



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente

**Por un Desarrollo  
Agrario Integral  
y Sostenible**

## **TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**Identificación de hábitats potenciales,  
efectivos y conectividad para la fauna  
silvestre, Nandaime, Nicaragua**

**AUTOR:**

**Br. Jorgen Antonio  
Guevara Alonso**

**ASESORES:**

**Lic. Miguel Garmendia Z.  
Ing. Jorge Cisneros**

**Managua, Nicaragua**

**Agosto, 2012**



“Por un Desarrollo Agrario  
Integral y Sostenible”

# **UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente

## **Trabajo de graduación para Optar al título de Ingeniero en Recursos Naturales Renovables**

**Identificación de hábitats potenciales,  
efectivos y conectividad para la fauna  
silvestre, Nandaime, Nicaragua**

### **AUTOR:**

**Br. Jurgen Antonio  
Guevara Alonso**

### **ASESORES:**

**Lic. Miguel Garmendia Z.  
Ing. Jorge Cisneros**

**Managua, Nicaragua**

**Noviembre, 2012**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
<b>DEDICATORIA</b>	i
<b>AGRADECIMIENTO</b>	ii
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b>	iii
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	iv
<b>ÍNDICE DE ANEXOS</b>	vi
<b>RESUMEN</b>	vii
<b>ABSTRACT</b>	viii
<b>I INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>II OBJETIVOS</b>	3
<b>III MATERIALES Y METODOS</b>	4
3.1 Ubicación del área de estudio	4
3.2 Descripción del área de estudio	4
3.2.1 Clima	5
3.2.2 Suelos	5
3.2.3 Vegetación	5
3.2.4 Fauna silvestre	5
3.3 Proceso metodológico	6
3.3.1 Identificación de hábitat	6
3.3.2 Análisis de fragmentación y propuesta de conectividad	14
<b>IV RESULTADOS Y DISCUSION</b>	24
4.1 Análisis de hábitat de Nandarola	24
4.1.1 Descripción de la vegetación	24
4.1.2 Descripción de los hábitats	25
4.1.3 Comparación entre los hábitats	32
4.1.4 Identificación de hábitats efectivos y potenciales	34
4.2 Análisis de Fragmentación del paisaje Nandarola y diseño de Corredores	36
4.2.1 Descripción general del paisaje Nandarola	37
4.2.2 Análisis de fragmentación del paisaje	48
4.2.3 Situación del parche del área de estudio con respecto a la matriz del paisaje	53
4.2.4 Análisis de áreas núcleos	53
4.3 Diseño de los corredores	55

<b>V CONCLUSIONES</b>	60
<b>VI RECOMENDACIONES</b>	62
<b>VII LITERATURA CITADA</b>	63
<b>VIII ANEXOS</b>	67

## DEDICATORIA

Le dedico el presente trabajo primeramente a *Dios todopoderoso* quien ha sido la más grande inspiración de mi vida y es por el que he podido llegar hasta aquí y poder culminar esta etapa de mi vida, a mi madre *Karla Vanessa Alonso Rodríguez* la cual ha sido la segunda inspiración más grande y la que me ha apoyado incondicionalmente en todas y cada una de las etapas de mi vida, brindándome su apoyo y sus consejos a lo largo del camino, a mi abuela *Marlene del Socorro Rodríguez Acevedo* quien siempre me ha apoyado en cualquier situación y me ha brindado de su fuerza en todo momento, a mi tío *Daniel Antonio Sosa Rodríguez* quien me apoyo en diferentes etapas de mi vida.

A mis amigos *América Lorena Aburto Hernández, Yaneysi Auxiliadora Pavón Espinoza, Jamieth Soledad Rocha Pérez, Carlos Daniel Hernández Bello y Luisa Elena Estrada Espinosa* quienes siempre me han brindado su apoyo incondicional en las buenas y en las malas, Gracias por animarme a seguir cada día hasta el final.

**Br. Jurgen Antonio Guevara Alonso**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco de manera muy especial al Lic. Miguel Garmendia Zapata Asesor de tesis y amigo, por guiarme y brindarme sus conocimientos y por darme la oportunidad de realizar este trabajo, al Ing. Jorge Cisneros Consultor Independiente por apoyarme de manera incondicional e igual por brindarme de sus conocimientos para la realización de mi investigación.

Al propietario de la finca Don Carlos Sosa por brindarnos de su hospitalidad para la realización de las actividades de campo.

A todas las personas que me ayudaron de una u otra manera, ***MUCHAS GRACIAS.***

**Br. Jurgen Antonio Guevara Alonso**

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>CUADRO</b>	<b>PAGINA</b>
1. Riqueza de especies por forma de vida, Área de Cornizuelos (ACO)	26
2. Riqueza de especies por forma de vida, Área de Árboles con muchas lianas (AAML)	27
3. Riqueza de especies por forma de vida, Área de Claro (ACL).	28
4. Riqueza de especies por forma de vida, Área de Arbustos con lianas y vegetación herbácea (AALCH)	29
5. Riqueza de especies por forma de vida, Área de Campanitas (ACA).	30
6. Riqueza de especies por forma de vida, Área de Árboles con pocas lianas (AAPL).	31
7. Riqueza de especies por forma de vida, Área de Arbustos con lianas y sin vegetación herbácea (AALSH)	32
8. Clases de cobertura con mayor número de parches	38
9. Clases de cobertura con menor índice de forma	41
10. Resumen de análisis de conglomerados	42
11. Transformación box-cox aplicada: potencia = 12.7741 cambio = 0.0 para las variables seleccionadas en el modelo	52
12. Parches más cercanos al área de estudio	53
13. Área de los corredores por clase de cobertura	56
14. Corredores identificados con potencial para conectarse con Nandarola	57

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA</b>	<b>PÁGINA</b>
1. Ubicación del área de estudio Municipio de Nandaime, Departamento de Granada. 2012.	4
2. Transepto de ancho fijo para el levantamiento de los datos del diagrama de perfil (A) y Parcelas anidadas para el levantamiento de la abundancia y riqueza de las especies vegetales (B). Nandaime, 2012.	10
3. Ilustración del establecimiento de las parcelas y de los transeptos para elaborar el diagrama de perfil en el parche de bosque de la comunidad La Chipopa, Nandaime.	13
4. Imágenes utilizadas para la clasificación de suelo del área de estudio.	16
5. Grafica de diseño de corredores a través del paisaje, Nandaime 2012.	23
6. Ilustración de los 7 tipos de hábitats de Nandarola. Nandaime, 2012.	25
7. Diagrama de perfil 1, (P = parcelas anidadas) La Chipopa, Nandaime 2012. P 1.1= ACO, P 1.2= AAML y P 1.3= ACL.	28
8. Diagrama de perfil 2 (P = parcelas anidadas), La Chipopa, Nandaime 2012. P 2.1= AALCH, P 2.2= ACA y P 2.3= ACL.	30
9. Diagrama de perfil 3 (P = parcelas anidadas). La Chipopa, Nandaime 2012. P 3.1= AAPL, P 3.2= AAPL y P 3.3= AALSH.	32
10. Dendrograma de un análisis de conglomerado para comparar los diferentes tipos de hábitat. ACO, AAML, ACL, ACA, AALSH, AAPL y AALCH.	33
11. Distribución porcentual del área por cada clases de cobertura del paisaje en estudio, Nandaime, 2012.	37
12. Ilustración de clases de cobertura del paisaje Nandarola-Mombacho. Nandaime, 2012.	39
13. Gráfico de valores aberrantes para la variable área. Nandaime, 2012.	40
14. Promedio de los índices de forma en el paisaje. Nandaime, 2012	41
15. Desviación estándar de los datos para la variable Forma por cada clase de cobertura. Nandaime, 2012.	42
16. Dendrograma de agrupación de las clases de cobertura del paisaje Nandarola-Mombacho en base a la variable forma. Nandaime, 2012.	43
17. Grafica de valores aberrantes para la variable Forma. Nandaime, 2012.	44
18. Promedio de dimensión fractal del Paisaje. Nandaime, 2012.	45
19. Dendrograma de agrupamiento de las clases de cobertura del paisaje Nandarola-Mombacho en base a la variable dimensión Fractal.	46
20. Índice promedio de borde del paisaje. Nandaime, 2012.	47

<b>21.</b> Ilustración de la Fragmentación del paisaje, Nandaime 2012.	49
<b>22.</b> Índice de proximidad del paisaje Nandarola-Mombacho. Nandaime, 2012.	50
<b>23.</b> Dendrograma de agrupamiento de las clases de cobertura del paisaje Nandarola-Mombacho en base a la variable Proximidad.	51
<b>24.</b> Diagrama de dispersión de puntos para la variable dependiente.	52
<b>25.</b> Análisis de áreas núcleo del paisaje Nandarola-Mombacho. Nandaime, 2012.	54
<b>26.</b> Dendrograma de agrupamiento de las clases de cobertura del paisaje en base a la variable Áreas Núcleos. Nandaime, 2012.	55
<b>27.</b> Grafica de análisis de varianza para los corredores. Nandaime, 2012.	56
<b>28.</b> Ilustración del Potencial de interconexión del paisaje Nandarola-Mombacho.	57
<b>29.</b> Corredores con potencial de interconexión con Nandarola.	57

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>ANEXO</b>	<b>PÁGINA</b>
1. Vinculación entre las especies efectivas y potenciales con los grupos de hábitats para identificar los hábitats efectivos y potenciales del área de estudio, Nandarola, 2012.	69
2. Familias y nombre científico de las especies de plantas determinadas en las parcelas de muestreo establecidas en ésta investigación.	78
3. Clases y nombres científicos de las especies de efectivas y potenciales con las que se trabajaron en la investigación en la comarca La Chipopa, para determinar hábitats efectivos y potenciales.	79
4. Tabla general de métrica de área en el paisaje.	86
5. Resumen estadístico para la variable área.	86
6. Promedios de índice de forma para cada clase de cobertura.	87
7. Resumen estadístico de la variable forma.	87
8. Promedio de índice de dimensión fractal.	88
9. Resumen estadístico de la variable dimensión fractal.	88
10. Promedio de índice de borde.	89
11. Clases de cobertura con sus respectivas áreas núcleo.	89
12. Prueba de múltiples rangos para la áreas de cada corredor	90
13. Análisis de varianza para el modelo de regresión múltiple del paisaje.	91

## RESUMEN

El presente estudio surge a partir de monitoreos previos en la zona en los cuales se determinaron muy pocas especies principalmente de Mamíferos, así que se propuso conocer si los hábitats en el parche tiene la capacidad para albergar suficientes especies y si el parche se encontraba aislado de otros para que se diera un flujo de animales desde otras partes del paisaje hasta el sitio de interés. Se identificaron los hábitats efectivos y potenciales y la existencia de conexión de ésta área con otra área natural (estudio de paisaje) que sirva de corredor a la fauna silvestre en la comunidad La Chipopa, Nandaimé. Los tipos de hábitats se seleccionaron según criterios florísticos: formas de vida predominantes, composición y densidad de especies. Para el estudio de conectividad y fragmentación se realizó un análisis con imágenes de satélite para determinar las clases de cobertura de la zona y se utilizaron como firmas espectrales las clases de cobertura vegetal 2011 del Ministerio de Agropecuario y Forestal (MAGFOR), la herramienta V\_LATE 1.1 y la herramienta Corridor Designer. Se determinaron siete tipos de hábitat. El hábitat de mayor tamaño fue el Área de árboles con poca lianas (AAPL) (3.25 ha) la cual representa el 76 % del área total. En registro bibliográfico se determinaron 270 especies en el paisaje, de éstas el 22 % no encontrarían hábitat dentro del área. El hábitat efectivo el cual alberga más especies (12) fue AAPL. Dentro de los hábitats potenciales se encuentran: AAPL (25) y Área de árboles con mucha infección por lianas (AAML) (12), sin embargo, se determinaron que 67 especies (32%) prefieren cualquier hábitat como potencial dentro del mosaico. El análisis de estructura del paisaje indica que el área se divide en 17 clases de cobertura, de éstas, las áreas de tacaotal cubren el 48% del total mientras que las áreas de cultivos y pastos cubren en 34%. Dentro de la matriz del paisaje el uso que se encuentra más fragmentado es el área de bosque cerrado ya que la distancia mínima que una especie debería de recorrer para encontrar esa clase es de 4,184 m, las clases de cobertura menos fragmentadas fueron las áreas agrícolas y pastos. Existe una relación entre los índices de diversidad de formas, dimensión fractal y proximidad en relación a los usos cultivos, pasto y bosque latifoliado cerrado. Dentro del paisaje se crean dos tipos de corredores uno se localiza al noroeste y otro al sureste, a pesar de formarse corredores el paisaje se encuentra muy fragmentado para permitir la conectividad de Nandarola con otros parches cercanos.

