las especies y las comunidades ecológicas

## **2.7. Ecosistema**

La Unidad básica de interacción de los organismos vivos entre si y su relación con el ambiente (SINIA, 2003)

### **2.7.1. Diversidad de los ecosistemas**

La diversidad de los ecosistemas es más difícil de medir que la de las especies o la diversidad genética, porque las "fronteras" de las comunidades--asociaciones de especies--y de los ecosistemas no están bien definidas. No obstante, en la medida en que se utilice un conjunto de criterios coherente para definir las comunidades y los ecosistemas, podrá medirse su número y distribución (<http://www.prodiversitas.bioetica.org/biologica.htm>)

## **2.8. Ambiente**

El sistema de elementos bióticos, abióticos, socio-económicos culturales y estéticos que interactúan entre sí, con los individuos y con la comunidad en la que viven determinando su relación y sobrevivencia (SINIA, 2003).

### **2.8.1. Impacto Ambiental**

Cualquier alteración significativa positiva o negativa de uno o más de los componentes del ambiente provocados por la acción humana y/o acontecimientos de la naturaleza en un área de influencia definida (SINIA, 2003).

### **2.8.2. Evaluación de Impacto Ambiental**

La evaluación de impacto ambiental es un procedimiento jurídico-administrativo que tiene por objetivo la identificación, predicción e interpretación de los impactos ambientales que un proyecto o actividad produciría en caso de ser ejecutado, así como la prevención, corrección y valoración de los mismos, todo ello con el fin de ser aceptado, modificado o rechazado por parte de las distintas administraciones publicas competentes (SINIA, 2003).

Se entiende por evaluación de impacto ambiental (EIA), el conjunto de estudios y sistemas técnicos que permiten estimar efectos que la ejecución de un determinado proyecto, obra o actividad, causa sobre el medio ambiente. El EIA es un instrumento de conocimiento al servicio de la decisión y no un instrumento de la decisión.

### **2.8.3. Recursos Naturales**

Elementos naturales de que dispone el hombre para satisfacer sus necesidades económicas, sociales y culturales (elementos naturales susceptibles de ser aprovechados por el hombre) (SINIA, 2003).

#### **2.8.4. Cobertura Vegetal**

Se entiende por cobertura vegetal el manto vegetal de un territorio dado. La importancia y significación de la vegetación, no se centra únicamente en el papel que desempeña este elemento como asimilador básico de la energía solar, constituyéndose así un productor primario de casi todos los ecosistemas, sino también en la existencia de importantes relaciones con el resto de los componentes bióticos y abióticos del medio: la vegetación es estabilizadora de pendientes, retarda la erosión, influye en la cantidad y calidad del agua, mantienen microclimas locales, filtra la atmósfera, atenúa el ruido, es el hábitat de especies animales, entre otras funciones.

#### **2.8.5. Degradación de la cobertura vegetal**

Son todas aquellas acciones físicas y biológicas, normalmente debidas a las actuaciones humanas que directa e indirectamente degradan, transforman o destruyen la cubierta vegetal.

#### **2.8.6. Flora**

Conjunto de especies vegetales, que no debe confundirse con la vegetación, es la agrupación y modos de esta. Puede darse el caso de vegetación abundante y flora escasa como en una pradera o vegetación escasa y flora abundante como las vertientes rocosas (Diccionario Práctico de Términos Forestales, 2005).

### **2.8.7. Fauna**

Conjunto de animales silvestres grandes o pequeños del grupo de los vertebrados que son los que se relacionan a simple vista. Sin embargo todos los animales son parte de la fauna (Salas, 2002).

### **2.8.8. Especie**

Es una población de individuos con características estructurales y funcionales similares, que tienen un antecesor común y en la naturaleza solo se reproducen entre si (Salgado & Pérez, 2000).

### **Variedad de ecosistemas (diversidad ecológica)**

Es la variedad de comunidades de organismos que existen en determinadas regiones; incluye la variedad de hábitats, de especies que los componen y de procesos ecológicos que ocurren. (<http://www.elbalero.gob.mx/bio/html/quees/quees.html>)

### **Variedad de especies (diversidad de especies)**

Es el número de especies diferentes que hay en un área geográfica. (<http://www.elbalero.gob.mx/bio/html/quees/quees.html>)

### **Variedad de genes (diversidad genética)**

Son las diferentes versiones de los genes (unidades de herencia) contenidos en los individuos de todas las especies del planeta. Estas diferencias, que son heredables, constituyen la materia prima a partir de la cual ha evolucionado la variada complejidad

de los seres vivos a lo largo de millones de años.  
(<http://www.elbalero.gob.mx/bio/html/quees/quees.html>)

## **2.9. Principales valores de la Reserva Natural Volcán Mombacho**

La categoría de Reserva Natural establece una serie de lineamientos legales para el uso y aprovechamiento sostenible de los recursos en el área. En general presentamos una serie de valores susceptibles de uso y aprovechamiento, a través de actividades de ecoturismo, educación ambiental, recreación interpretación e investigación científica.

La importancia de descubrir los beneficios y cuantificarlos permite identificar los impactos negativos como consecuencias del mal manejo, lo cual es un costo para toda la sociedad, violando la sostenibilidad de los ecosistemas. Las Áreas Protegidas son parte de los mismos (Báez, 1998).

### **2.9.1. Valores ambientales**

Regulación de gases, regulación del clima, regulación hídrica, oferta de agua, retención de sedimentos y control de la erosión, formación de suelos, polinización, control biológico, refugio de especies (especialmente migratorias), recursos genéticos, recreación natural y paisajismo. A continuación una lista de valores identificados:

#### **2.9.1.1. Valores Naturales**

Son considerados valores naturales: los paisajes, ecosistemas especiales, la riqueza de especies de flora y fauna y las especies endémicas, raras y en peligro de extinción.

#### **2.9.1.2. Valores Culturales**

Se agrupan como valores culturales: Sitios arqueológicos, paisajes agropecuarios y actividades productivas tradicionales.

### **2.9.2. Diversidad de Especies**

Por diversidad de especies se entiende la variedad de especies existentes en una región. Esa diversidad puede medirse de muchas maneras, y los científicos no se han puesto de acuerdo sobre cuál es el mejor método. El número de especies de una región--su "riqueza" en especies--es una medida que a menudo se utiliza, pero una medida más precisa, la "diversidad taxonómica" tiene en cuenta la estrecha relación existente entre unas especies y otras (Halffter, 1998).

### **2.9.3. Riqueza de especies:**

Se define como el número total de especies presentes en una parcela, en una comunidad; o en un área definida.

### **2.9.4. Abundancia de especies**

Se define como la cantidad de individuos de una misma especie determinada que se distribuyen en una determinada comunidad, sus proporciones.

## **2.10. Métodos para medir Bio diversidad**

Existen diferentes métodos o índices para medir la Biodiversidad propuestos por ecólogos con el propósito de estimar la cantidad de especies en una localidad o comunidad. El objetivo de medir la diversidad biológica es, además de adoptar



conocimientos a la teoría ecológica, contar con parámetros que permitan tomar o emitir recomendaciones a favor de la conservación de las áreas amenazadas, o monitorear el efecto de las perturbaciones en el ambiente (Magurran, 1988, citado por Moreno, 2001).

Los estudios sobre medición de biodiversidad se han centrado en la búsqueda de parámetros para caracterizarla como una propiedad emergente de las comunidades ecológicas. En cada unidad geográfica, en cada paisaje se encuentra un número variable de comunidades.

Según Moreno (2001), La gran mayoría de los métodos propuesto para evaluar la diversidad de especies se refieren a la diversidad dentro de las comunidades (alfa).

**La diversidad alfa:** Es la riqueza de especies de una comunidad particular a la que consideramos homogénea. **La diversidad Beta:** Es el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades en un paisaje, y la **diversidad Gamma:** Es la riqueza de especies del conjunto de comunidades que integran un paisaje, resultante tanto de la diversidad alfa como de la diversidad beta (Whittaker, 1972). Para medir los índices de biodiversidad nos basamos en el Índice de diversidad de Shannon y el Índice de diversidad de Simpson (combinan riqueza y abundancia de las especies basados en la cuantificación del número de las especies).

### **2.10.1. Índice de diversidad de Shannon**

El índice de Shannon ha sido probablemente el índice más ampliamente utilizado en ecología. Este se basa en la teoría de la información (SHANNON Y WEAVER 1949).

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 especies pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Magurran, 1988; Peet 1974; Baev y Penev 1995). Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies 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 (Magurran, 1988).

Es una medida del grado promedio de incertidumbre al predecir a que especie pertenece un individuo escogido al Azar de una colección de S especies y N individuos de una comunidad (SHANNON Y WEAVER, 1949)

La incertidumbre aumenta en la medida que aumenta el número de especies y la distribución de individuos entre las especies se torna aproximadamente igual. Así el índice de Shannon tiene dos propiedades.

- $H' = 0$  si y solo hay solo una especie en la muestra. De tal manera que todos los individuos de la comunidad pertenecen a la misma especie. En la medida que el valor de Shannon se aproxima a cero el grado de diversidad es baja.
- $H'$  es máxima, solo cuando las S especies están representadas por el mismo numero de individuos. De tal manera que hay una proporción directa entre el numero de individuos y especies presentes en la comunidad. En la medida que el valor de Shannon aumenta el grado de diversidad de especies es alta.

**Ecuación para medir el Índice de Shannon:**

$$H' = - \sum_{i=1}^s (p_i \ln p_i)$$

**Donde:  $p_i$  y  $s$**  Son parámetros poblacionales, en la práctica  $H'$  es estimado como:

$$H' = - \sum_{i=1}^S (n_i/n) \ln (n_i/n)$$

**$n_i$** = Numero de individuos que pertenecen a la  $i$ th de las especies en la muestra.

**$n$** = Numero total de individuos en la muestra.

### 3.10.2. Índice de diversidad de Simpson

Este índice es basado en la dominancia de las especies de la comunidad. Toma en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución del resto de las especies (Moreno, E. 2001). Simpson esta fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Magurran, 1988).

**La formula para estimar el índice de Simpson es:**

$$D = \frac{n(n-1)}{N(N-1)}$$

**$n$**  = Numero de individuos de una misma especie.

**$n - 1$**  = Numero de individuos de una misma especie menos uno.

**$N$**  = Total de individuos de todas las especies por parcela.

**$N - 1$**  = Total de individuos de la misma especie menos uno.

El índice de Simpson varía entre 0 y 1, y expresa la probabilidad de que dos individuos atraídos al azar de una población pertenezcan a la misma especie. Si la probabilidad de que ambos individuos pertenezcan a la misma especie es alta o se aproxima a 1, entonces la diversidad de la muestra es baja (Pérez 2004).