**Palabras claves:** Hábitat, Fragmentación, Conectividad, Fauna Silvestre.

## ABSTRACT

This study comes from previous monitoring in the area in which very few species were determined primarily Mammal so is to know if the patch habitats has sufficient capacity to hold the species and whether the patch was isolated others to give a flow of animals from other parts of the landscape horn site of interest. Habitats were identified and potential and the existence of connecting this area with other natural area (landscape study) to serve as a corridor for wildlife in the community The Chipopa, Nandaime. Habitat types were selected based on floristic criteria: dominant life forms, species composition and density. For the study of connectivity and fragmentation analysis was performed with satellite images to determine the types of coverage area and were used as spectral signatures of vegetation classes 2011 the Ministry of Agriculture and Forestry (MAG), the tool V\_LATE 1.1 and corridor designer tool. Identified seven types of habitat. The habitat was the largest area with low trees lianas (AAPL) (3.25 ha) which represents 76% of the total area. In bibliographic record 270 species were identified in the landscape, of these 22% did not find habitat within the area. The effective habitat which is home to more species (12) was AAPL. Among the potential habitats are: AAPL (25) and area of trees with many lianas infection (AAML) (12), however it is determined that 67 species (32%) prefer any habitat and potential within the mosaic. The landscape structure analysis indicates that the area is divided into 17 classes of coverage, of these; the areas of secondary forests cover 48% of the total while the areas of crop and pasture cover at 34%. Within the landscape matrix use that is more fragmented forest area is closed and that the minimum distance that a species should go to find that class size is 4.184 m, cover classes were less fragmented agricultural areas and pasture. There is a relationship between the diversity indices of forms, fractal dimension and proximity in relation to the uses crops, grass and broadleaf forest closed. Within the landscape creates two types of runners one located to the northwest and one southeast, although brokers formed the landscape is very fragmented to allow connectivity with other patches nearby Nandarola.

**Key Word:** Habitat, Fragmentation, Connectivity, Wildlife.

## I INTRODUCCIÓN

La destrucción y fragmentación de los bosques es tan antigua como la agricultura misma, recientemente se ha intensificado por el aumento de la capacidad tecnológica del ser humano la cual no conoce barreras (Loh y Wackernagel, 2004). De todas las formaciones vegetales, los bosques secos tropicales son considerados como los más susceptibles a la degradación debido a su lenta capacidad de regeneración además de las constantes amenazas, sobre todo en los países en desarrollo donde la mayoría de los bosques son utilizados para generar energía y madera (Janzen, 1988).

En Mesoamérica los remanentes de bosque seco probablemente representen menos del 2% del territorio, el cual se extiende desde Panamá hasta el oeste de México (Sabogal and Valerio, 1998). Según Harcourt and Sayer (1996) Nicaragua posee 250,000 ha de bosque seco, estos se encuentran principalmente en las costas del pacífico donde cerca del 50% de la población también vive (Gonzales, 2005). Debido a los cambios en la agricultura del país, muchas áreas que eran campos agrícolas fueron abandonados (Thomlinson et al., 1996), estas áreas fueron colonizadas por especies pioneras hasta formar estructuras vegetales diferentes de los bosques originales (Castro et al., 2009).

En la década de los 60s, la mayor parte de las tierras de Nicaragua fueron deforestadas para la producción de granos básicos (arroz, maíz y frijol) y pasto; particularmente en los suelos del pacífico se inició la producción de caña de azúcar. Posteriormente las actividades agrícolas y ganaderas fueron abandonadas, y empezó el proceso de regeneración natural en la zona.

Las especies de fauna silvestre se encuentran ligadas al tipo de vegetación, estas en su mayoría obtienen refugio, alimento y agua de la cobertura que les ofrece (Ojasti, 2000), además de esto existen especies que por sus hábitos son más sensibles a los cambios en sus ecosistemas y son las primeras en desaparecer cuando se dan perturbaciones en el medio. Es por este motivo que las características estructurales de los fragmentos de bosque remanentes sumado al aislamiento de los mismos dentro de la matriz del paisaje hacen que estos relictos conserven cada vez menos especies silvestres, lo que lleva con el tiempo a extinciones locales; es por este motivo que se hace imprescindible actualizar los monitoreos de las poblaciones además de determinar

la estructura y calidad de los hábitats y la posición de estos fragmentos dentro de la matriz del paisaje y que tan alejado se encuentran de otros relictos de bosque.

Es en este sentido que la investigación tiene como finalidad tres cosas; la primera consiste en la identificación de hábitats efectivos y potenciales para la fauna silvestre mediante criterios florísticos, determinando a la vez los factores que hacen de esos hábitats atractivos para dichas especies y ver en un futuro, que especies pudiesen colonizar estas áreas mediante su desplazamiento por sitios boscosos conectados. La segunda consiste en determinar el grado de fragmentación del paisaje ya que en los estudios anteriores en el parche de bosque base (área de estudio, propiedad de Carlos Sosa) se determinó poca diversidad de animales silvestres terrestres de las clases mamíferos, reptiles y anfibios. En especial llamo la atención la poca presencia de mamíferos medianos y grandes.

A partir de esa observación surgió la inquietud de determinar qué tan aislado se encuentra el parche de bosque con otros vecinos más grandes o la formación de corredores que garantizaran un flujo potencial de animales desde el resto del paisaje de Nandaime hasta el parche de estudio. Presuntamente una de las causas de que no se hallan encontrados mamíferos medianos y grandes es el aislamiento de este parche de otros, además de la influencia de caminos, caza furtiva entre otros.

La tercera consistió en contestar la interrogante que si los hábitats potenciales determinados en este mismo estudio tendrían una oportunidad de ser ocupadas en el futuro por animales que llegaran de otras partes de la matriz de paisaje de Nandarola. Por ello se vio la necesidad de hacer un análisis de fragmentación y propuesta de conectividad.

## **II OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo general**

Identificar los hábitats efectivos, potenciales y rutas de conectividad funcional para fauna silvestre

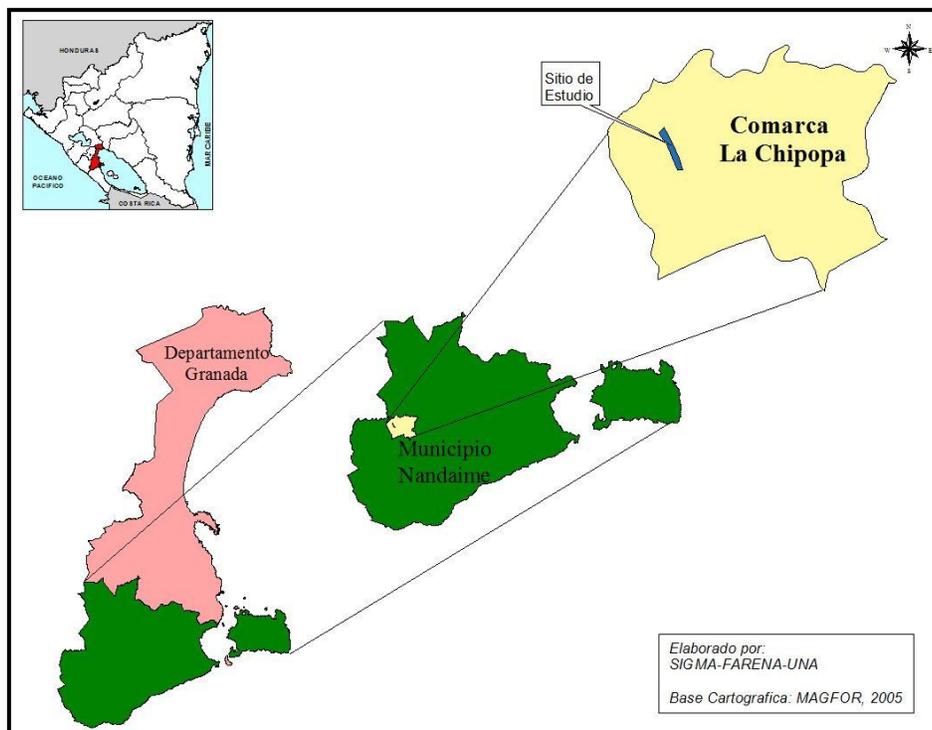
### **2.2 Objetivos específicos**

- Identificar los tipos hábitats dentro del mosaico del área de estudio mediante criterios florísticos.
- Clasificar los hábitats en efectivos y potenciales en base a las especies presentes o con potencial para estar presente en el área de estudio.
- Determinar el grado de fragmentación del paisaje y el grado de conectividad para el desplazamiento de la fauna silvestre.

### III MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Ubicación del área de estudio

La presente investigación se llevó a cabo en la localidad del río Medina, en la comarca la Chipopa aproximadamente a 7 kilómetros al sur de la Ciudad de Nandaime, departamento de Granada entre las coordenadas 11°42'30'' N-86°05'30'' W y 11°42'24.136'' N-86°05'0.727'' (Figura 1).



**Figura 1.** Ubicación del área de estudio Municipio de Nandaime, Departamento de Granada. 2012.

#### 3.2 Descripción del área de estudio

En este acápite se incluyeron todos los aspectos biofísicos más relevantes: clima, vegetación, suelos y fauna.

### **3.2.1 Clima**

La zona de estudio se caracteriza por ser de clima cálido y seco con temperaturas que varían entre los 26 ° C y los 29 ° C, con un promedio anual de precipitación 1444 mm. Las máximas elevaciones se encuentran entre los 103msnm en las partes más bajas y los 261 msnm predominando un relieve ondulado con pendientes menores de 30%, aunque también es posible encontrar pendientes mayores de 45% en trechos muy cortos (MARENA, 1994).

### **3.2.2 Suelos**

Los suelos en el área de estudio son principalmente vertisoles y alfisoles originados de material volcánico y rocas básicas del terciario; la textura es del tipo arcillosa a franco arcillosa con un pH neutro (Gonzales, 2005).

### **3.2.3 Vegetación**

El tipo de vegetación existente en la zona es del tipo zonal y corresponde al bosque bajo o mediano caducifolio. Esta está clasificada dentro del tipo de bosque correspondiente a tacotal, estos se forman como consecuencia del abandono de las áreas agrícolas; estos tipos de bosque se caracterizan por la aparición de especies llamadas pioneras o invasoras, además de un sotobosque compuesto principalmente por especies arbustivas y algunas especies arbóreas (Ponce y Montalbán, 2005).

### **3.2.4 Fauna silvestre**

La zona de estudio se encuentra dominada principalmente por especies de hábitat abierto y generalistas, es decir, que se pueden encontrar en cualquier tipo de hábitat; el grupo taxonómico que más predomina son las aves estas se alimentan principalmente de semillas y pequeños invertebrados. Las especies de reptiles y anfibios se encuentran poco representadas en la zona existiendo principalmente especies pequeñas como lagartijas además de pequeñas especies de mamíferos. En la zona de estudio no se ha registrado ninguna especie de mediano

o gran tamaño aunque existen declaraciones de los comunitarios los cuales aseguran haber visto especies de gran tamaño como coyotes o guatusas.

### **3.3 Proceso metodológico**

El estudio se llevó a cabo en un parche de bosque conocido como la Chipopa, el cual pertenece al señor Carlos Sosa, este presenta un estado sucesional de 19 años. El proceso metodológico para llevar a cabo esta investigación se dividió en base a sus 3 componentes, la identificación de hábitat a lo interno del parche la Chipopa y el análisis de fragmentación y diseño de los corredores a nivel del paisaje Nandarola-Mombacho.

#### **3.3.1 Identificación de hábitat**

Para la identificación de hábitat se realizaron los siguientes pasos:

##### ***Identificación y Delimitación de los tipos de hábitat***

Para la identificación y delimitación de los hábitats se realizaron recorridos libres dentro del parche diferenciando cada tipo de hábitat en base a criterios florísticos, dentro de estos estaban: densidad de lianas, dominancia de alguna especie en termino de densidad, dominancia de formaciones vegetales (áreas dominancia por herbáceas, por arbustos y/o arboles) en término abundancia siguiendo los lineamientos de Ojastí (2000). A continuación se dará una pequeña descripción de cada uno de los criterios florísticos utilizados.

##### **➤ Densidad de lianas**

Según Moreno, (2001) las lianas son plantas trepadoras largas y leñosas, estas especies se consideran invasoras en las primeras etapas de la sucesión ecológica, la alta o baja densidad de las mismas puede cambiar de manera radical la estructura de un bosque y puede ser de mucho beneficio para las especies de fauna silvestre principalmente para aquellas que necesitan de cobertura muy densa para ocultarse; tal es el caso de las lagartija o pequeños mamíferos como

ardillas. Además estas formaciones vegetales también pueden ser utilizadas de materia prima para la construcción de nidos por algunas especies de aves e incluso pueden albergar gran variedad de insectos muy apetecidos por aves.

### **Cálculo de la densidad de Lianas.**

La densidad lianas se calcula dividiendo el número de individuos entre el área de la parcela, posteriormente el resultado se multiplica por 10,000 para tener el resultado de individuos por hectárea (Melo, 2003). Su fórmula es la siguiente:

$$\text{Densidad de lianas} = \left( \frac{\text{No.de Individuos}}{\text{Área de la Parcela}} \right) * 10,000$$

#### ➤ Formaciones de herbáceas

Las formaciones herbáceas son aquellas que tienen poco tejido leñoso, generalmente de baja estatura, también de color verde en la mayor parte de su cuerpo (Moreno, 2001). Las especies herbáceas son las primeras en aparecer durante las primeras etapas de la sucesión en un bosque (al igual que las lianas), este tipo de hábitats en crecimiento son muy apetecidas por los insectos, ya que sirve de refugio y alimentación. Adicionalmente especies de aves charraleras están asociadas a este tipo de hábitat por la gran densidad de insectos que aquí se encuentran; pero las aves no son las únicas que frecuentan este tipo de vegetación, algunas especies de reptiles como lagartijas y pequeños sapos también se encuentran asociados a estas áreas, ya que les sirve de refugio y pueden encontrar alimento. Para la cuantificación de las formaciones herbáceas se tomó en cuenta la abundancia de especies.

#### ➤ Formaciones de arbustos

Un arbusto es una planta perenne, con el tallo lignificado, el cual se ramifica a partir de la base, generalmente de menos de tres metros de altura (Moreno, 2001). Las áreas de arbustos son de vital importancia para las especies de fauna ya que este tipo de vegetación les sirve a

algunas aves como el guis para construir sus nidos, además de que también sirve de alimento para las mismas. Para este tipo de formación se utilizó la riqueza de especies.

➤ Formaciones de arboles

Un árbol se define como una planta perenne alta, con un tallo lignificado, el cual se ramifica por arriba de la base, generalmente de más de tres metros de altura (Moreno, 2001). Las formaciones de árboles indican la relativa madures dentro de un bosque, estas áreas son utilizadas principalmente por animales de hábitos arborícolas (por ejemplo monos y ardillas) en donde pueden desplazarse y encontrar alimento e incluso refugio; adicionalmente especies como las urracas prefieren los árboles de mayor altura para establecer y descansar.

➤ Mezcla de formaciones

Las áreas donde se mezclan todo tipo de formaciones (ya sean árboles, arbustos, lianas o herbáceas) son tal vez la que posean mayor atractivo para una gran variedad de especies aquí se pueden encontrar desde especies de gran altura asta pequeños reptiles rastreros y pequeñas especies de anfibios. Este tipo de formaciones alberga una gran cantidad de alimento y cobertura para diversas especies, así como también, materia prima para realizar distintas funciones.

Una vez identificados los tipos de hábitat, se procedió a delimitarlos mediante el uso de un GPS, luego estas coordenadas se procesaron con el programa de computo ArcGis versión 9.3. Adicionalmente se georreferenciaron todos los caminos que cruzan el parche así como también especies de interés como Coyolito y Piñuela dentro del bosque.

### ***Caracterización de hábitat***

Para la caracterización de los hábitats se realizó una evaluación rápida de la riqueza, abundancia y estructura de la vegetación de cada tipo de hábitat. Para ello se establecieron un total de nueve parcelas (tratando de abarcar cada uno de los transeptos identificados)

distribuidas de manera aleatoria en cada hábitat, para esquematizar la estructura de la vegetación se elaboró un diagrama de perfil del bosque definido por Ojasti (2000) el cual consiste en una representación bidimensional de la forma tridimensional del bosque; para este último se establecieron tres transeptos de ancho fijo distribuidos de manera que cada transepto abarcara tres tipos de hábitats.

Las variables que se tomaron fueron las siguientes: altura de la copa, ancho de la copa, altura de reiteración (definida como la longitud entre la base del árbol y el fuste del árbol donde aparecen las primeras ramas verdaderas.), diámetro a la altura del pecho y nombre común de la especie.

➤ Caracterización de la riqueza y abundancia de las especies vegetales

Para cada hábitat se realizó una caracterización de las especies presentes, esto consistió en el conteo del número de individuos por especies (abundancia) y la cantidad total de especies (riqueza) para cada uno de los tres estratos vegetales: arbóreo, arbustivo y herbáceo.

### **Cálculo de la abundancia**

La abundancia de especies se define como el número o la cantidad de individuos (N) de una especie determinada o biomasa en un área determinada (Pérez, 2004). Su fórmula es la siguiente:

$\sum N$  (Sumatoria total del número de individuos)

### **Cálculo de la Riqueza**

La riqueza de especies se calcula sumando el número de especies por cada sitio o unidad de muestreo (Moreno, 2001) y su fórmula es la siguiente

$$S = \sum s$$

Dónde:

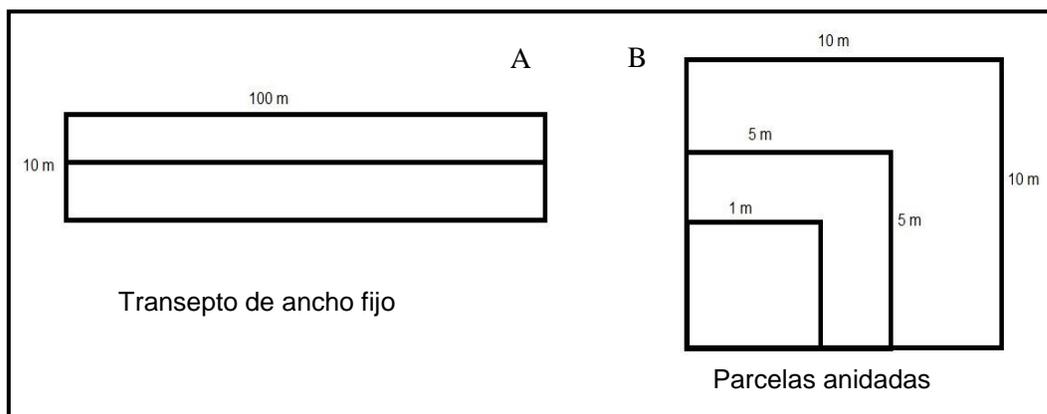
S: es la riqueza de especies

s: número de especies

Para coleccionar los datos de abundancia y riqueza de especies se establecieron parcelas anidadas en cada una de los tipos de hábitats, las dimensiones de las parcelas fueron las siguientes: 10x10m para muestrear el componente arbóreo, 5x5m para la evaluación de la parte arbustiva y 1x1m para levantar los datos de las especies herbáceas (figura 2).

➤ Caracterización de la estructura de la vegetación

La caracterización de la estructura vertical se determinó mediante el diámetro a la altura del pecho (DAP) de las especies censadas. Una vez determinada la estructura de la vegetación se procedió a plasmarla de manera ilustrativa en un diagrama de perfil, aquí se dibujó el perfil del bosque en base a la información de diámetro y altura de las especies más representativas del hábitat. Para la elaboración del diagrama de perfil se establecieron transeptos de ancho fijo (Melo et al., 2003) con una dimensión de 10x90 metros (figura 2).



**Figura 2.** Transecto de ancho fijo para el levantamiento de los datos del diagrama de perfil (A) y Parcelas anidadas para el levantamiento de la abundancia y riqueza de las especies vegetales (B). Nandaime, 2012.

### *Clasificación de los hábitats en efectivos y potenciales*

Para la comprensión de cada término se presenta a continuación una pequeña definición de cada uno de ellos.

- **Hábitats efectivos:** los hábitats efectivos son aquellos que son usados por las especies y satisfacen todos sus requerimientos de espacio y alimento (Ojasti, 2000).
- **Hábitat potencial:** Los hábitats potenciales son aquellos que reúnen todas las condiciones ideales para que una especie se desarrolle; sin embargo, esta no se encuentra ahí (Ojastí, 2000).
- **Especies efectivamente usando un hábitat:** las especies efectivas son aquellas que, como su nombre lo indica, hacen uso de los recursos que un área les provee, ya sea por espacio, alimento o refugio.
- **Especies potenciales para usar un hábitat:** son aquellas que por su rango de distribución o hábitos alimenticios se podrían encontrar en un determinado tipo de hábitat, más sin embargo, estas no se encuentran en el área.

Para la clasificación de los hábitats efectivos y potenciales se siguieron los siguientes pasos.

El primer paso consistió en determinar la cantidad total de especies que se encontraban en la zona mediante los monitoreos realizados por Garmendia (2007 y 2009) más una revisión bibliográfica de las especies que se distribuyen en el bosque seco de Nicaragua pero que no fueron registradas en estudios anteriores en el área; algunas de estas literaturas fueron: Neotropical Rainforest Mammal (Emmons, 1997), la Guía Ilustrada de especies de Costa Rica (Stiles, 2003), Anfibios y Reptiles de Nicaragua (Köhler, 2001), Plan de manejo del Volcán Mombacho (Fundación Cocibolca, 2006). Las especies determinadas por Garmendia (2007 y 2009) corresponderían a las especies efectivas por otra parte las especies encontradas en las literaturas correspondían a la categoría Potencial.