### **2.10.3. Índice de diversidad de Margaleff**

Mide la diversidad desde la riqueza de especies presentes en la comunidad al relacionar el número de especies (S), con el número total de individuos presentes en la comunidad (n) (Margaleff 1958). Se basa en el cálculo de la riqueza de especies.

#### **Formula para calcular índice de riqueza de Margaleff**

$$R = S-1/\ln n$$

Donde:

**S** = Numero de especies de la comunidad.

**n** = Numero total de individuos de la comunidad.

### **III. METODOLOGIA**

#### **3.1. Ubicación del sitio en estudio**

El estudio se realizó entre el período comprendido de Agosto de 2006 a Febrero de 2007 en la Reserva Natural Volcán Mombacho (RNVM). Esta reserva está ubicada en el pacífico sur a 10 km de la ciudad de Granada y 50 km. de la ciudad de Managua, se localiza en los municipios de Diriomo, Nandaime y Granada. Geográficamente la RNVM se ubica en el cuadrante con coordenadas 11 grados con 50 minutos de la Latitud Norte y 85 grados con 59 minutos en la Longitud Oeste (FUNCOC, 2003).

El área protegida aproximadamente se extiende por unas 578 hectáreas (ha) en su zona núcleo y en la zona de amortiguamiento propuesta abarca una extensión de 6,644 Ha. Dentro de la primera se ubica una zona de Uso Público de 10 hectáreas correspondiente a los recorridos de los senderos para visitantes y la Estación Biológica Mombacho. La RNVM y sus linderos rodean completamente la cumbre del Volcán Mombacho formando un perímetro de 54.1 Km (FUNCOC, 2003).

La Reserva Natural Volcán Mombacho, es un área protegida que persigue conservar y proteger en un sentido biológico los ecosistemas de bosque nuboso y bosque enano, que funcionan literalmente como islas ecológicas que mantienen un ensamblaje único de especies en un ecosistema particularmente frágil y amenazado.

Los bosques nubosos en los trópicos son, sin lugar a dudas, los refugios para un número considerable de especies endémicas y otras en peligro de extinción.

Esta reserva es muy visitada por estudiantes de varios centros de estudios y diferentes tipos de turistas tanto nacionales como extranjeros. En los últimos años ha habido un incremento de visitantes (cuadro1).

Cuadro 1. Numero de visitantes por año en la Reserva Natural Volcán Mombacho , de 1999 al 2005.

<b>Año</b>	<b>Numero de visitas por año</b>
1999	12,696
2000	16,491
2001	18,948
2002	27,646
2004	28,897
2005	25,665

**(Fuente: FUNCOC, 2005)**

### **3.2. Características de la reserva Natural volcán Mombacho**

En la cumbre del volcán se encuentra un bosque nuboso. El bosque nuboso, es un tipo de bosque que precisamente se le llamó así porque la mayor parte del año pasa nublado, cubierto de neblina, también se conoce como nebliselva o bosque nuboso, es como caminar entre nubes. El logotipo, y eslogan de la Reserva Natural Volcán Mombacho es “belleza entre nubes”.



**Figura 1. Fotografía panorámica desde un mirador en el sendero El Cráter, Reserva Natural Volcán Mombacho, 2008**

Este ecosistema se distribuye aproximadamente desde unos 850 metros de altura sobre el nivel del mar, hasta unos 1,000 metros. A partir de los 1,000 m hasta casi los 1,400 que es el pico más alto, está dominado por el bosque enano. Es un tipo de ecosistema en que los efectos de los vientos fuertes, el suelo, el tipo de suelo rocoso (a esas altitudes son factores limitantes para crecimiento), son árboles pequeños, crecen de dos a tres metros como máximo. Además existen helechos y begonias. En la Reserva Natural Volcán Mombacho se encuentra 457 especies de plantas. La agricultura en la zona de amortiguamiento de la reserva es de café, plátano y plantaciones de frutales. Hay 87 especies de orquídeas (FUNCOC, 2003).

### **3.2.1. Geología**

El volcán Mombacho es la quinta estructura cónica de origen volcánico en el pacifico Sur del país, con un paisaje conformado por tres cráteres, el Cráter principal mide 1000 metros de diámetro y 900 metros de diámetro los pequeños aproximadamente, el Cráter grande se encuentra abierto y desplegado hacia el sur debido a un colapso y avalanchas sucedido en 1570. Estos se encuentran cubiertos de vegetación desde hace mucho tiempo (FUNCOC, 2003).

La cumbre del volcán esta coronada por un pico terminal remanente poco accesible dada las fuertes pendientes que caen hacia precipicios por todos lados, es dominado por picos elevados con paredes inclinadas y laderas que alcanzan cercanas a los 90% de inclinación, las alturas varían desde picos y salientes a los 70msnm y con 50% de pendientes. Este bosque tropical del volcán Mombacho forma parte del corredor biológico por su potencial de flora y fauna; sus suelos son dominados por la serie Mombacho con profundidades que varían desde los 60 hasta más de 100 cm, son suelos de textura pesada pero con buen drenaje clasificándose como suelos de tipo franco y franco arcillosos (FUNCOC, 2003).

### **3.2.2. Clima**

El clima predominante en las faldas del Volcán Mombacho es tropical seco; se observan dos estaciones muy diferenciadas. La de lluvias, desde Mayo hasta Noviembre, y la seca, que abarca el resto de año. En las cumbres el contraste entre ambas estaciones no es tan marcado, porque existe una humedad constante producto de la condensación que se produce sobre la cubierta vegetal a partir de los 800 m de altura. Esto mantiene el verdor y la humedad permanente que son característicos de las nebliselvas.



La precipitación promedio anual esta entre los 1200 y 1800 mm según la altura, esta permanece en forma de niebla especialmente en los meses de invierno. La temperatura promedio anual en la base del volcán es de unos 27° C y disminuye aproximadamente 1° C por cada 150 m. de elevación. El clima es húmedo y frío, con chubascos eventuales casi constantes y de corta duración. Se encuentran diversas regiones cálidas y húmedas, más lluviosa en las zonas que afectan los vientos alisios, que forman microclimas que ayudan a diversificar las especies vegetales del lugar (FUNCOC, 2003).

### **3.2.3. Hidrología**

A nivel regional la Reserva Natural Volcán Mombacho, se encuentra como parte de la Cuenca del Lago de Nicaragua y comprendida dentro de una subcuenca hidrográfica y dos microcuencas; los ríos Brujo, el Arroyo y el Naciente de cuatro manantiales que irrigan laderas abajo (FUNCOC, 2003).

El Volcán Mombacho posee un significativo recurso hídrico superficial, producto del nacimiento de una serie de manantiales y quebradas distribuidas en su mayor proporción en la parte Noreste y Sureste. En esta región y debido a la topografía y particularidades hídricas se encuentran incluidos los nacimientos de las fuentes de agua más importantes dentro de los límites de la Reserva, para proteger la cobertura forestal que facilita la recarga de los acuíferos (FUNCOC, 2003).

### **3.2.4. Biodiversidad**

Debido a la deforestación acelerada en los últimos 20 años en la Región del Pacífico y Centro del Nicaragua, enteros cerros boscosos están despalados. El volcán Mombacho es uno de los pocos en contener una rica flora o cobertura vegetal desde el lago de Nicaragua hasta la cumbre. La vegetación es rica en diversidad de familias botánicas esparcidas en las elevaciones topográficas.

#### **3.2.4.1. Flora**

La flora del Volcán Mombacho consiste aproximadamente en 752 especies de plantas, distribuidas en 71 familias y 153 géneros, entre ellas más de 90 especies de orquídeas. En estas cifras no se incluyen las especies exóticas que han sido introducidas para reforestación escénica, como ciertas especies de bambú. Tampoco se incluyen las especies las plantas no vasculares tales como musgos, helechos, líquenes, en cuyo caso esta cifra pudiera duplicarse. Hasta la fecha se han encontrado en Mombacho el 12% de todas las especies de plantas vasculares reportadas para Nicaragua y todavía está lejos de ser un inventario completo. (FUNCOC, 2003).

En la vegetación del volcán Mombacho existe una transición de mosaico que se da entre los diferentes ecosistemas debido a las diferentes altitudes que se desarrollan en las laderas volcánicas. Los factores principales como altura, humedad, viento y las intervenciones antrópicas son los que inciden en los diferentes tipos de vegetación ahí existente como; bosque Enano, Bosque Nuboso o Nebliselva y Bosque Semi-decيدuo.

La vegetación del Volcán Mombacho es una transición de mosaico entre los diversos ecosistemas presentes en virtud de los niveles altitudinales que se desarrollan en la ladera volcánica. Inicia su trayectoria el bosque húmedo tropical y el bosque seco premontano, lo que se evidencia porque una buena parte de las especies del bosque que cubre el pie-de monte del Volcán pierden sus hojas durante la estación seca,

respondiendo a la marcada estacionalidad que se da en toda la Región del Pacífico de Nicaragua.

Considerando el sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge, las zonas de vida del Volcán Mombacho corresponden a la de bosque tropical pre-montano (Holdridge, 1967).

Los rangos altitudinales, la humedad, el viento y las intervenciones antrópicas son los principales factores que inciden en estas formaciones encontramos los siguientes tipos de vegetación:

### **Bosque Enano**

Se encuentra en los picos más altos y con incidencia directa de los vientos, entre los 1,200 y los 1,344 msnm. Está compuesto por árboles que poseen de 1.5 a 8 metros de altura (Atwood, 1998). La precipitación es abundante y por lo general siempre está rodeado de nubes: El dosel presenta un sólo estrato, la vegetación está dominada por arbustos con hojas esclerófilas (gruesas) y ramas están cubiertas de epifitas, tales como orquídeas, bromelias, peperonias y helechos. Entre las familias más representativas se encuentran Clusiaceae, Piperaceae, Chlorontaceae y Ericaceae.

No todas las áreas del bosque enano presentan el mismo estado de conservación. El establecimiento de las antenas ha causado que en sus alrededores se desarrolle un bosque enano secundario. El bosque primario se puede encontrar al Este del sitio electrónico conocido como Mombacho 2 (M2), bordeando la cresta del cráter hasta alcanzar la cumbre del Volcán, a 1,345 msnm.