El segundo paso consistió en realizar la vinculación de las especies potenciales y efectivas con los hábitats determinados anteriormente; esta vinculación se realizó de tal manera que los hábitats donde se encontraran especies efectivas sean considerados hábitats efectivos y aquellos que contengan especies potenciales sean considerados hábitats potenciales. Este ensamble se realizó mediante una comparación de oferta y demanda de recursos, en este sentido la técnica fue determinar que recursos ofrecen cada uno de los tipos de hábitats (frutos, flores, semillas, hojas, insectos asociados a ciertas plantas y estructuras fisiológicas que sirvan de refugio) versus la demanda de los animales efectivos y potenciales de la lista determinada, en especial, se determinó la demanda de alimento (frutos, flores, semillas, hojas, insectos, vertebrados, etc.) y demanda de estructura vegetal física para hábitat (formaciones de enredaderas conspicuas, vegetación cerrada, vegetación abierta, claros del bosque, etc.) para cada especie de fauna silvestre.

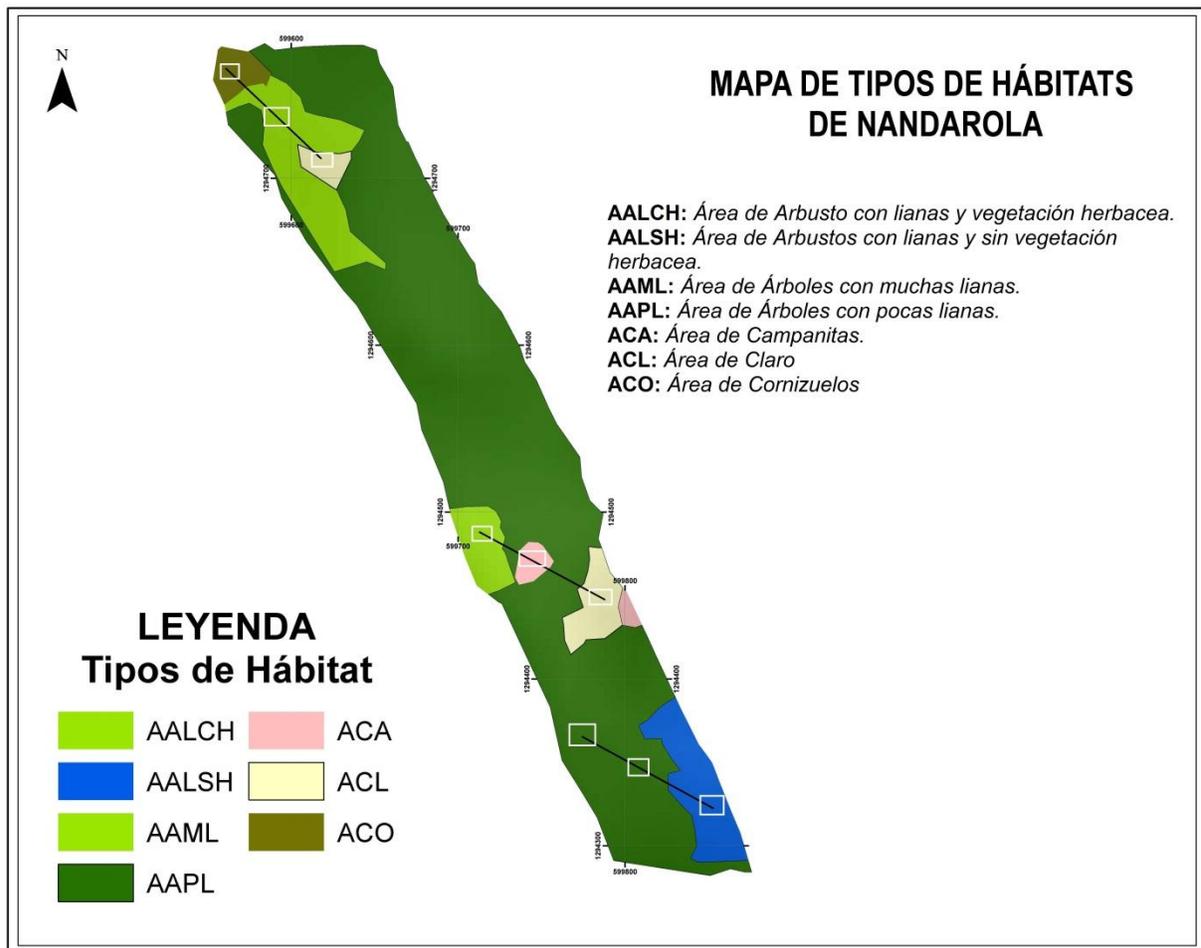
Finalmente se hizo una comparación oferta de los hábitat y demanda de los animales para determinar las especies cuyas demandas encajaban con lo que los hábitats les ofrecían. El resultado final fue una caracterización de las especies que se encuentran en Nandarola, es decir que especies pueden encontrar condiciones para sobrevivir y cuales son la que no pueden encontrar ni alimento ni cobertura dentro del parche.

### **Procedimiento para la toma de datos**

Una vez establecidas las unidades de muestreo, los datos de las parcelas anidadas y los transeptos para el diagrama de perfil se tomaron a partir de las 5:30 am hasta aproximadamente las 6:30 pm. Para la elaboración del diagrama de perfil, cada transepto, se dividió en pequeños tramos de diez metros, en los cuales se avanzó con relativa calma midiendo los arboles seleccionados.

### *Diseño de muestreo*

El diseño de muestreo consistió en el establecimiento de transeptos de 10x90 a lo largo del parche, de tal manera que cada transepto cubriera tres tipos diferentes de hábitat, en total se colocaron tres transeptos para cubrir los nueve hábitats identificados. Para el conteo de la abundancia y riqueza de especies vegetales se establecieron parcelas anidadas de manera aleatoria en cada uno de los hábitats identificados (figura 3).



**Figura 3.** Ilustración del establecimiento de las parcelas y de los transeptos para elaborar el diagrama de perfil en el parche de bosque de la comunidad La Chipopa, Nandaime.

### *Análisis estadístico*

Los análisis estadísticos para el componente de hábitat fueron los siguientes.

➤ Estadística descriptiva

Para la estadística descriptiva se utilizaron gráficos de barra y de pastel para representar las frecuencias, totales y medias de los datos. Como medida de tendencia central se utilizó la media aritmética.

➤ Estadística inferencia

Las pruebas estadísticas se realizaron con un nivel de significancia del 0.05. Entre las pruebas estadísticas realizadas se encuentra el estadístico de la Chi cuadrado ( $X^2$ ).

***Organización de los datos y programa de cómputo***

La base de datos en la que se organizó la información estaba estructurada con las variables en las columnas (campos) y la secuencia de toma de datos en las filas (registros). Para ello se utilizó el programa Excel®2010 de Microsoft.

A partir de esa base principal se derivaron todas las bases secundarias para análisis específicos con el uso de la herramienta de Tablas Dinámicas de Excel®2010. Luego se utilizó el programa InfoStat Versión 2010 (Di Rienzo et al., 2010) para los análisis estadísticos.

**3.3.2 Análisis de fragmentación y propuesta de conectividad**

En este acápite se describirán los principales pasos para la realización del análisis de fragmentación del paisaje mediante las herramientas SIG y de análisis espacial.

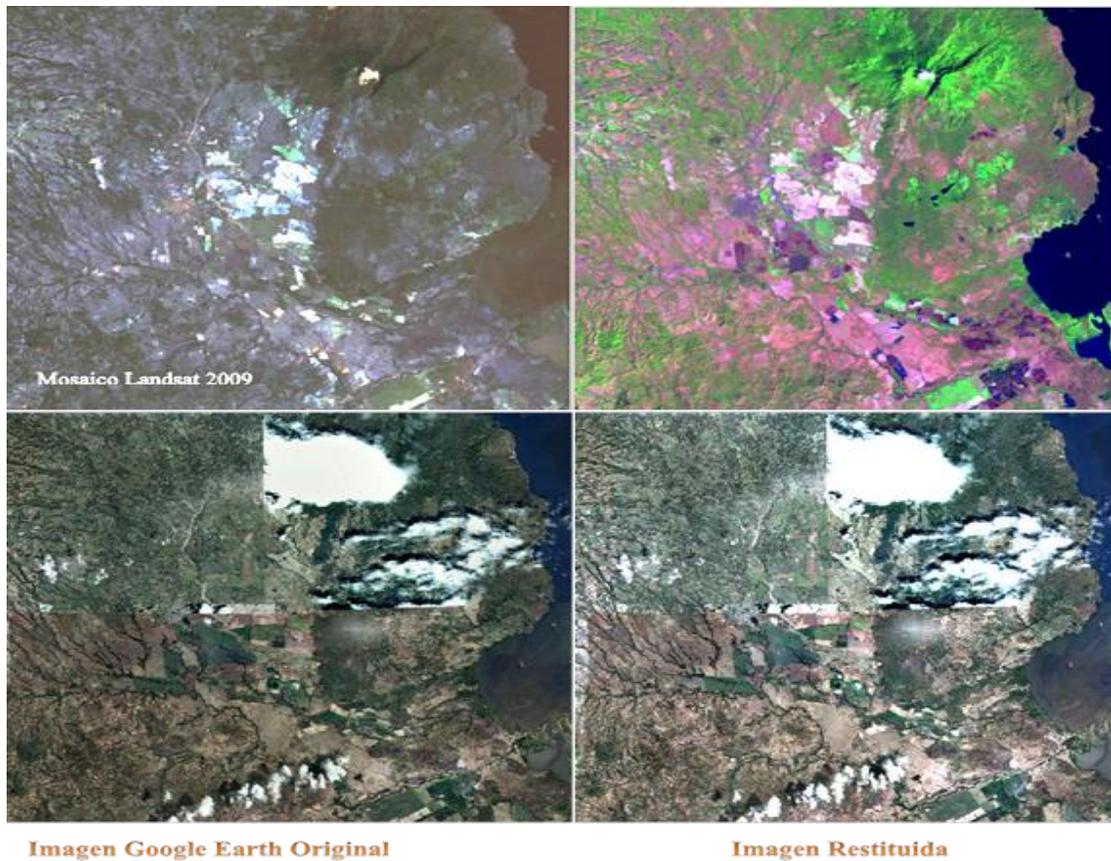
***Recopilación y preparación de la información***

Para realizar el análisis de fragmentación del área de estudio se realizó el corte de una imagen LANDSAT 2009 de 30m de resolución espacial y se extrajo la vegetación mediante el índice Normalizado de Diferencia de Vegetación (NDVI por sus siglas en inglés), el NDVI se utiliza

para estimar la cantidad, calidad y desarrollo de la vegetación mediante la medición de la radiación que las plantas emiten en la región del espectro electromagnético conocida como el Infrarrojo cercano (Sellers, P. J. 1985). El índice da valores cuantitativos de -1 a +1 y se interpreta de la siguiente manera valores cercanos a -1 indican poco o nulo desarrollo de la vegetación, a medida que los valores se acercan a 1 existe un mejor desarrollo de la planta y se asocia con estados de mayor crecimiento de la misma (asociaciones de bosques).

Para mejorar la clasificación de la cobertura vegetal se utilizaron como puntos de muestreo las categorías de la capa de uso de suelos del MAGFOR 2011, esto con el objetivo de determinar clases específicas dentro del paisaje como áreas de Musáceas y caña de azúcar, además se apoyó con imágenes Google Earth de alta resolución espacial (10m) para discriminar mejor los elementos dentro de las imágenes. Se abarcó desde el parche en estudio hasta el área protegida Volcán Mombacho ya que es el área protegida que se encuentra más cerca y por ende se buscaba explorar la posibilidad de un posible flujo de especies desde esta reserva hasta el área de estudio en la Chipopa. El área de estudio abarcó un área total 651,600.51 ha (figura 4).

Para realizar el ajuste de la escala se utilizó el principio de Restitución Fotogramétrica el cual nos dice que la escala de salida debe ser  $\frac{1}{5}$  menor que la escala de entrada, así pues se tomó como escala de entrada la resolución de la imagen de 30 m para llegar al ajuste de la capa final de 5 metros es decir 1:5,000.



**Figura 4.** Imágenes utilizadas para la clasificación de suelo del área de estudio.

### *Análisis de fragmentación*

Una vez seleccionada el área completa se procedió a realizar el cálculo de los índices de fragmentación a nivel del Paisaje Nandarola-Mombacho. La finalidad de los índices de paisajes es determinar el nivel de fragmentación de las unidades territoriales que componen el mosaico de vegetación dentro del área de estudio. El procedimiento de cálculo se aplicó mediante las herramientas SIG VLATE y PATCH ANALIST ambas diseñadas para el software ArcGis versión 9.3. Los índices calculados con la herramienta VLATE fueron los siguientes:

### ➤ **Área**

Este índice corresponde a la suma total de todas las áreas (m<sup>2</sup>) de un tipo de clase de vegetación, dividido entre 10,000 (para convertirlo a hectáreas). Su fórmula es la siguiente (McGarigal et al., 2002):

$$CA = \sum_{j=1}^n a_{ij} (1/10,000)$$

Dónde:

**CA:** área total

**a<sub>ij</sub>:** área de cada parche correspondiente a cada clase (m<sup>2</sup>)

### ➤ **Borde**

La métrica de borde se refiere al escudo que un parche posee el cual protege las especies tanto vegetales como animales de los efectos climáticos así como también plagas y otros efectos adversos, este escudo está conformado por especies vegetales de hábitats generalistas y de zonas abiertas por ende las especies de hábitats más conservados no son capaces de sobrevivir en los bordes (McGarigal et al., 2002).

La métrica de borde se obtiene a partir de la sumatoria de la longitud, en metros, de cada uno de los segmentos que componen los parches de una clase o un tipo de cobertura dividido entre el área total del paisaje (m<sup>2</sup>) y multiplicado por 10,000 (para convertirlo a hectárea). Su fórmula es la siguiente:

$$ED = \frac{\sum_{k=1}^m e_{ik}}{A} (10,000)$$

Donde:

**ED:** Índice de Borde.

**e<sub>ik</sub>:** longitud de cada segmento que compone los parches de cada una de las clases (metros).

**A:** área total del paisaje (m<sup>2</sup>)

### ➤ **Forma**

Como su nombre lo indica este índice mide la forma de los fragmento dentro de la matriz del paisaje. Para realizar el cálculo de la forma de los fragmentos se utilizaron dos índices: el primero se conoce como el índice de diversidad de formas propuesto por Patton (1975), éste define como parches perfectamente bien estructurado aquellos que posean las formas geométricas más compactas (Patton, 1975; Laurence y Yensen, 1991), es decir, aquellos que se asemejan más a la forma de un círculo o un cuadrado, es por esto que se consideran las formas más deseadas dentro de la matriz de paisaje.

El índice toma valores de 1 o cercanos a 1 mientras más compacto sea el parche y este asciende hasta el infinito mientras más irregular o menos compacto sea el fragmento. Una desventaja que posee esta métrica es que cuando la matriz presenta una alta variabilidad puede tomar valores muy elevados y esto puede aumentar el sesgo a la hora que se analizan los datos. Se calcula dividiendo el perímetro de cada parche entre el perímetro máximo posible de un parche relativamente compacto. Su ecuación es la siguiente:

$$SHAPE = \frac{P_{ij}}{\min P_{ij}}$$

Dónde:

**P<sub>ij</sub>:** Perímetro de cada parche.

**min P<sub>ij</sub>:** perímetro máximo posible de cada parche relativamente compacto.

El segundo se conoce como el índice de dimensión Fractal, el cual está apoyado en la teoría de fractales de Mandelbrot, en su forma más general éste mide el grado de complejidad (o irregularidad) dentro cada uno de los segmentos que componen un fragmento (Rau y Gantz, 2001).

La teoría de fractales de Mandelbrot toma como formas ideales aquellos fragmentos que presenten menos irregularidades en todos sus segmentos, en si el índice de dimensión fractal es una forma corregida del índice de diversidad de formas de Patton mediante logaritmo y ajustado para que pueda tomar valores muchos menores.

Este es el resultado de dividir dos veces el logaritmo del perímetro de un parche (en metros) entre el logaritmo del área del mismo parche ( $m^2$ ), la dimensión fractal da una aproximación de la geometría ideal de un parche cuando el índice se aproxima a uno lo que indica que la forma del mismo es regular, es decir, se aproxima a la forma compacta de un círculo; por otro lado mientras más cercano sea a dos, la forma de los parches será más irregular. Su fórmula es la siguiente:

$$FRAC = \frac{2\ln(0.25P_{ij})}{\ln A_{ij}}$$

Donde:

**P<sub>ij</sub>**: Perímetro del parche (m)

**A<sub>ij</sub>**: Área de cada parche ( $m^2$ )

#### ➤ **Proximidad (Fragstat)**

La proximidad mide la distancia que se debería de recorrer para poder llegar a vecino más próximo de esa categoría, por ende mientras mayor sea la distancia entre los fragmentos de una misma clase eso lo hace más aislado para especies de fauna que posean desplazamiento relativamente corto.

El índice de proximidad resulta de la suma del área del parche ( $m^2$ ) dividido entre el borde del parche más cercano del mismo tipo del parche focal, esto con un radio específico. El índice de proximidad es igual a cero cuando los parches se encuentran a una distancia mínima entre sí y aumenta a medida que se encuentran menos parches del mismo tipo dentro del radio de interés su fórmula es la siguiente:

$$POX = \sum_{g=1}^n \frac{a_{ijs}}{h_{ijg}^2}$$

Donde:

$A_{ijs}$ : es el área del parche con un vecino específico

$H_{ijs}$ : distancia del parche basado en la distancia borde a borde entre el parche de interés y su vecino más cercano.

➤ **Áreas núcleo (búfer 100m)**

Las áreas núcleos de los parches son lo opuesto al efecto de borde, es decir, se conoce como el área efectiva y conservada que posee un fragmento y por ende donde se pueden desarrollar las especies de hábitats más conservados, esta se encuentra relacionado con el borde y con la forma de los fragmentos, ya que a medida que aumente el borde se espera una disminución del área Núcleo dentro de un fragmento.

Las áreas núcleos son igual al área que va más allá del borde específico (en este caso la literatura define un borde estándar de 100 metros hacia dentro del parche) dividido entre 10,000 para convertirlo a hectárea. Su fórmula es la siguiente:

$$CORE = a_{ij}^c \left( \frac{1}{10,000} \right)$$

Donde:

$A_{ij}^c$ : área núcleo de cada parche basado en un borde previamente establecido.

Una vez determinados todos los índices de paisajes se procedió a determinar con exactitud qué tan fragmentado se encuentra el área, para esto se procedió a determinar los valores de sesgo y Curtosis para cada variable, la idea central es determinar si cada una de las variables provienen de una distribución normal, mientras más alejado estén los datos de la normalidad entonces más alta será la fragmentación en el área. Posteriormente se identificaron los valores atípicos y se graficaron los valores aberrantes, es decir, aquellos valores que no provengan de una distribución normal como una manera de ejemplificar la alta fragmentación.

Finalmente todas las variables fueron integradas en un modelo de regresión múltiple para determinar cuál es la variable o las variables que explican mejor la fragmentación (determinar la variable explicativa), durante este proceso las variables se normalizaron mediante la transformación de potencia Box-Cox para ajustar los datos a una distribución normal y mejorar el ajuste entre las variables.

La transformación de Box-Cox se utiliza para corregir sesgos en la distribución de errores, para corregir varianzas desiguales (para diferentes valores de la variable predictora) y principalmente para corregir la no linealidad en la relación (mejorar correlación entre las variables). Esta transformación recibe el nombre de los estadísticos George E. P. Box y David Cox (Neter J et al., 1996).

### ***Diseño de los corredores***

La conectividad del paisaje se define como el área del paisaje que hace posibles el flujo de materia, energía y organismos entre los diferentes ecosistemas, hábitats o comunidades (Merriam, 1984), desde una visión más integradora, la conectividad es la conexión funcional del hábitat existente en el territorio; esta conectividad puede derivar de una conexión física o

estructural o derivada de las habilidades de las especies para moverse por los distintos elementos del paisaje.

Así pues existen distintos tipos de corredores los cuales se diferencian en base a la especie o número de especies que lo transiten, de manera general se pueden identificar tres tipos de clasificaciones distintas de corredores las cuales se definen a continuación:

- **Paisajes permeables:** estas son extensiones del paisaje compuestas por parches con distintos grados de madures, permite la dispersión de especies a través de la matriz de vegetación remanente.
- **Corredores Lineales:** como su nombre lo indica son elementos del paisaje que se encuentran distribuidos de manera lineal a lo largo de la matriz, estos sirven para la movilidad de las especies de fauna silvestre.
- **Puntos de paso o trampolines:** los puntos de paso son lugares temporales dentro de la matriz que pueden servir como trampolines o como sitios temporales para la vida silvestre que se encuentran en movimiento, este tipo de corredores es ideal principalmente para aves.

Después de haber generado los índices de paisaje y los polígonos de áreas núcleo se procedió realizar el análisis de los corredores el cual evalúa la utilidad de dos bloques de hábitat conectados entre sí para la movilidad de las especies de interés; la herramienta utilizada para realizar este cálculo es el CORRIDOR DESIGNER.

Esta herramienta de análisis identifica la ruta a través del corredor que minimiza la distancia entre los parches de hábitat de alta calidad. Si no hay parches de alta calidad disponibles entonces simplemente calcula la distancia mínima necesaria para pasar de un bloque de hábitat a otro. Si los parches están disponibles y si los parches son de tamaño y calidad suficientes para apoyo a la especie en el nivel que se consideren necesario. Estos parches pueden servir como peldaños de las especies a medida que avanza por el pasillo, y potencialmente reducir la extensión de hábitat inadecuado que una especie debe cruzar en cualquier momento (figura 5).

Una vez diseñados los corredores estos se codificaron para poder identificar cuáles de estos se encuentran más cercanos al área de estudio.



**Figura 5.** Grafica de diseño de corredores a través del paisaje, Nandaime 2012.

### *Análisis estadístico*

Los análisis estadísticos para los componentes de fragmentación y conectividad fueron los siguientes.

#### ➤ Estadística descriptiva

La estadística descriptiva comprendió en la utilización de tablas y graficas de pastel en donde se representan las frecuencias, totales y medias; como medida de tendencia se utilizó la media aritmética. Adicionalmente se utilizó como análisis descriptivo multivariado exploratorio el análisis de componentes principales y análisis de conglomerados (Di Rienzo, 2008).

#### ➤ Estadística inferencial

Las pruebas estadísticas se realizaron con un nivel de significancia del 0.05, entre los análisis realizados se encuentra el análisis de varianza ANOVA combinada con pruebas de comparación múltiple de Duncan para comparar las medias entre los conjuntos de datos, Para explorar la normalidad entre los datos se utilizó la prueba de Normalidad de Shapiro Wilks, los datos que no cumplen con el supuesto fueron normalizados con logaritmo neperiano (ln) o analizados con pruebas homologas para datos no paramétricos.

## IV RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1 Análisis de hábitat de Nandarola

A continuación se presentan los resultados de la identificación de los hábitats dentro del parche de bosque Nandarola.