Existen otros dos parches de bosque enano, uno ubicado entre los dos cráteres del Plan de las Flores y el otro a 200 m del sendero M2-San Joaquín.

### **Bosque Nuboso**

Se observa entre los rangos de altura de los 860 a los 1,200 metros. Se caracteriza por tener una vegetación frondosa y siempre verde, siendo ésta una manifestación de mucha precipitación. Este bosque se encuentra gran parte del día cubierto de nubes, incluso durante la época seca, por lo que la condensación de la humedad es notable durante todo el año. De esta forma el bosque capta agua durante todo el año, incluso cuando no llueve. Una característica de los bosques nubosos es la gran abundancia de epifitas (líquenes, musgos, bromelias y principalmente orquídeas) y helechos arborescentes de la familia Cyatheaceae. A través de parcelas permanentes de vegetación establecidas para documentar el crecimiento de este tipo de bosque se ha estimado que la densidad de los árboles alcanza los 2,430 árboles por ha (FUNCOC, 1999).

En la Hacienda El Progreso se puede observar que el bosque nuboso secundario, actualmente está en regeneración debido a que hace 25 años fue aclarado para establecer cafetales. Por eso no es extraño observar entre los árboles más comunes Guaba (*Inga vera*) y cafetos abandonados. En la Hacienda El Cráter se encuentra principalmente en farallones rocosos y propensos a derrumbes. Entre las especies observadas están el Palo de Leche (*Sapium macrocarpum*), Capirote (*Conostegia oerstediana*), Guayabillo (*Myrcianthes fragans*), Pacaya (*Chamaedorea tepejilote*) y las orquídeas *Cattleya skinnerii*, y *Mormodes horichii*.

### **Bosque Semi-Decíduo**

Se encuentra entre los 590 hasta los 900 msnm. Permanece verde casi todo el año pero un número significativo de árboles botan sus hojas durante el verano. Esporádicamente se cubre de neblina. Como es la zona ideal para el establecimiento de cafetales este bosque solo ha sobrevivido sobre coladas de lava o en zonas muy pedregosas e inaccesibles. Durante la estación lluviosa todos los árboles están cubiertos de hojas, lo que le da un aspecto similar a un bosque húmedo. Es una etapa de transición entre el bosque decídúo y nuboso y la mayor parte de la vegetación en quebradas y riachuelos se ubican en esta categoría.

En la hacienda Cutirre y sus alrededores es donde se localiza la mayor extensión de este bosque y los árboles alcanzan hasta 20 metros de altura. En la hacienda El Cráter, a diferencia de otros extremos del volcán este ecosistemas inicia a los 870 msnm y se extienden aproximadamente hasta los 1000 msnm. Las especies de árboles que predominan son el Ojoche (*Brosimum alicastrum*), Chichicastón (*Myriocarpa obovata*), Falso Mangle (*Bravaisia integerrima*), Cachito (*Stenmadenia ovobata*), Quesillo (*Malvaviscus arboreus*) y Guayabón (*Terminalia oblonga*). Algunas de estas especies son utilizadas como sombra en las plantaciones de café.

#### **3.2.4.2. Fauna**

Se encuentran 118 aves y una mariposa carismática, la salamandra del Mombacho (*Bolitoglossa mombachoensis*), que no se encuentran en ningún otro lugar en la Tierra, es una especie endémica. Mono congo (*Alouatta palliata*) y 50 especies de reptiles y anfibios.

En la Reserva Natural Volcán Mombacho se han acondicionado dos senderos, localizados en la cúspide. Estos senderos están rodeados de una enorme variedad de plantas y animales, algunos de ellos únicos de este micro hábitat, los que le ofrecen al turista un panorama inigualable de la flora y fauna de la zona.

La reserva, con un área de 1, 445 m, alberga monos “congo”, la salamandra del Mombacho y la mariposa del Mombacho, dos especies que no se encuentran en ninguna otra parte del mundo, es decir, que son animales endémicos, además de tucanes, loras, monos. 50 Especies de mamíferos, 174 especies de aves y 30 especies de reptiles o anfibios.

### **3.3. Topografía y Pendientes**

El área protegida Volcán Mombacho es un elevado macizo que se levanta al frente de la ciudad de Granada y se interpone entre esta y el municipio de Nandaime.

Al igual que otros volcanes de origen Stromboliano, el Mombacho es dominado por picos elevados con paredes inclinadas y laderas que alcanzan pendientes cercanas al 90 % de inclinación. Estas alturas varían desde picos y salientes a 700 msnm y con 50% de pendientes (FUNCO, 2003).

La Estación Biológica Mombacho a 1,150 msnm, el pico Mombacho II a 1,222 msnm y su pico más alto a 1,344 msnm. Estos tres puntos se ubican al borde de cráteres respectivos que fueron parte del proceso eruptivo y cuya forma se refiere a hundimientos repentinos o colapsos dejando oquedades de mas de un mil metros a la redonda por 800 metros de profundidad con paredes con inclinaciones de 100%. Estos huecos aparentemente forman parte de la antigua caldera en sitio conocido como El Plan de las Flores.

### **3.4. Suelos**

En las faldas Noroeste y Sureste aparecen dos coladas rocosas, formadas de bloques medianos, con estructuras moderadamente fuertes y límites abruptos. Estas dos coladas provienen del cráter principal, siendo las dos únicas zonas que actualmente exponen este material hasta la superficie.

Los suelos del Volcán Mombacho se formaron a partir de depósitos de material piroclástico, tales como cenizas volcánicas, coladas de lava y desprendimientos o avalanchas procedentes de las partes más elevadas del Volcán. Las profundidades varían desde 60 hasta más de 100 centímetros, con extensas áreas con fragmentos de basalto y coladas de lava de diverso tamaño. Estos suelos son de textura pesada, pero suelen ser bien drenados. Se clasifican como suelos del tipo franco y franco-arcilloso (Calero y Valerio, 1994)

Estos suelos son en general del tipo latosol, ligeramente ácidos, caracterizados por presentar texturas arcillo-arenosas y limo-arcillosas, estructura granular moderada y media, con abundantes raíces finas y muy finas. Las tonalidades varían desde pardo-oscuro, pardo-amarillentas y pardo-rojizas.

Son suelos bien drenados, con exceso de humedad en períodos de precipitación excesiva y con déficit de humedad en la estación seca. Son muy susceptibles a la erosión laminar superficial si están desprovistos de cobertura vegetal, como se evidencia en varias zonas con marcadas afluencias de derrumbes y deslaves. En general se presentan en las partes medias y altas coberturas boscosas con suelos provistos de abundante materia orgánica superficial en proceso de descomposición.

### **3.5. Manejo y objetivos de la reserva natural volcán Mombacho**

Actualmente la (RNVM) cuenta con un plan de manejo elaborado como parte del compromiso adquirido por la fundación Cocibolca en la firma del convenio de Co-manejo de la misma, este fue elaborado en junio del 2003 por la Fundación Nicaragüense para la conservación.

El plan de manejo brinda las pautas necesarias para el buen funcionamiento del área, define los programas de manejo necesarios a implementar en el sitio, su seguimiento y control.

La reserva natural volcán Mombacho es una área protegida que persigue conservar y proteger, en un sentido Biológico los ecosistemas del bosque nuboso los cuales son, sin lugar a dudas, los refugios para un número considerable de especies endémicas y otras en peligro de extinción; y del bosque enano que funciona literalmente como islas ecológicas que mantienen un ensamblaje único de especies en un ecosistema particularmente frágil y amenazado.

### **3.6. Descripción de bosques y especies características**

Se elaboró un formato para describir los diferentes ecosistemas o tipos de bosques que se encuentran en el Mombacho, esto incluye el clima y las especies de flora y fauna características de la reserva. Esto se realizó utilizando información existente y observaciones de campo con el baquiano y los guardaparques de la reserva, esto se realizó con el fin de caracterizar los ecosistemas que abarca nuestro estudio en la zona núcleo de la reserva entre los cuales se encuentran los bosques (bosque Enano, bosque Nuboso o Nebliselva y bosque Semi Deciduo) (Cuadro 2).



Los ecosistemas presentes en la Reserva se caracterizan por las especies de flora y fauna que en ellos se encuentran. En base a la literatura revisada y a los resultados de este estudio se elaboró el cuadro 2, el cual indica estas características.

**Cuadro 2. Descripción de bosques y especies características en la Reserva Natural Volcán Mombacho, 2008.**

<b>TIPO DE BOSQUE</b>	<b>CLIMA</b>	<b>ESPECIES DE FAUNA CARACTERISTICA</b>	<b>ESPECIES DE FLORA CARACTERISTICA</b>
Bosque Enano	Abundantes precipitaciones se encuentran en los picos más altos y con incidencia directa de los vientos entre los 1200 y 1344msnm.	<i>Sajino, Odocoileus virginianas, Dasybus novencinetus, Allouatta palliata, Cebus capicinus, Leopardus, Puma concolor, Micrunus sp Boa constrictor, Bolitoglossa mombachoensis, napeogenes tollosa, Collumba flavinostris, Leptotila verreauxi, Leptotila nefaxila, Phacochroa cuvierii, Chiroxifialincaris, Ciccaba negroliniata, Eumomota superciliossa, Pitangues sultaratus, Oophaga granaliferus, Bufo coccifer, Eleutherodactylus hobarismithi.</i>	<i>Especies comunes: Baltimore recta, Buddleja americana L., Elaphoglossum palmense, Hylocerus costaricensis, Gusmania angustifolia (Baker), Nephrolepsis bisserrata, Clussia salvinii dann.sm., Myrosperrmun Frutescens jaca, Myrcianthes fragrans (SW), Dieffendachia oerstedii Schott, etc.,</i>
Bosque Nuboso	Mucha Precipitación Abundante Nubosidad, se observa entre los rangos de altura entre los 860 y los 1200manm.	<i>Tayassa tajacu, Odocoileus virginianas, Dasybus novencinetus, Agouti paca, Dasyprocta punctata, Nasua narica, Zarigüeya Norteamericana, Cebus capicinus, Allouatta palliata, potos flavus, Puma concolor, Leopardos, Bolitoglossa mombachoensis, Micrunus sp Penélope purpuarascens, Campephilus imperialis, Pitangues sulfaratus,</i>	<i>Chamaedorea tepejilote, Urera coralina, Clussia salvinii Dam., Jacabinia cupania, Sapium macrocarpum mull., Jacaranda copaia, Myrcianthes fragrans Erythrina sp, Guarea glabra Vahl, Celtis iguanaea, Philodendron radiafum Schott, Nephrolepsis multiflora (Roxb), Elaphoglossum</i>