#### 4.1.1 Descripción de la vegetación

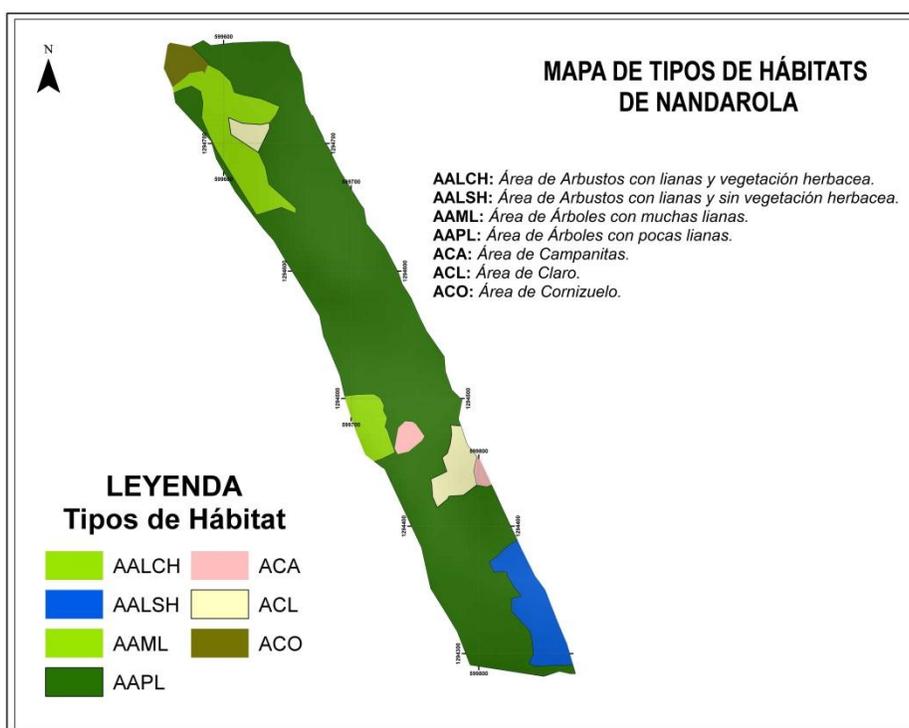
En las parcelas de muestreo de ésta investigación se determinaron en el área de estudio: 30 familias de plantas, de esas se derivan 46 especies, de las cuales 25 son árboles, tres arbustos, ocho lianas, nueve herbáceas y una palma.

Las especies de árboles con mayores densidades fueron: *Lonchocarpus minimiflorus* (575 ind/ha), *Acacia collinsii* (400 ind/ha), *Chomelia speciosa* (400 ind/ha), *Genipa americana* (366 ind/ha) y *Stemmadenia donnell-smithii* (300 ind/ha), el resto de las especies tienen menos de 300 ind/ ha. El DAP promedio de todos los árboles muestreados fueron de  $7.74 \pm 5.59$  cm y alturas de  $7.5 \pm 3.2$  m.

Las tres especies de arbustos tienen las siguientes densidades: *Aphelandra scabra* (8,400 ind/ha), *Combretum farinosum* (5,066 ind/ha), *Adelia barbinervis* (1,733 ind/ha). Las especies de lianas con mayores densidades fueron: *Amphilophium sp* (2,266 ind/ha), *Ipomoea trifida* (2,000 ind/ha), *Smilax spinosa* (2,000 ind/ha), *Bytneria aculeata* (1,800 ind/ha) y *Lygodium venustum* (1,200 ind/ha), el resto tenía menos de 1,000 ind/ ha. Entre las especies de herbáceas con mayores densidades se encuentran: *Selaginella mesenterica* (355,000 ind/ha), *Panicum trichoides* (195,000 ind/ha) y *Lasiacis oaxacensis* (60,000 ind/ha), el resto tiene menos de 30,000 ind/ ha.

#### 4.1.2 Descripción de los hábitats

En el área de estudio se determinaron siete tipos de hábitat, llamados según la especie dominante de planta o características particulares de cada uno, éstos fueron: área de cornizuelos, área de árboles con muchas lianas, área del claro, área de campanitas, área de arbustos con lianas y sin vegetación herbácea, área de árboles con pocas lianas y área de arbustos con lianas y vegetación herbácea (figura 6), dichos hábitats fueron codificados con las iniciales de los nombres antes mencionados. Los hábitats con las parcelas y transeptos para diagrama de perfil en figura 3.



**Figura 6.** Ilustración de los 7 tipos de hábitats de Nandarola. Nandaime, 2012.

#### *Área de cornizuelos (ACO)*

En ésta área se determinaron cinco especies de árboles, dos de lianas y una de palma (cuadro 1), predominando el cornizuelos (*Acacia collinsii*) el cual se presenta en el mosaico de hábitat como parches en donde ésta especie se concentra. Las densidades de esta especie alcanzaban los 1,200 ind/ha, la mayor densidad comparada con los otros tipos de hábitats, superando 12 veces la densidad del Área de Arbustos con lianas y vegetación herbácea (AALCH), 12 veces

la densidad del Área de Árboles con muchas lianas (AAML) y seis veces la densidad del Área de Claro (ACL). Este hábitat ocupó un área de 0.073 ha el cual corresponde a un 2% del área total (figura 7).

**Cuadro 1.** Riqueza de especies por forma de vida, Área de Cornizuelos (ACO)

<b>Forma de Vida</b>	<b>No. De Especies</b>
Árbol	5
Liana	2
Palma	1

Los individuos de *A. collinsii* están protegidos por hormigas del género *Pseudomyrmex sp*, las cuales utilizan al árbol como hábitat y como fuente de glucosa, por ello son muy agresivas contra herbívoros o contra otras plantas que nacen cerca de la anterior. En las giras de campo fue notorio encontrar nidos de salta piñuelas (*Campylorhynchus rufinucha*) sobre árboles de esta especie, aparentemente, otras especies de fauna silvestre no obtienen ventaja de esta formación vegetal.

Otras especies arbóreas encontradas en menores densidades en ésta área fueron: *Bonellia nervosa*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Genipa americana* y *Lonchocarpus minimiflorus*. Y entre las lianas se encontraron solamente dos especies: *Amphilophium sp* y *Ceratophytum sp*. Fue notoria en ésta área la presencia de Coyolito (*Bactris sp*) en macollas con alta concentración de individuos, en este sitio se determinaron 6,000 ind/ ha.

#### ***Área de árboles con muchas lianas (AAML)***

En éste hábitat se determinaron 12 especies de árboles, dos de arbustos, tres de lianas y una herbácea (cuadro 2). La característica principal de este tipo de hábitat era que estaba conformada por árboles y lianas y poca densidad de plantas herbáceas y arbustivas. La densidad de árboles y lianas encontradas fue de 2,000 ind/ha y 4,200 ind/ha respectivamente. Lo que lo hace diferente al Área de Árboles con pocas lianas (AAPL) en donde la cantidad de lianas es 10.5 veces menor. Las especies con mayores densidades en ésta área fueron:

*Lonchocarpus minimiflorus* (700 ind/ha), *Casearia corymbosa* (500 ind/ha), *Chomelia speciosa* (450 ind/ha), *Genipa americana* (350 ind/ha) y *Thouinidium decandrum* (300 ind/ha), el resto de especies tiene menos de 300 ind/ha. La especie de liana sobresaliente fue *Amphilophium* sp (7,600 ind/ha), seguido de *Cydista diversifolia* (400 ind/ha) y *Lygodium venustum* (400 ind/ha).

**Cuadro 2.** Riqueza de especies por forma de vida, Área de Árboles con muchas lianas (AAML).

<b>Forma de Vida</b>	<b>No. De Especies</b>
Árbol	12
Arbusto	2
Liana	3
Herbácea	1

Los promedios de DAP y altura de los arboles estuvieron entre  $7.67 \pm 6.26$  cm DAP, siendo los árboles con mayor promedio de DAP las especies *Enterolobium cyclocarpum* (22.5 cm), *Spondias mombin* (17.4 cm) y *Lonchocarpus minimiflorus* (10.3 cm), el resto tiene menos de 10 cm. El área de éste tipo de hábitat dentro del mosaico resultó ser de 0.365 ha, el cual representa un 9% del área de estudio (figura 7).

Estas áreas están muy enmarañadas con lianas y pasar entre éstas es difícil inclusive para una persona. Las lianas caen de las ramas de los árboles cerrando de arriba hacia abajo los senderos dentro del área de estudio (anexo 14).

### ***Área del claro (ACL)***

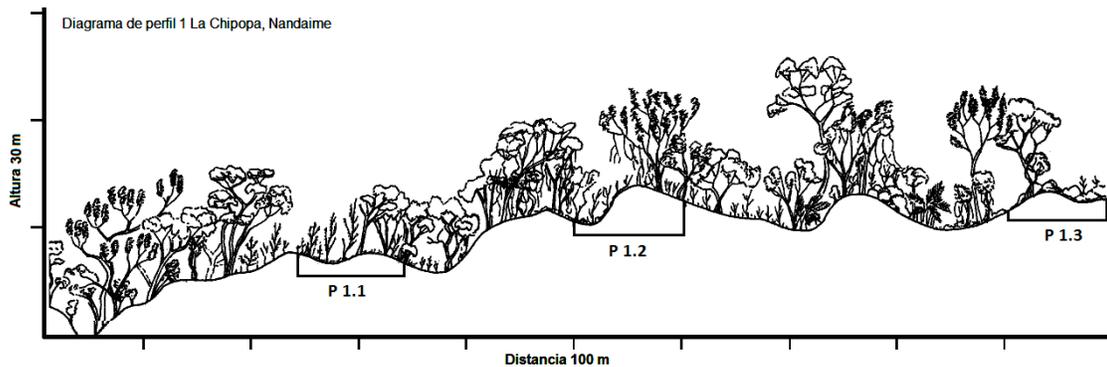
Se determinaron siete especies de árboles, tres de bejuco y seis de hierbas (cuadro 3). Lo característico de éste tipo de hábitat es que son áreas donde la densidad de árboles es muy baja y hay un dominio de especies herbáceas cubriendo la superficie del suelo. La densidad de árboles en este área fue de 1,100 ind/ha, la densidad de plantas herbáceas fue de 670,000 ind/ha siendo el sitio de mayor concentración de herbáceas comparada con el resto de los hábitats (cuadro 1). Las especies vegetales con mayores densidades fueron: *Selaginella*

*mesenterica* (450,000 ind/ha), *Panicum trichoides* (150,000 ind/ha) y *Lasiacis oaxacensis* (20,000 ind/ha).

**Cuadro 3.** Riqueza de especies por forma de vida, Área de Claro (ACL).

Forma de Vida	No. De Especies
Árbol	7
Bejuco	3
Hierba	6

El tamaño de éste hábitat dentro del mosaico es de 0.175 ha, representado el 4% del área total en estudio (figura 7). Este tipo de hábitat es poco preferido por animales pues no ofrece mucha cobertura para protegerse de los depredadores o las personas que pasan cerca del parche, sin embargo, existen muchas especies vegetales, en especial las Poaceas, que proveen alimento para los animales herbívoros y granívoros.



**Figura 7.** Diagrama de perfil 1, (P = parcelas anidadas) La Chipopa, Nandaime 2012. P 1.1= ACO, P 1.2= AAML y P 1.3= ACL.

### *Área de Arbustos con lianas y vegetación herbácea (AALCH)*

En éste hábitat se determinaron 11 especies de árboles, tres de arbusto, dos de lianas y una herbácea. Se caracteriza por una alta densidad de los arbustos, enmarañados con las lianas y vegetación herbácea, incluso es muy difícil atravesar éstas formaciones vegetales, presenta obstrucción visual del 100 % por lo que son adecuados para el refugio de una gran variedad de animales (cuadro 4).