TIPO DE BOSQUE	CLIMA	ESPECIES DE FAUNA CARACTERISTICA	ESPECIES DE FLORA CARACTERISTICA
		<i>Mellisuga helenae</i> , <i>Pharomachus mocinno</i> , <i>Bufo coccifer</i> , <i>Eleutherodactylus hobarismithi</i> , <i>Oophaga granaliferus</i> .	<i>palmense</i> .
Bosque Semi-Decíduo	Aspecto similar a un Bosque Húmedo	<i>Oryctolagus cuniculus</i> , <i>Allouatta palliata</i> , <i>Cebus capicinus</i> , <i>Odocoileus virginianus</i> , <i>Agouti paca</i> , <i>Dasyprocta punctata</i> , <i>Tayassa tajacu</i> , <i>Nasua narica</i> , <i>Zarigüeya Norteamericana</i> , <i>Ctenosaura similis</i> , <i>Hemidactylus frenatus</i> , <i>Micrunus sp.</i> , <i>Boa constrictor</i> , <i>Bolitoglossa mombachoensis</i> , <i>Penélope purpurascens</i> , <i>Campephilus imperialis</i> , <i>Leucopternis semiplumbea</i> , <i>Ciccaba negroliniata</i> , <i>Psaltria perspicillata</i> , <i>Eumomota superciliosa</i> , <i>Psarocolius montezuma</i> , <i>Ramphastos sulfuratus</i> , <i>Pica pica</i> .	<i>Inga patermo harás</i> , <i>Siderxylon portoricense</i> , <i>Hibiscus elatus Sw</i> , <i>Ficus citrifolia Mill.</i> , <i>Malus halliana Koehne</i> – <i>Malus pumila Millar</i> , <i>Mirabilis jalapa L</i> , <i>Jacaranda copaia (Aubl)</i> , <i>Ficus constaricana</i> , <i>Ficus lapahifolia</i> , <i>Bombacopsis quinata</i> , <i>Plumeria rubra</i> , <i>Ceiba pentandra</i> , <i>Chorophora inctoria</i> , <i>Cedrela odorata</i> , <i>Stemmadenia grandiflora</i> , <i>Dyospyrus digyna</i> .

### 3.7. Etapa de Campo

#### 3.7.1. Reconocimiento del área

Antes de realizar el estudio se hicieron los contactos con Fundación Cocibolca luego se realizaron algunas visitas a la reserva para dar conocimiento al personal del tipo de trabajo que se llevaría a cabo. Se expusieron además los propósitos del estudio para empezar a conocer las principales características de los tipos de ecosistemas que presenta la reserva natural volcán Mombacho, la topografía del área de los senderos,

la densidad de la cobertura vegetal y las principales actividades que ahí se realizan. Una vez realizado el reconocimiento del área de estudio se realizaron giras de campo en intervalos de entre 15 y 21 días para el levantamiento de los datos.

El estudio se llevo a cabo en el área que comprende la zona núcleo de la reserva específicamente en los senderos El Cráter y El Puma.

### **3.7.2. Características de los Senderos**

#### **El Cráter**

Tiene una longitud de 1500 metros, se caracteriza por ser de fácil acceso, se puede recorrer sin necesidad de guías ya que este se encuentra bien señalizado lo que permite que sea el más visitado por los turistas nacionales y extranjeros principalmente. Dentro de sus principales atractivos se encuentra su mirador que permite apreciar la gran cantidad de vegetación propia de este lugar, el paso por el túnel, además el sendero cuenta con un área complementaria que va hacia el lugar donde se encuentran las fumarolas y el mirador los Quemados.

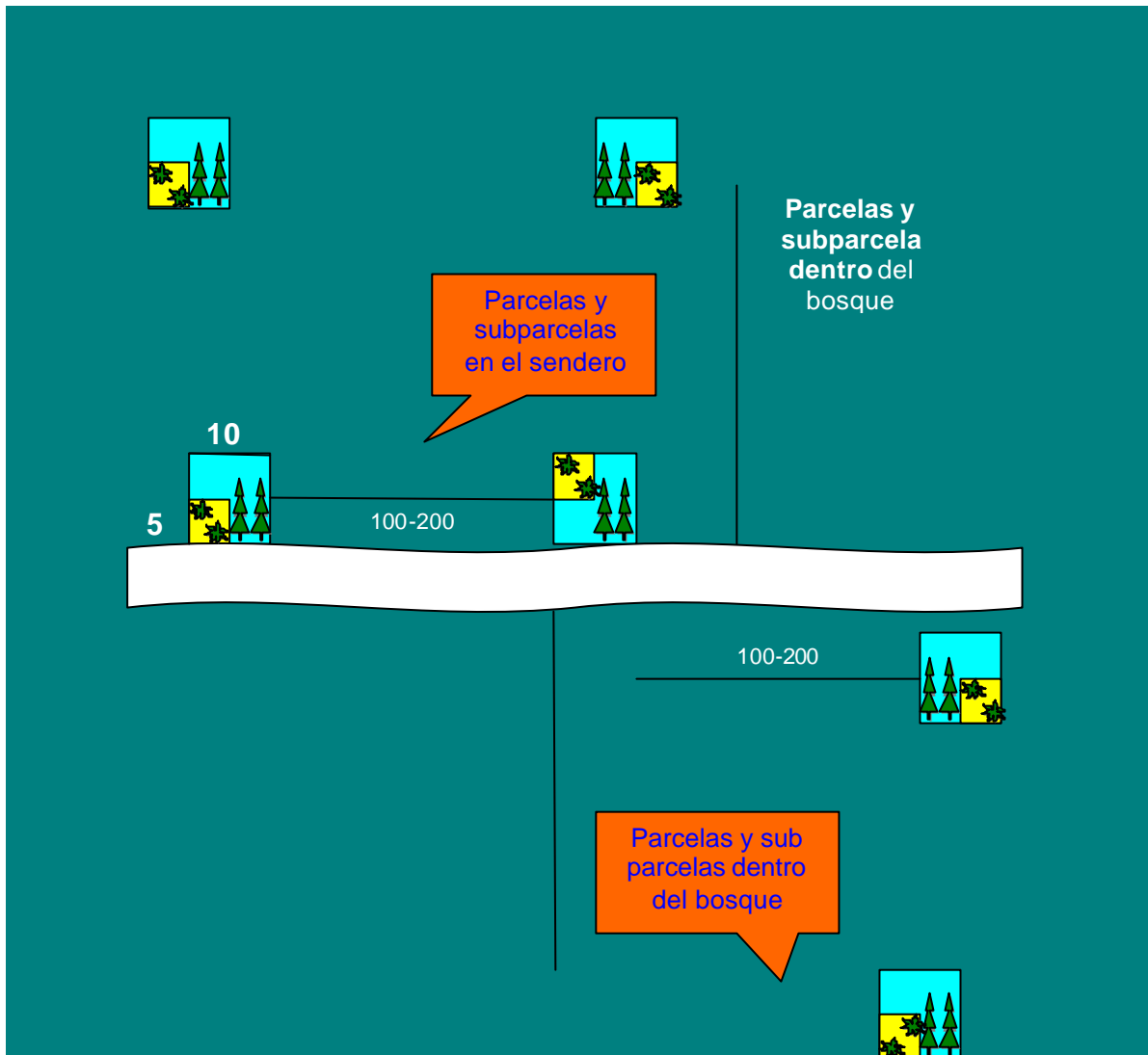
#### **El Puma**

Tiene una longitud de 4000 metros, este sendero a diferencia del sendero El Cráter es de acceso restringido, es peligroso por lo cual para recorrerlo tiene que ser con un guía o guardabosque, por sus características, dadas las altas pendientes y el grado de dificultad que posee cuenta con cuatro miradores que son: La Roca, Los Vientos, La Avalancha y La Cueva. De este sendero se pueden apreciar una gran cantidad de paisajes que conforman el litoral pacífico, amplia variedad de bromelias, orquídeas,

algunas especies de aves propias del lugar, remanentes de bosque enano y nuboso, es importante recalcar que el sendero el puma cuenta con las partes más altas del Volcán.

### **3.7.3. Levantamiento de los datos**

Para el levantamiento de los datos de la vegetación se realizó un muestreo sistemático y se definieron los tipos de parcelas (en el sendero el Cráter, parcelas a orillas de los senderos cada 100 m y parcelas dentro del bosque y en El Puma, parcelas a orillas del sendero a espaciamiento entre parcelas de 200 metros o más. Las parcelas dentro del bosque, dependiendo de las posibilidades de introducirse (figura 2).



**Figura 2. Distribución de parcelas y subparcelas a la orilla del sendero y dentro del bosque en el Cráter y/o el Puma, 2008.**

**Parcelas en el sendero:** Estas consistieron en parcelas de 10 x 10 metros ubicadas inmediatamente a la orilla del sendero. En ellas se tomaron datos de las especies de árboles y arbustos mayores de 1.5 metros de altura. En el caso del sendero El Cráter las parcelas se ubicaron cada 100 metros, para un total de 10 parcelas, incluyendo el sector de las fumarolas. En el caso del sendero El Puma fueron ubicadas cada 200 o más metros para un total de 14 parcelas. En este caso cuando se hizo la comparación

entre senderos, se excluyeron datos de parcelas aleatoriamente para comparar con iguales unidades de muestreo para las parcelas a la orilla del sendero, y para las parcelas dentro del bosque. En ambos senderos las parcelas fueron tomadas a la orilla del sendero como la zona de mayor probabilidad de disturbación por la intervención humana a través de la visitación turística debido a la proximidad del sendero.

**Subparcelas en el sendero:** Dentro de cada parcela se muestreo una subparcela de 5 x 5 metros, aquí se registraron especies arbustivas o sea del sotobosque (menores de 1.5 metros de altura) y herbáceas incluyendo bromelias, helechos y epifitas. En ambos senderos fueron ubicadas igual número de subparcelas al número de parcelas.

**Parcelas dentro del bosque:** Estas consistieron en parcelas de 10 x 10 m. ubicadas a partir de 100 metros de la orilla del sendero hacia dentro del bosque, al igual que en las parcelas a la orilla del sendero se tomaron datos de las especies arbóreas y arbustivas mayores de 1.5 metros de altura. En el caso del sendero el Cráter 10 parcelas testigos se tomaron a partir de 100 metros del sendero hacia el interior del bosque.