**Cuadro 4.** Riqueza de especies por forma de vida, Área de Arbustos con lianas y vegetación herbácea (AALCH)

<b>Forma de Vida</b>	<b>No. De Especies</b>
Árbol	11
Arbusto	3
Lianas	2
Herbácea	1

Las densidad de los arbustos fueron de 14,400 ind/ha, siendo el sitio con mayor densidad de ese tipo de formación vegetal. La densidad de lianas fue de 3,200 ind/ha, quedando en tercer lugar de densidad de lianas comparado con el resto de los sitios, para las herbáceas se contaron 260,000 ind/ha. La densidad de los arbustos por especie fue: *Aphelandra scabra* (8,400 ind/ha), *Adelia barbinervis* (3,600 ind/ha) y *Combretum farinosum* (2,400 ind/ha). La especie de liana más abundante fue *Bytneria aculeata* (2,800 ind/ha) y la especie herbácea predominante fue *Selaginella mesenterica* (260,000 ind/ha).

En este sitio también se determinó la mayor densidad de árboles (2,100 ind/ha), determinando éste hábitat como el más conspicuo en término de vegetación. Entre las especies arbóreas se destacaron: *Chomelia speciosa* (500 ind/ha), *Hippocratea rosea* (300 ind/ha), *Acacia collinsii* (200 ind/ha), *Diospyros salicifolia* (200 ind/ha), *Genipa americana* (200 ind/ha) y *Thouinidium decandrum* (200 ind/ha). Estos árboles tenían DAP relativamente pequeños, con promedio de  $5.92 \pm 3.7$  cm, siendo las especies con mayores valores: *Calycophyllum candidissimum* (12.8 cm) y *Guazuma ulmifolia* (12.8 cm). Este hábitat ocupó un área de 0.126 ha correspondiente al 3% respectivamente (figura 8).

#### **Área de campanitas (ACA)**

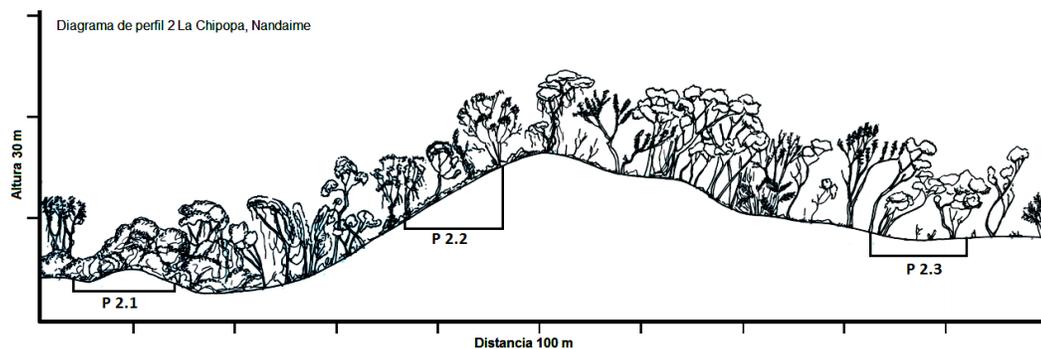
Se determinaron cinco especies de árboles, dos de liana y una herbáceas (cuadro 5). Este hábitat fue clasificado como un área de claro, pero diferente al área de claro antes identificada (ACL) porque estaba dominado por dos especies una liana llamado campanita (*Ipomoea trifida*) y un pasto llamado panza de burro (*Panicum trichoides*), las densidades para ambos fueron: 14,0000 ind/ha y 240,000 ind/ha respectivamente. *I. trifida* solo resulto ser

representativa de este hábitat, por ello se le llamó con el nombre de área de campanitas. Esta especie forma pequeños matorrales ya que sube por arbustos y los envuelve completamente, dejando un enmarañado con alta obstrucción visual propia para animales terrestres de pequeño y mediano porte. Las flores de ésta especie son frecuentemente visitadas por aves nectarívoras y aves insectívoras que persiguen los insectos polinizadores (figura 8).

**Cuadro 5.** Riqueza de especies por forma de vida, Área de Campanitas (ACA).

Forma de Vida	No. De Especies
Árbol	5
Liana	2
Herbácea	1

Dentro de los árboles más representados en éste pequeño hábitat estaban: *Casearia corymbosa*, *Myrospermum frutescens* y *Stemmadenia donnell-smithii*; también estaba presente la liana *Mormordica charatia*. Este tipo de hábitat corresponde al más pequeño de todos, tan pequeño que estuvo en duda su clasificación como tipo de hábitat, su área total fue de 0.018 ha correspondiente al 0.42%.



**Figura 8.** Diagrama de perfil 2 (P = parcelas anidadas), La Chipopa, Nandaimé 2012. P 2.1= AALCH, P 2.2= ACA y P 2.3= ACL.

### *Área de árboles con pocas lianas (AAPL)*

Este hábitat representa la mayor proporción del área de estudio con un tamaño de 3.25 ha representado el 76 % del área total, conformada por una amplia área formada por árboles con poca densidad de lianas y de vegetación herbácea (figura 9). Se determinaron en las unidades

de muestreo 11 especies de árboles, una de arbusto y dos herbáceas (cuadro 6). Las densidades de árboles fue de 1,900 ind/ha, la densidad de lianas y arbustos fue de 400 ind/ha, consideradas densidades bajas con respecto al resto de hábitats (cuadro 1) y la densidad de herbáceas fue de 40,000 ind/ha.

**Cuadro 6.** Riqueza de especies por forma de vida, Área de Árboles con pocas lianas (AAPL).

<b>Forma de Vida</b>	<b>No. De Especies</b>
Árbol	11
Arbusto	1
Herbácea	2

Los árboles con mayores densidades fueron *Lonchocarpus minimiflorus* (1,300 ind/ha) y *Chomelia speciosa* (500 ind/ha). Los DAP promedios fueron de  $8.8 \pm 7.7$  cm. La especie de arbusto determinada fue *Adelia barbinervis* y la única especie de liana fue *Amphilophium* sp. Las dos especies de herbáceas fueron *Anthurium* sp (10,000 ind/ha) y *Ruellia inundata* (30,000 ind/ha).

Este es el hábitat que preferirían los animales que suelen desplazarse en áreas de mucha cobertura arbórea y poco sotobosque, principalmente mamíferos grandes y medianos, además de muchas aves que prefieren explorar por alimento y desplazarse en la copa de los árboles.

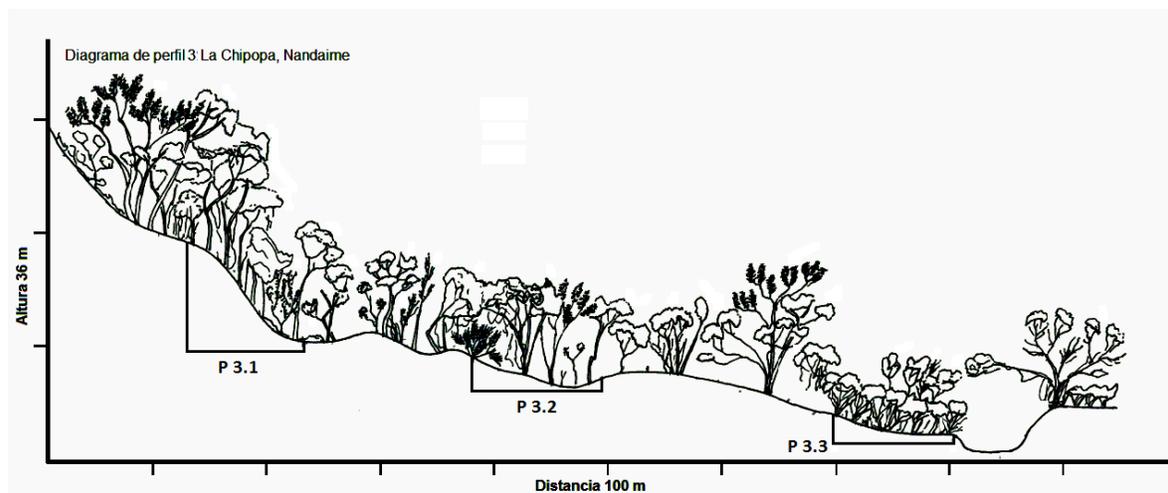
#### ***Área de Arbustos con lianas y sin vegetación herbácea (AALSH)***

En ésta área se determinaron siete especies de árboles, una especie de arbusto, cuatro de lianas y una de palma. En este hábitat se determinó una combinación de alta densidad de lianas y arbustos sin vegetación herbácea, determinándose densidades de lianas de 8,000 ind/ha, la mayor densidad de lianas de todo el mosaico y arbustos 1,200 ind/ha. Las especies más representativas de lianas fueron *Amphilophium* sp (3,600 ind/ha), *Ceratophytum* sp (400 ind/ha), *Lygodium venustum* (2,000 ind/ha) y *Smilax spinosa* (2,000 ind/ha). Las especies más representativas de arbusto fue *Combretum farinosum* (11,600 ind/ha). La especie de palma fue *Bactris* sp (25,200 ind/ha).

**Cuadro 7.** Riqueza de especies por forma de vida, Área de Arbustos con lianas y sin vegetación herbácea (AALSH)

Forma de Vida	No. De Especies
Árbol	7
Arbusto	1
Liana	4
Palma	1

Entre las especies de árboles más representativos estaban *Casearia corymbosa* (300 ind/ha) y *Tabebuia ochracea* (300 ind/ha), el DAP promedio general fue de  $8.42 \pm 5.98$  cm. Esta área ocupó 0.247 ha representado un 6% del sitio de estudio (figura 9). Este hábitat ofrece mucha obstrucción visual y es hábitat adecuado para todo tipo de animal que requiera esconderse o guarecerse de los depredadores.

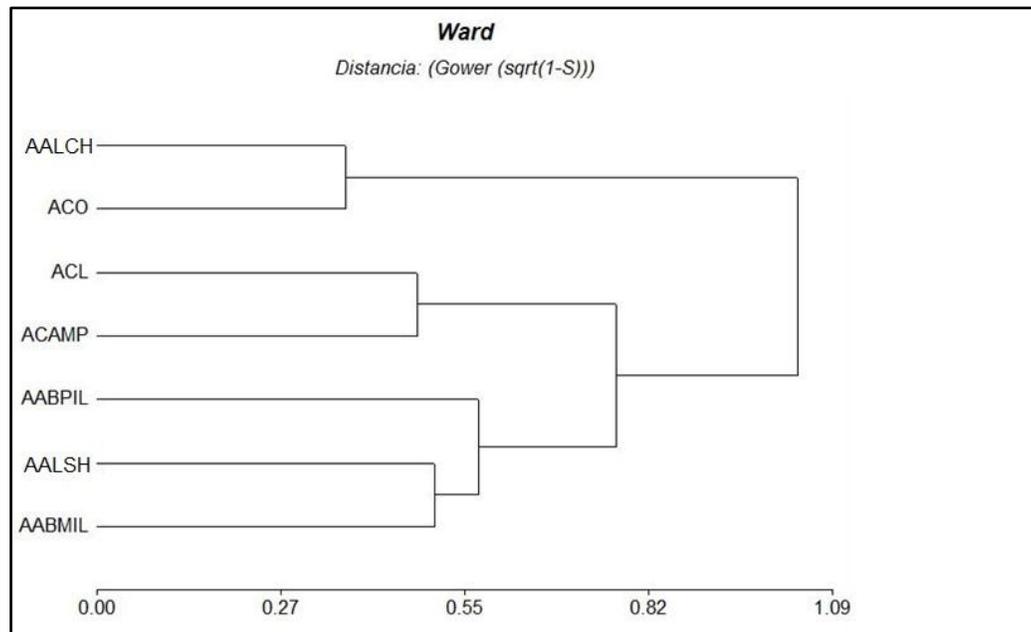


**Figura 9.** Diagrama de perfil 3 (P = parcelas anidadas). La Chipopa, Nandaimé 2012. P 3.1= AAPL, P 3.2= AAPL y P 3.3= AALSH.