En el sendero el Puma las parcelas fueron ubicadas dependiendo de las posibilidades de introducirse hacia el interior del bosque para un total de 8 parcelas dentro del bosque. Estas parcelas se tomaron como las zonas con menores probabilidades de disturbación por la intervención humana o de visita turística debido a lo alejado del sendero.

**Subparcelas dentro del bosque:** Dentro de cada parcela testigo o dentro del bosque se establecieron subparcelas de 5 x 5 metros, en ellas se registraron datos de la vegetación arbustiva o sea del sotobosque (menores de 1.5 metros de altura), y herbáceas incluyendo palmas, bromelias, helechos y epifitas. En el sendero el cráter se tomaron igual cantidad de parcelas y subparcelas dentro del bosque que parcelas a la orilla del sendero y una cantidad de 8 parcelas y sub parcelas dentro del bosque en el

sendero El Puma por tener menor posibilidad de montar parcelas que a orillas del sendero. Al comparar la abundancia de especies dentro del mismo sendero se hace para el área muestreada según sea parcela (100 m<sup>2</sup>) o sub parcela (25 m<sup>2</sup>).

#### 3.7.4. Variables Evaluadas

- A) **Identificación de Especies por Nombre Común:** Con la valiosa ayuda de don Julio Obando (conocedor de la zona), se identificaron las especies encontradas en cada parcela y subparcela por nombre común.
- B) **Identificación de las especies por Nombre Científico:** Identificadas las especies por nombre común, con la ayuda del trabajo de maestría realizado por la Ingeniera Mercedes Matus y buscando en la **Lista anotada y descripciones de la Flora de Nicaragua, Missouri Botanical Garden** a través de internet: <http://mobot.mobot.org/W3T/Search/Nicaragua/projsf1nic.html> y en el sitio: <http://www.ars-grin.gov/duke/dictionary/tico/Colombian> se identificaron a nivel de nombre científico y familia las especies muestreadas.
- C) **Abundancia:** Para determinar el grado de abundancia de especies se utilizó la escala propuesta por Tansley & Chipp (1926), donde la abundancia de las especies serán presentadas de manera cualitativa reconociendo 5 categorías:
- Muy Abundante: Mas del 80% de la muestra.
- Abundante: Constituye entre el 60 y 80% de la muestra.
- Poco abundante: Constituye entre el 40 y 60% de la muestra.
- Escaso: Constituye entre el 20 y 40% de la muestra.
- Raro: Constituye menos del 20% de la muestra.

Para obtener los valores se hace una relación de la cantidad de individuos de cada especie con el número total de individuos en la comunidad (parcela o subparcela) multiplicados por 100.

### **3.7.5. Procesamientos y análisis de los datos**

Después de haber identificado las especies encontradas en las parcelas y subparcelas en el sendero al igual que en las parcelas y sub. Parcelas testigos a 100 metros de la orilla del sendero por nombre común, nombre científico y familia los datos fueron ordenados por cada sendero procediendo a determinar los cálculos siguientes:

#### **A) Grado de abundancia de especies**

Para calcular el grado de abundancia de las especies, primero se totaliza el número de individuos de cada especie en cada tipo de parcelas y subparcelas en estudio en cada sendero, de esta manera en el sendero el Cráter se hizo para cada una de las 10 parcelas y 10 Subparcelas normales, así como también para las 10 parcelas y 10 subparcelas testigos contempladas en el estudio.

El mismo procedimiento se hizo para las 8 parcelas y subparcelas a orillas del sendero y las 8 parcelas y subparcelas dentro del bosque que se tomaron en el Sendero El Puma. Una vez realizado este proceso el siguiente paso fue promediar por tipos de parcelas y subparcelas a orillas del sendero como también por parcelas y subparcelas.

Ya con todos estos datos se relaciona el total de individuos de cada especie con el total de individuos encontrado en cada tipo de parcelas o comunidad expresados en porcentaje con lo que es posible determinar el grado de abundancia de cada especie según la escala de TANSLEY & CHIPP (1926).



## **B) Diversidad de especies**

Para determinar los índices de diversidad de especies en las parcelas en estudio se hizo basado en los índices de Shannon, Simpson y Margaleff. Los cálculos para determinar los valores de estos índices fueron indicados anteriormente.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Riqueza y abundancia de especies

De acuerdo al proceso de análisis de datos recabados en la etapa de campo se obtuvieron los siguientes resultados por cada uno de los senderos:

#### 4.1.1. Riqueza y abundancia de especies en el sendero El Cráter

En este sendero y sus alrededores en las parcelas fueron registrados un total de 460 individuos, representantes de 34 especies arbóreas y en las subparcelas 1880 individuos representantes de 53 especies las cuales se agrupan como lianas y arbustos pequeños (25), herbáceas (12) y otras (16).

Los resultados indican que en las parcelas a orilla del sendero existe menor cantidad de especies; comparados con las parcelas dentro del bosque. Similarmente en el caso de las subparcelas, se tiene mayor número de especies (riqueza) en las áreas no perturbadas por el turismo o sea dentro del bosque (Cuadro 2). Aunque se presenta mayor cantidad de individuos a orillas del sendero, posiblemente producto de la disturbación provocada por el mantenimiento de los senderos. Se puede deducir que las especies más agresivas tienden a presentar mayor cantidad de individuos, particularmente en el caso de las herbáceas.

**Cuadro 3. Total de individuos y especies por parcelas y subparcelas en el sendero El Cráter, 2008.**

<b>Tipos de parcelas</b>	<b>Nº Especies</b>	<b>Número de individuos</b>
Parcelas en el sendero	20	238
Parcelas dentro del bosque	23	222
Subparcelas en el sendero	32	1036
Subparcelas dentro del bosque	45	844



Figura 3. Fotografía de un árbol en la RNVM mostrando diversidad de la vegetación del bosque de neblisela característico de esta área, 2008.

Las especies de mayor abundancia en las parcelas registradas en el sendero El Cráter fueron las siguientes (Cuadro 3): *Myrcianthes fragrans* (Sw.) McVaugh (Palo de Clavo) de la familia Myrtaceae, con 43 individuos y un 18% de abundancia, seguida por *Cupania glabra* Sw (Pavón) (figura 4), de la familia Sapindaceae con 42 individuos y un 17.6% de abundancia; y *Sapium macrocarpum* Müll. (Palo de leche) de la familia Euphorbiaceae con 31 individuos y un 13% de abundancia. Entre estas 3 especies representan el 48.6% de los individuos presentes. El restante número de especies (17) se ubicaron en porcentajes de abundancia menores al 11%. Todas las especies se clasifican como raras de acuerdo a la escala de Tasley & Chipp porque están ubicadas en un rango menor al 20%.

**Cuadro 4. Especies arbóreas y arbustivas más abundantes en las parcelas a la orilla del sendero y las parcelas dentro del bosque en El Cráter, 2008.**

<b>Parcelas</b>	<b>Nombre Científico</b>	<b>Nombre Común</b>	<b>Familia</b>	<b>Grado de abundancia</b>
En el Sendero	<i>Myrcianthes fragans</i> (Sw.) McVaugh (Jack.) P.H. Raven	Palo de Clavo	Myrtaceae	Rara (18%)
	<i>Cupania glabra</i> Sw	Pavón	Sapindaceae	Rara (17.6%)
	<i>Sapium macrocarpum</i> Müll.	Palo de Leche	Euphorbiaceae	Rara (13%)
Dentro del Bosque	<i>Myrcianthes fragans</i>	Palo de clavo	Myrtaceae	Escasa (27.9%)
	<i>Cupania glabra</i>	Pavón	Sapindaceae	Escasa (22.5%)
	<i>Ureca Corallina</i>	Chichicaste blanco	Urticaceae	Rara (8.5%)



Figura 4. *Cupania glabra* Sw (Pavón) de la familia Sapindaceae

En las Sub parcelas dentro del bosque (Cuadro 4), *Cupania glabra* (Pavón), con 111 individuos y un 13% de abundancia ocupa el primer lugar, seguido por *Chamaedorea Tepejilote* (Pacaya), con 101 individuos y un 11.9% de abundancia, *Dieffendachia oerstedii* Schott (Lotería) de la familia Araceae con 71 individuos y un 8% de abundancia, *Nephrolepsis multiflora* (Roxb) (Coludo) de la familia Davalliaceae con 67 individuos y un 7.9% de abundancia, *Cenchrus pilosus* Kunth (Mozote) de la familia Poaceae con 57 individuos y un 6.7% de abundancia, *Myrcianthes fragrans* (Palo de clavo), con 47 individuos y un 5.5% de abundancia. Entre estas 6 especies representan el 53 % de los individuos presentes. Indicando que no hay especies dominantes como sucede en el caso anterior, donde solo 3 especies representan un porcentaje similar de individuos. Además es un indicador de la mayor diversidad de especies encontrada en el caso de las subparcelas dentro del bosque.

El resto (39 especies) se ubicaron en porcentajes de abundancia igual o menor del 5%. Todas las especies se clasifican como raras por que ninguna rebasa el 20% de abundancia.

En el sendero el Cráter tanto a nivel de especies arbustivas, arbóreas y herbáceas como en el sotobosque la especie que presenta mayor grado de abundancia es *Myrcianthes fragrans* (Palo de clavo) con 27.9%, seguido por *Cupania glabra* (Pavón) y *Gusmania angustifolia* (Bromelias) con 22.5% de abundancia respectivamente.

En las parcelas dentro del bosque también la especie *Myrcianthes fragrans* (Palo de clavo), con 62 individuos y un 27.9% presenta mayor abundancia, seguida de *Cupania glabra* (Pavón), con 50 individuos y un 22.5% de abundancia; y *Ureca Corallina* (Chichicaste blanco) de la familia Urticaceae con 19 individuos y un 8.5% de abundancia. Entre estas 3 especies representan el 58.9 % de los individuos presentes. Las 20 especies restantes de este tipo de parcelas se ubicaron en porcentajes menor al 7% de abundancia.

Si se compara las parcelas a orillas del sendero con las dentro del bosque es notorio que las mismas 2 especies dominan en ambas; estas son *Myrcianthes fragrans* (Palo de clavo), y *Cupania glabra* (Pavón), clasificadas como escasas para el caso de dentro del bosque y como raras a orillas del sendero, según la escala de Tansley & Chipp, 1926.

Las especies de mayor abundancia en las subparcelas registradas en este sendero fueron las siguientes (cuadro 4): *Gusmania angustifolia* (Baker) (Bromelia) de la familia Bromeliaceae con 234 individuos y un 22.5% de abundancia, *Chamaedorea Tepejilote* (Pacaya) de la familia Arecaceae con 196 individuos y un 18.9% de abundancia; y *Myrospermum frutescens jaca* (Murruga Cacahuatera) de la familia Fabaceae con 120 individuos y un 11.5% de abundancia. Entre estas 3 especies representan el 52.9 % de

los individuos presentes. El restante número de especies 29 se ubicaron en porcentajes menores al 9 %. Solo la especie *Gusmania angustifolia* (Bromelias) se considera como escasa por estar en un margen entre el 20 y 40%. El restante número de especies (32) se considera como raras, esto según la escala de (Tansley & Chipp, 1926).

**Cuadro 5. Especies arbustivas, herbáceas y otras más abundantes en las Sub parcelas del sendero El Cráter, 2008.**

Subparcela	Nombre Científico	Nombre Común	Familia	Grado de abundancia
En el Sendero	<i>Gusmania angustifolia</i> (Baker)	Bromelia	Bromeliaceae	Escasa (22.5%)
	<i>Chamaedorea tepejilote</i>	Pacaya	Arecaceae	Rara (18.9%)
	<i>Myrospermum frutescens jaca</i>	Murruca Cacahuatera	Fabaceae	Rara (11.5%)
Dentro del Bosque	<i>Cupania glabra Sw</i>	Pavón	Sapindaceae	Rara (13%)
	<i>Chamaedorea tepejilote</i>	Pacaya	Arecaceae	Rara (11.9%)
	<i>Dieffenbachia oerstedii Shott</i>	Lotería	Araceae	Rara (8%)

#### 4.1.2. Riqueza y abundancia de especies en el sendero El Puma

En las parcelas del sendero El Puma fueron registrados un total 355 individuos (Cuadro 5), representantes de 25 especies arbóreas y en las subparcelas 40 especies entre arbustivas (16), herbáceas (9) y otras (helechos, bromelias, palmas) (15).

**Cuadro 6. Total de individuos y especies por tipo de parcelas y subparcelas en el sendero El Puma, 2008.**

Tipos de parcelas	Nº Especies	Número de individuos
Parcelas en el sendero	15	208
Parcelas dentro del bosque	15	147
Subparcelas en el sendero	40	791
Subparcelas dentro del bosque	26	791

Las 3 especies más abundantes registradas en las parcelas del sendero El Puma (cuadro 6) son: *Cupania glabra* (Pavón), seguida por *Urera Corallina* (Chichicaste Blanco) y *Clusia salvinii* (Copel) de la familia Clusiaceae; entre ellas suman 63.6 % de abundancia. Siendo las dos más abundantes clasificadas como escasas por estar entre el rango de 20 y 40%. Las restantes 13 especies fueron clasificadas como raras por tener porcentajes menores a 20.

**Cuadro 7. Especies arbóreas y arbustivas más abundantes en las parcelas a la orilla del sendero y dentro del bosque en El Puma, 2008.**

Parcelas	Nombre Científico	Nombre Común	Familia	Grado de abundancia
En el Sendero	<i>Cupania glabra</i>	Pavón	Sapindaceae	Escasa (29%)
	<i>Urera corallina</i>	Chichicaste blanco	Urticaceae	Escasa (20%)
	<i>Clusia salvinii</i>	Copel	Clusiaceae	Rara (14%)
Dentro del Bosque	<i>Urera corallina</i>	Chichicaste blanco	Urticaceae	Rara (20%)
	<i>Clusia salvinii</i>	Copel	Clusiaceae	Rara (19%)
	<i>Myrcianthes fragrans (Sw.)</i>	Palo de clavo	Myrtaceae	Rara (13.6%)



En las parcelas dentro del bosque se tienen las especies más abundantes: *Urera Coralina* (Chichicaste blanco), seguida por *Clusia salvinii* Dann. Sm. (Copel), y *Myrcianthes fragrans* (Sw.) McVaugh PH (Palo de clavo). Entre ellas suman un 52.6% de abundancia. Solamente *Urera coralina* se clasifica como especie escasa por presentar un 20% de abundancia. Las especies restantes se clasifican como raras por encontrarse entre el rango de 0 a 20% según la escala de Tasley & Chipp, 1926.

En las subparcelas a la orilla del sendero con un total de 40 especies, la especie *Chamaedorea tepejilote* (Pacaya), se encuentra en primer lugar de abundancia (cuadro 7), seguida por *Nephrolepis multiflora* (Roxb) (Coludo) de la familia Davalliaceae y *Nephrolepis biserrata* (Helechos) de la familia Davalliaceae. Sumando entre ellas 3 un 48.8 % de abundancia. De las 40 especies, 39 se encuentran como raras, solamente *Chamaedorea tepejilote* es escasa con 30% de abundancia.

En las subparcelas dentro del bosque en el sendero El Puma se encontraron un total de 26 especies, de ellas las de mayor abundancia son: *Chamaedorea tepejilote* (Pacaya), familia Arecaceae, *Nephrolepis multiflora* Roxb (Coludos), familia Davalliaceae, *Cupania glabra* (Pavón), familia Sapindaceae; y *Myrospermum frutescens* (Murruga cacahuatera), familia Fabaceae. Entre estas 4 especies suman 53.6 % de abundancia. Las restantes 22 especies se encuentran en porcentajes de abundancia menores al 7 %. Solamente la Pacaya es clasificada como especie escasa, las restantes 25 especies se encuentran en el rango de especies raras.

**Cuadro 8. Especies arbustivas, herbáceas y otras más abundantes en las subparcelas a la orilla del sendero y dentro del bosque en el sendero El Puma, 2008.**

Sub parcelas	Nombre Científico	Nombre Común	Familia	Grado de abundancia
En el Sendero	<i>Chamaedorea tepejilote</i>	Pacaya	Arecaceae	Escasa (30%)
	<i>Nephrolepsis multiflora (Roxb)</i>	Coludos	Davalliaceae	Rara (11.8%)
	<i>Nephrolepsis biserrata</i>	Helechos	Davalliaceae	Rara (7%)
Dentro del Bosque	<i>Chamaedorea tepejilote</i>	Pacaya	Arecaceae	Escasa (21%)
	<i>Nephrolepsis multiflora (Roxb)</i>	Coludos	Davalliaceae	Rara (16%)
	<i>Cupania glabra Sw</i>	Pavón	Sapindaceae	Rara (9.6%)

#### 4.1.3. Especies más abundantes en ambos senderos

La especie más abundante por parcelas a orillas de los senderos El Cráter y El Puma (Cuadro 8) resultó ser *Cupania glabra* (Pavón), con un 29% de abundancia en El Puma clasificándose como escasa; y en el sendero El Cráter con un 17.6% de abundancia, para clasificarla como rara.

A nivel de parcelas dentro del bosque; la especie *Myrcianthes fragrans* (Palo de clavo) alcanza un 27.9% de abundancia en El Cráter y se clasifica como escasa, y en El Puma alcanza un 13.6% de abundancia, alcanzando la categoría de rara. La especie

*Cupania glabra* (Pavón) con 22.5% de abundancia (escasa) en El Cráter y un 12% de abundancia (rara) en El Puma.

**Cuadro 9. Especies arbóreas, arbustivas, herbáceas y otras más abundantes en los senderos El Cráter y EL Puma, 2008.**

Sitios	Nombre Científico	Nombre Común	Sendero El Cráter Abundancia	Sendero El Puma Abundancia
Parcelas en el sendero	<i>Cupania glabra</i> Sw	Pavón	Rara (17.6%)	Escasa (29%)
Parcelas dentro del bosque	<i>Myrcianthes fragrans</i> (Sw.) McVaugh PH	Palo de clavo	Escasa (27.9%)	Rara (13.6%)
	<i>Jacabinia cupania glabra</i> Sw	Pavón	Escasa (22.5%)	Rara (12%)
Subparcelas en el sendero	<i>Chamaedorea tepejilote</i>	Pacaya	Rara (18%)	Escasa (30%)
Subparcelas dentro del bosque	<i>Chamaedorea tepejilote</i>	Pacaya	Rara (11.5%)	Escasa (21%)
	<i>Cupania glabra</i> Sw	Pavón	Rara (13%)	Rara (9.6%)

En las subparcelas a orillas del sendero, la especie más dominante es *Chamaedorea tepejilote* con un 30% de abundancia en el sendero El Puma alcanzando la categoría de escasa y un 18%, ubicándose en categoría de rara en el sendero El Cráter.

Con relación a las subparcelas dentro del bosque, la especie *Chamaedorea tepejilote* (Pacaya) es dominante presentando mayor proporción de individuos, 21% de abundancia, en El Puma y con 11.5 % de abundancia en El Cráter. La especie *Cupania glabra* (Pavón) con 12.6% resulta mayor en El Cráter, pero baja con respecto a El Puma con 9.6% en ambos senderos en categoría de rara.

**Cuadro 10. Especies más abundantes por sitios muestreados en cada sendero de la Reserva Natural Volcán Mombacho, sendero El Cráter, 2008.**

Sitio	Especies	Abundancia Real	Abundancia Relativa
Parcelas (OS)	<i>Cupania glabra Sw.</i>	42	17.6%
Parcelas (DB)	<i>Myrcianthes fragrans (Sw.) McVaugh</i>	62	27.9%
Subparcelas (OS)	<i>Chamaedorea tepejilote</i>	196	18%
Subparcelas (DB)	<i>Cupania glabra Sw.</i>	111	12.6%

(OS) Orillas del sendero (DB) Dentro del bosque

**Cuadro 11. Especies más abundantes por sitios muestreados en cada sendero de la Reserva Natural Volcán Mombacho, sendero El Puma, 2008.**

Sitio	Especies	Abundancia Real	Abundancia Relativa
Parcelas (OS)	<i>Cupania glabra Sw.</i>	61	29%
Parcelas (DB)	<i>Myrcianthes fragrans (Sw.) McVaugh</i>	20	13.6%
Subparcelas (OS)	<i>Chamaedorea tepejilote</i>	241	30%
Subparcelas (DB)	<i>Chamaedorea tepejilote</i>	170	21%

#### **4.2. Comparación en la composición Florística entre sitios y senderos.**

En cuanto a las especies comunes encontradas entre parcelas y sub parcelas del mismo sendero. Se puede indicar que en el caso de El Cráter, para las especies arbóreas, 13 de las 30 especies encontradas en las 10 parcelas muestreadas son las mismas encontradas a orillas del sendero como dentro del bosque (cuadro 11).

En el caso de las subparcelas de 57 especies arbóreas\*, arbustivas, herbáceas y otras menores, 20 son comunes a los dos tipos de parcelas, tanto a orillas de el sendero como dentro del bosque.

\* Es importante notar que en las subparcelas de El Cráter se encontraron 4 especies arbóreas, pero en estado de plántula o menor de 1.5 metros de altura.

En El Puma a nivel de sub parcelas se encontraron 16 especies en común de 50 en total identificadas, entre arbóreas\*, arbustivas, herbáceas y otras menores.

\* Es importante notar que en las subparcelas de El Puma se encontraron 6 especies arbóreas, pero en estado de plántula o menor de 1.5 metros de altura. De las cuales 2 no estaban presentes a nivel de parcela.

**Cuadro 12. Grado de similaridad entre las especies encontradas por sendero, a la orilla y dentro del bosque en las parcelas y subparcelas, 2008.**

Variable	El Cráter		El Puma	
	Parcela	Sub parcela	Parcela	Sub parcela
<b>Especies comunes</b>	13	20	10	16
<b>Especies totales</b>	30	57	20	50
<b>% de similaridad</b>	43.33	35.10	50.00	32.00

#### **Familias representativas en las parcelas y sub parcelas del sendero El Cráter**

Entre las familias con mayor número de especies de árboles representadas en las parcelas se encuentran Sapindaceae, Euphorbiaceae y Clusiaceae; todas con 2 especies. Las restantes 26 familias, solo son representadas por 1 sola especie.

En el caso de las subparcelas las familias con mayor número de especies representadas se encuentran Araceae y Bromeliaceae con 3 especies cada una; Clusiaceae, Davalliaceae, Fabaceae, Poaceae, Mimosaceae, Sapindaceae, Urticaceae y

Asteraceae con 2 especies cada una. El resto solamente tienen una especie representativa de la familia.

### **Familias representativas en las parcelas y sub parcelas del sendero El Puma**

Entre las familias con mayor número de especies de árboles representadas en las parcelas se encuentran Urticaceae, Euphorbiaceae y Clusiaceae; todas con 2 especies. Las restantes 14 especies, representan 1 familia distinta cada una.

En el caso de las subparcelas las familias con mayor número de especies representadas es la de las Araceae con 3 especies; Asteraceae, Davalliaceae, Mimosaceae, Poaceae, Urticaceae y Sapindaceae; con 2 especies cada una. El resto solamente tienen una especie representando a cada familia.

### **4.3. Diversidad florística de especies en el sendero El Cráter**

En el sendero El Cráter se utilizaron los datos de las 10 parcelas (y subparcelas), tanto a orillas del sendero como dentro del bosque, para comparar el grado de diversidad de especies arbóreas en las parcelas a orilla del sendero y las parcelas dentro del bosque. Obteniéndose el promedio de los mismos. Se encuentra que estadísticamente no existe diferencia significativa con un valor de  $p = 0.6354$  con 95% de confianza, al obtener índices de 1.40 y 1.46 respectivamente (cuadro 12) (ver anexos para resultados del análisis estadístico).

### **Cuadro 13. Comparación del Índice de diversidad de Shannon de especies entre los tipos de parcelas y subparcelas para los senderos El Cráter y El Puma, 2008.**

<b>Sendero</b>	<b>Comparación</b>	<b>Promedio Shannon a orillas sendero</b>	<b>Promedio Shannon dentro del bosque</b>
<b>El Cráter</b>	Parcelas en el sendero vs. Parcelas dentro del Bosque	1.40 NS	1.46
	Subparcelas en el sendero vs. Subparcelas dentro del Bosque	1.68 *	2.01
<b>El Puma</b>	Parcelas en el sendero vs. Parcelas dentro del Bosque	1.02 **	1.57
	Subparcelas en el sendero vs. Subparcelas dentro del Bosque	1.60 NS	1.95

\* Diferencia significativa al 95% de confianza

\*\* Diferencia altamente significativa al 95% de confianza

NS: Diferencia No significativa

En el caso del índice de Simpson también presenta valores similares con valores de 0.25 en las áreas a orillas del sendero y 0.21 (mayor diversidad) dentro del bosque, al igual que los anteriores Margaleff también presenta índices similares, de 1.54 en las parcelas a orillas del sendero y de 1.75 en las testigos.

Estos resultados similares entre las parcelas a la orilla del sendero y las parcelas testigos evidencian que la visitación a este sendero no presenta un impacto negativo significativo en la disturbación de la diversidad o la riqueza de especies. Ya que en las áreas que no han sido sometidas a la influencia del turismo como lo son dentro del bosque, no presentan variabilidad significativa en el índice de diversidad de Shannon.

Al comparar la diversidad de especies arbustivas y herbáceas entre los dos tipos de subparcelas en el sendero El Cráter (cuadro 12), las subparcelas a orilla del sendero promedian un índice de Shannon de 1.68 y en las subparcelas dentro del bosque presentan mayor diversidad con 2.01; se encontró que presentan una diferencia

significativa con un valor de  $p = 0.0178$  al 95% de confiabilidad. De manera que estadísticamente el índice de Shannon es mayor dentro del bosque que a orillas del sendero.

Estos resultados corresponden con los índices de Simpson y Margaleff los que demuestran que en las áreas en el bosque la diversidad de especies es mayor que en las áreas en los márgenes del sendero con 0.26 y 0.15 para Simpson y 1.52 y 2.21 índice de Margaleff; en las subparcelas en la orilla y dentro del bosque, respectivamente.

Todo esto indica que la actividad turística ha mostrado cambios en la diversidad de la vegetación en este sendero en las especies arbustivas y herbáceas presentando valores significativos. En el caso de las especies arbóreas no se muestra evidencia en este período.

#### **4.4. Diversidad florística de Especies en el Sendero el Puma**

Al comparar el grado de diversidad de especies arbóreas y arbustivas en las parcelas en el sendero y las parcelas dentro del bosque en El Puma se utilizaron los datos de las 8 parcelas (y sub parcelas) para ambos casos (a orillas y dentro del bosque). Obteniéndose el promedio de los mismos. Los resultados muestran que la diversidad de especies en las parcelas a la orilla de los senderos promedian un índice de Shannon de 1.02 y en las parcelas dentro del bosque 1.57 (cuadro 12). El análisis estadístico se demuestra que el Índice de Shannon presenta una diferencia altamente significativa entre las parcelas a orilla del sendero y las que están dentro del bosque (ver anexos para resultados del análisis estadístico).



Según el índice de Simpson y Margaleff los resultados son consistentes con una mayor diversidad y riqueza de especies presentando 0.32 en las parcelas en la orilla del sendero y 0.17 en las dentro del bosque, y 1.12 en las normales y 1.61 en las testigos.

Haciendo una comparación de estos resultados con los obtenidos en el sendero El Cráter (cuadro 13) se observa que también en el sendero El Puma se encuentra una mayor riqueza de especies en las parcelas muestreadas dentro del bosque, lo que refleja el probable impacto negativo que pueda provocar la visitación turística en la diversidad y riqueza de especies por lo que destaca la importancia de estudios previos sobre el grado de diversidad de esta Reserva de gran importancia para las especies tanto animales como humana.

En cuanto al grado de diversidad de especies en las subparcelas en el sendero y dentro del bosque, se presenta mas presencia de vegetación dentro del bosque, pero estadísticamente no se considera significativa con un valor de  $p = 0.1055$ , según el índice de Shannon y Simpson, solo Margaleff presenta diferencia de mayor vegetación en la orilla del sendero pero no es significativa. Shannon presenta 1.60 en las orillas y 1.95 dentro del bosque respectivamente y Simpson 0.28 y 0.17 solamente el índice de Margaleff indica mayor vegetación en el sendero con 2.02 y 1.84.

#### **4.5. Diversidad de especies entre los senderos El Cráter y El Puma**

La diversidad de especies arbóreas y arbustivas en las parcelas en el sendero El Cráter resultó ser mínima pero mayor que las de El Puma, con un índice de Shannon de 1.40 y 1.13 respectivamente. Esto puede deberse al tipo de ecosistema predominante en cada sendero ya que en el sendero El Puma en su mayoría se encuentra en las partes más altas. Pero cambia la situación cuando comparamos los resultados obtenidos en las parcelas dentro del bosque ya que el sendero El Puma presenta mayor diversidad de especies con un valor de 1.56 y 1.45 en El Cráter.

A través del análisis estadístico se pudo determinar que no existe diferencia significativa entre ambos senderos para ambos tipos parcelas tanto a la orilla del sendero como dentro del bosque (ver anexos).

La diversidad de especies arbustivas y herbáceas en las subparcelas a orillas del sendero presenta valores de 1.68 para El Cráter y 1.60 para El Puma y dentro del bosque cambia la diferencia siendo un poco mayor en el Cráter con 2.01 y 1.95 para el Puma. Los resultados del análisis estadístico, muestran diferencia no significativa para las subparcelas entre ambos senderos (ver anexos). Esto indica que en ambos senderos las especies arbustivas y herbáceas tienen similar diversidad de especies.

**Cuadro 14. Comparación del Índice de diversidad de Shannon entre los senderos El Cráter y El Puma, 2008.**

<b>Comparación</b>	<b>Media de Shannon Sendero El Cráter</b>	<b>Media de Shannon Sendero El Puma</b>
Parcelas en el Sendero	1.40 NS	1.02
Parcelas dentro del bosque	1.46	1.56 NS
Subparcelas en el Sendero	1.68 NS	1.62
Subparcelas dentro del bosque	2.01 NS	1.95

NS: Diferencia no significativa entre medias

## V. Conclusiones

En el sendero El Cráter en las parcelas, entre 2 especies *representan* el 50.4% del total de individuos. Mostrando que estas especies son dominantes. *Adicionalmente 13 de las 30 especies arbóreas encontradas, son comunes en ambos sitios muestreados. Siendo esto indicativo de la poca variabilidad en cuanto a la composición de especies arbóreas, entre los sitios comparados.*

En el sendero El Cráter, para las especies arbustivas, herbáceas y otras, en la orilla del sendero los resultados muestran que la composición de especies varía entre los dos sitios. Esto indica una tendencia de cambio sobre la composición florística en el caso del llamado sotobosque, la cual puede ser relacionada a la disturbación provocada por la apertura y mantenimiento de los senderos.

En el caso de El Puma en las parcelas resultaron igual cantidad de especies tanto a orillas del sendero como dentro del bosque pero mayor cantidad de individuos para las parcelas en los márgenes del sendero. Mostrando que no hay gran variabilidad en la composición de especies dominantes a nivel de árboles y arbustos al comparar resultados a orillas del sendero y dentro del bosque.

Con relación a las subparcelas a orillas del sendero la especie *Chamaedorea tepejilote* es la más abundante en El Puma. En cambio en el sendero El Cráter también se registra *Gusmania Angustifolia* (Bromelia). Sin embargo, la especie predominante en las subparcelas dentro del bosque en ambos senderos es la *Chamaedorea tepejilote* Pacaya aunque también toman abundante presencia en El Cráter las Bromelias.

Para el índice de Shannon en el caso del El Cráter, entre las parcelas del sendero y dentro del bosque, estadísticamente no existe diferencia significativa, esto muestra que el impacto negativo de las actividades turísticas no ha sido significativo en la diversidad

de especies arbóreas y arbustivas ya que todavía se logra mantener poca diferencia en ambos tipos de parcelas.

En cambio en las subparcelas se obtuvieron valores de Shannon menores a orillas del sendero que en las parcelas dentro del bosque, resultando estadísticamente una diferencia significativa. Esto indica que el efecto de visitación turística se ha hecho notar más en el sotobosque, que en las especies arbóreas de mayor altura. Lo cual puede explicarse por el hecho que las especies de sotobosque tienen mayor susceptibilidad ante los cambios en el hábitat, tales como variaciones en el grado de insolación, pisoteo y otras perturbaciones propias del manejo de los senderos.

En El Puma, la diversidad de especies arbóreas y arbustivas encontradas en las parcelas, al igual que en el sendero el Cráter fue menor en las parcelas en los bordes del sendero que dentro del bosque. A través del análisis estadístico se tiene una diferencia altamente significativa. Esto demuestra una mayor diferencia con respecto a El Cráter lo que puede significar que la perturbación incide en la vegetación arbórea, aun siendo este sendero el menos visitado por los turistas por lo que se puede inferir un impacto de las actividades de intervención por el turismo (construcción de los senderos, mantenimiento de los mismos, pisoteo). Se debe considerar la posibilidad de otras causas que desconocemos en este momento.

En el caso de las subparcelas la diversidad de especies arbustivas y herbáceas a orillas del sendero, el resultado fue casi el mismo en ambos senderos. Aunque el valor dentro del bosque fue mayor en El Cráter que en El Puma, a través del análisis estadístico se pudo probar que no existe diferencia significativa entre ambos senderos para ninguno de los tipos de sitios muestreados.

## **VI. Recomendaciones**

- 1.** Se debe dar seguimiento a la afectación que esta teniendo la diversidad de especies que están expuestas a la disturbación producida por la actividad turística en la orilla del sendero como también en las parcelas testigos, ya que se presenta mayor disturbación en las parcelas ubicadas en el borde del sendero en ambos casos, al menos para uno de los tipos de unidades de muestreo (parcelas y sub parcelas).
- 2.** Es importante que este estudio lo conozcan los administradores de la Reserva Natural para que consideren el realizar un monitoreo y seguimiento sistemático ya que el estudio muestra mayor afectación del índice de diversidad, en los sitios que están en los bordes del sendero que en las sitios dentro del bosque.
- 3.** Se debe considerar un monitoreo sistemático en ambos senderos sin embargo ponerle particular atención a El Cráter ya que es el mas visitado por lo cual esta más expuesto a la disturbación producida por el manejo de los senderos que se hace para el turismo.
- 4.** Retomar estos resultados en posibles estudios futuros para dar seguimiento al grado de afectación de la diversidad de especies que esta teniendo esta reserva por la presencia de turistas para estimar si este grado de afectación de la cobertura vegetativa ha variado en los años venideros.

## **Bibliografía**

Atwood, J. 1984. A floristic Study of Volcán Mombacho departament of Granada, Nicaragua. MISSOURI BOTANICAL GARDEN. 14 P.

Báez, O; Acuña, C. 1998. Guía de las mejores practicas de Ecoturismo en Áreas Protegidas de Centroamérica. PROARCA/CAPAS. USAID-CCAD. Turismo y conservación consultores, S.A. San José Costa Rica.

Calero, C. y Valerio, L. 1994. Inventario Forestal Finca la Calera (Informe Preliminar) Managua, Nicaragua 24 pp.

Ceballos – Lascurían, H. 1994. Estrategia de Ecoturismo para México. Secretaria de Turismo de México. 207 Pág.

Cifuentes, M. A. 1992. Determinación de la capacidad de carga turística en las áreas protegidas. WWF-CATIE. Costa Rica. 34 Pág.

Diccionario Práctico de Términos Forestales y Ecológicos, 1997. Editorial Científica. Buenos Aires, Argentina. 407 pp.

Halffter, G. 1998. A strategy for measuring landscape biodiversity. Biology International. N° 36. International Union of Biological Sciences (IUBS). France.

Herrera, B. 2004. Manual para la Evaluación y Monitoreo de la Integridad Ecológica en Áreas Protegidas. PROARCA/APM Programa Ambiental Regional para Centroamérica, Componente de Áreas Protegidas y Mercadeo Ambiental. Guatemala.

Holdridge, L. R. 1967. Life Zone Ecology. Tropical Science Center. San José, C. R.

FUNCOC, 2003. Plan de Manejo de la Reserva Natural Volcán Mombacho. Aprobado por el Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales, Managua, Nicaragua.

Kuss, F.; Graefe, A.; and Vaske, J. 1990. Visitor Impact Management. National Parks and Conservation Association. 256p.

Lazo, A. 2002. Reflexiones Nacionales IV. Desarrollo del Ecoturismo en Áreas Silvestres Protegidas. Departamento de Patrimonio Silvestre. CEPAL-SERIE. Seminarios y Conferencias. Chile. Disponible en: <http://www.Eclac.cl/publicaciones/documentospublicaciones/5/LCL1645PE/lcl645e2.pdf>

LAROUSSE, 2003. Diccionario Enciclopédico. Novena Edición. S. L. Barcelona, España. SPES EDITORIAL. 762 pp.

Ley No. 203. LEY DE INCENTIVOS PARA LA INDUSTRIA TURISTICA DE LA REPUBLICA DE NICARAGUA. Publicada en la Gaceta, Diario Oficial, No. 117, del 21 de junio de 1999. Managua Nicaragua.

MARENA/PANIF, 1999. Sistema Nacional de áreas Protegidas. Reglamento de Áreas Protegidas de Nicaragua. Publicado en la Gaceta Diario oficial de los Nicaragüenses.

MARENA. 2002. Plan de Manejo de la Reserva Natural Cerro Apante Matagalpa.

MARENA. 2004. Estado del Ambiente en Nicaragua 2003, Segundo Informe GEO, Segundo Informe de Municipios Rurales (SPDMR – BR). Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Managua, Nicaragua.

Magurran, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey, 179 pp.

Matus, M. 2006. Evaluación del Impacto de la Visitación sobre la Composición, Diversidad y Cobertura de la Vegetación en los Senderos El Cráter y El Puma de la Reserva Natural Volcán Mombacho, Granada, Nicaragua. Tesis de maestría en Gestión Ambiental, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-Managua). Managua, Nicaragua. 108 pp.

Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales. 2003. Manual de Inventarios y Monitoreo de la Biodiversidad. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). San Salvador, El Salvador.

Monge, J; Gomes, P; Rivas, M. 1998. Biodiversidad Tropical 1ra. Edición San José, Costa Rica.

Moreno C. 2001. Métodos para medir la Biodiversidad. Volumen I. Zaragoza, España. 84 pp.

Pérez, A. M. 2004. Introducción a la Medición de la Biodiversidad. Centro de Malacología. Managua, Nicaragua. 161 pp.

Rosales, L. 2005. Identificación del Potencial Eco Turístico en 7 fincas de la Reserva Natural Cerro Apante, Matagalpa, Nicaragua. Tesis para optar al grado de Ingeniería Forestal. Universidad Nacional Agraria, Managua Nicaragua. 58pp.

Salgado M. y Pérez. 2000. Folleto de Clases de Biodiversidad. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua.

Shannon, C.E. & W., Weaver. 1949. The mathematical theory of communications. University of Illinois, Urbana, Illinois, E. U. A.



Salas Estrada J. 2002. Biogeografía de Nicaragua. Instituto Nacional Forestal INAFOR, Managua, Nicaragua. 547 pp.

SIAM, 2005. Diagnóstico y Caracterización preliminar del Teocinte (*Zea nicaragüensis*) y la Reserva de Recursos Genéticos Apacunca.

SINIA, 2003. Sistema Nacional de Información Ambiental de Nicaragua. Disponible en: <http://www.sinia.net.ni/glosario.htm>

Somarriba M., O. Parra y A. Acuña. 2002. Potenciales impactos ambientales de actividades ecoturísticas en áreas protegidas en Nicaragua. Una Revisión. Becas Keizo Obuchi – UNESCO. Universidad Nacional Agraria, Nicaragua y Universidad de Concepción, Chile.

TANSLEY, A. G. & T. F. CHIPP. 1926. Aims and methods in the study of vegetation. Ecology, Vol. 8, No. 3 (Jul., 1927), pp. 379-380

The Nature Conservancy (TNC). 2002. Ecotourism Development – Manual Series for Conservation Planners and Managers Volume 1. Arlington, Virginia, USA.

UICN. 1990. United Nations list of national parks and protected areas. Gland, Suiza.

Whittaker, R.H. 1972. Evolutions and measurement of beta diversity with presence and absence data. Journal of Ecology.

### **Sitios Web visitados**

<http://www.prodiversitas.bioetica.org/biologica.htm>

(<http://www.marena.gob.ni/areasprotegidas/historia.htm>)

([www.todacultura.com/turismo](http://www.todacultura.com/turismo))

(<http://www.areas-protegidas.org/parques-y-hombres>).

([www.Oas.org/usde/publications](http://www.Oas.org/usde/publications), 2006).

<http://mobot.mobot.org/W3T/Search/Nicaragua/projsfNic.html>

<http://www.ars-grin.gov/duke/dictionary/tico/Colombian>