#### 4.1.3 Comparación entre los hábitats

Comparando la forma de vida, las especies, la abundancia y el DAP como criterios de clasificación por medio de un análisis de conglomerado se determinaron que los hábitats se agrupan en tres grupos (figura 10). El primer grupo de hábitats parecidos son AALCH y ACO, el segundo grupo está formado por ACL y ACA, el tercer grupo fue AALSH, AAPL y

AAML. De tal forma que los hábitats que previamente se habían clasificado en siete tipos se podría resumen en tres.



**Figura 10.** Dendrograma de un análisis de conglomerado para comparar los diferentes tipos de hábitat. ACO, AAML, ACL, ACA, AALSH, AAPL y AALCH.

Es particularmente notable que en un área pequeña haya diferentes formaciones vegetales que forman el espacio tridimensional para la fauna silvestre. Estos pequeños hábitat parecieran a simple vista insignificantes por su tamaño, pero en las dimensiones de una especie como un mamífero pequeño o mediano, un ave pequeña o para los reptiles, son sumamente importantes. Para mamíferos grandes es necesario mencionar que solamente el hábitat de AAPL representa importancia por la presencia de árboles y poco sotobosque, pero principalmente porque es el área de mayor tamaño, el resto de los hábitats por ser pequeños en términos de área no jugaría un papel importante para esas especies.

Definimos el mosaico de hábitat del parche de bosque objeto de éste estudio comparándolo con una "pizza", en el cual en la base de pan y queso se dejan caer los trozos del resto de los ingredientes, homológamente para el parche en estudio, la base es la formación vegetal descrita en AAPL y el resto de los pequeños hábitat aparecen dispersos en éste (figura 6).

#### 4.1.4 Identificación de hábitats efectivos y potenciales

La identificación de los hábitats efectivos y potenciales se realizó según el número de especies efectivas o potenciales que se asocian a cada tipo de hábitat previamente identificado. El medio de relacionar cada hábitat con cada especie fue mediante la vinculación de la oferta de los hábitats y la demanda de cada una de las especies efectivas o potenciales.

Mediante revisión bibliográfica de estudios realizados en el trópico seco del pacífico se contabilizaron reportadas 270 especies, en éstas se incluyen las especies que se encuentran en la Reserva Natural Volcán Mombacho. De éstas, 59 especies, que representan el 22 % no encontraría lugar en el área de estudio (en la comunidad La Chipopa) porque 31 (52.5 %) de éstos últimos son propias de los ecosistemas nubosos de la Reserva Natural Volcán Mombacho, por ejemplo: *Bolitoglossa mombachoensis*, *Ciccaba nigrolineata*, *Mustela frenata*, *Norops biporcatus* entre otras. 20 especies (34 %) requieren de cuerpos de agua y aunque el río Medina está cerca, éste no atraviesa el área de estudio. Finalmente ocho (13.5 %) requiere la presencia de bosque de galería dentro del área.

De las 211 especies restantes, 32 son especies que efectivamente se han determinado en el área de estudio según Garmendia (2009 y 2011) y el resto (179 especies) son potenciales determinadas con la información de los trabajos de Emmons (1997); Fundación Cocibolca (2006); Janzen (1988); Köhler (2001); Stiles & Skutch (1989); Martínez-Sánchez (1990); Genoways & Timm (2005) y entrevistas no estructuradas con los lugareños.

La vinculación se realizó de una forma cualitativa mediante el uso de una tabla de vinculación (Anexo 1), en el proceso, se determinó que hay especies que estaba relacionadas con un solo tipo de hábitat, hay especies que requerían de dos a tres tipo de hábitats y hay especies que requerían todos los tipos de hábitats. De tal forma que se determinaron los hábitats efectivos y potenciales según el número de hábitat que cada especie utiliza o potencialmente utilizaría.

De las 211 especies determinadas por literatura 74 (18 efectivas y 56 potenciales) correspondiente al 35 %, son especies asociadas a un tipo de hábitat, 70 (ocho efectivas y 62 potenciales) correspondiente al 33 %, prefieren la combinación de dos o tres tipos de hábitat y 67 (seis efectivas y 61 potenciales) correspondiente al 32 %, pueden ocupar todos los tipos de hábitats.

### ***Hábitats efectivos y potenciales para especies que prefieren un solo tipo de hábitat***

El hábitat efectivo de las 18 especies a las que se le asocian un solo tipo de hábitat son: AAPL al cual se le han vinculado 12 especies (67 %) con diferencias significativas comparado a las cantidades de especies asociadas al resto de los hábitats (Prueba estadística Chi<sup>2</sup>: X<sup>2</sup>= 19.07, valor de la Probabilidad, p<0.0008), esos últimos tuvieron de uno a dos especies relacionadas. Entre las especies que se asocian a este hábitat (AAPL) se pueden mencionar *Aimophila ruficauda* y *Calocitta formosa*.

Los hábitat potenciales de las 56 especies a las que se le asocian un solo tipo de hábitat fueron: AAPL al que se le vincularon 25 especies (46 %) y AAML en donde se asociaron 12 especies (22 %) con diferencias significativas comparado con las cantidades de especies relacionadas al resto de los hábitats (X<sup>2</sup>= 12.79, p<0.0051), a esos últimos estaban asociadas de siete a 10 especies. Entre las especies potenciales asociadas a AAPL se pueden mencionar *Asturina nítida* y *Ateles geoffroyi*; además podemos mencionar las siguientes especies asociadas a AAML *Agouti paca* y *Amazilia saucerrottei*.

### ***Hábitats efectivos y potenciales para especies que prefieren dos o más tipos de hábitat***

Los hábitats efectivos de las especies a las que se le asocian dos o tres tipos hábitats son las combinaciones siguientes: 1. AAML-AAPL, 2. AAML-ACA-AALCH, 3. AAML-ACL-AALCH, 4. AAML-ACO-AALCH, 5. AAPL-ACL, 6. ACA-ACL-AALCH Y 7. ACL-AALCH. En los cuales efectivamente solo se determinó una especie para cada combinación, exceptuando la combinación AAML-ACO-AALCH donde se determinaron dos especies, por lo tanto la cantidad de especies entre las combinaciones no varió significativamente (X<sup>2</sup>= 0.64,

$p > 1$ ), lo que significa que no hubo una asociación relevante entre las especies y estas combinaciones de hábitat.

Los hábitats potenciales para las especies a las que se le asocian dos o tres tipos hábitats son las combinaciones siguientes: 1. AAML-AAPL-AALCH (8 especies correspondiente al 13 %), 2. AAPL-ACL (7 especies que corresponden al 11 %), 3. AAML-AAPL (6 especies asociadas, representando 10 %) y 4. ACL-ACA (cinco especies correspondiente al 8 %), principalmente. Para el resto de las 19 combinaciones solo se asociaban de uno a cuatro especies en cada una, siendo esta asociación significativamente menor a las cuatros mencionadas anteriormente ( $X^2 = 29.56$ ,  $p < 0.042$ ).

Es notorio que tanto las especies efectivas como potenciales que prefieren un solo tipo o de dos a tres tipos de hábitat están asociadas a los hábitats que poseen árboles (AAPL y AAML), más que los sitios donde solo hay arbustos o los claros. Esto ratifica una vez más que la cobertura arbórea es sumamente importante para estructura de hábitats en el bosque tropical seco del pacífico de Nicaragua. De tal forma que la agrupación número tres del Dendrograma (figura 8) figuran entre los hábitats preferidos como efectivos y potenciales. De todos los habitas El AAPL es el que predomina en el mosaico.

#### **4.2 Análisis de Fragmentación del paisaje Nandarola y diseño de Corredores**

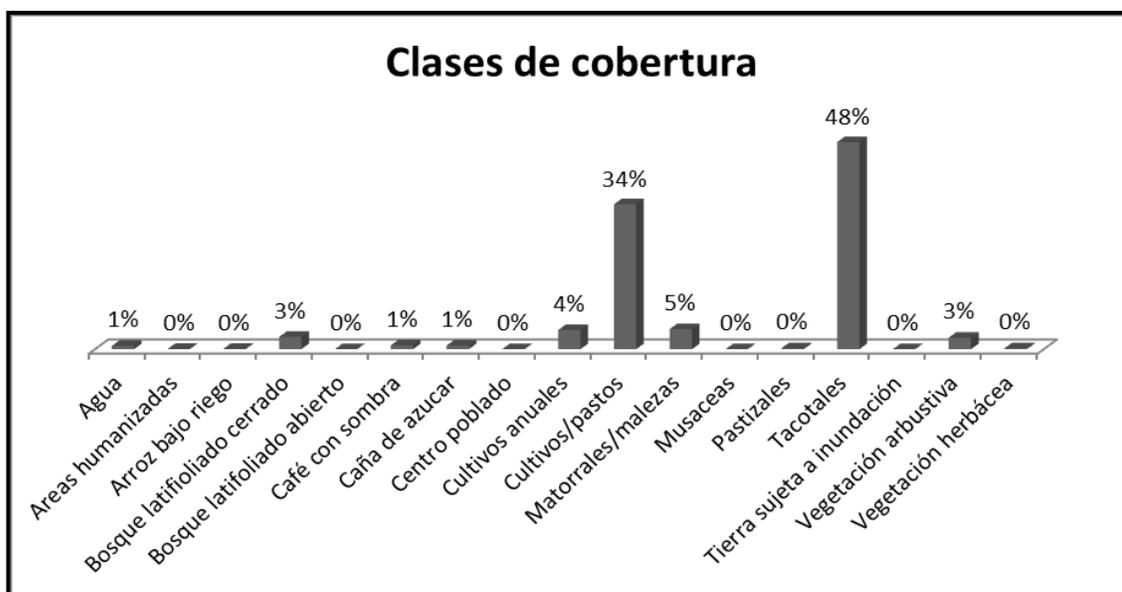
A continuación se describen los resultados del cálculo de las métricas de paisaje para determinar el grado de fragmentación del paisaje así como también realizar el diseño de los corredores para mejorar el flujo de especies entre el parche de estudio (Nandarola) y las áreas protegidas más cercanas a este. El objetivo principal de realizar este cálculo radica en determinar qué tan aislado se encuentra el área de estudio de otras áreas de bosque similar a él y es por este motivo también que se seleccionó el área protegida Volcán Mombacho, ya que esta es el área protegida más cercana a Nandarola.

#### 4.2.1 Descripción general del paisaje Nandarola

En este acápite se describen las principales métricas empleadas para la determinación de la configuración espacial de los fragmentos dentro del paisaje y la determinación del grado de fragmentación de los elementos del paisaje.

##### *Métrica de área*

El paisaje Nandarola-Mombacho se encuentra dividido en 17 clases de uso (figura 11), estructuralmente la clase de cobertura más predominante dentro del paisaje son los tacotales, los cuales cubren aproximadamente el 48% del total del área (314,937.69 ha) seguida de la clase cultivos/pasto las cuales cubren el 34% del área total (220,367.19 ha), posteriormente le siguen las áreas de musáceas las cuales cubren el 5% del total del paisaje (30,624.22 ha) y por ultimo las áreas de cultivos anuales que cubren alrededor del 4% del total del área (29,048.85 ha). El resto de los usos dentro del paisaje comparten entre el 3% y el 1% (anexo 4).



**Figura 11.** Distribución porcentual del área por cada clases de cobertura del paisaje en estudio, Nandaime, 2012.

En cuanto a las métricas de áreas es posible observar una dominancia en cuanto a las áreas de los fragmentos de la clase tacotal y la clase cultivos/pastos dentro de la matriz del paisaje, esto nos indica un crecimiento de las áreas cultivables y áreas de potreros dentro del paisaje aunque

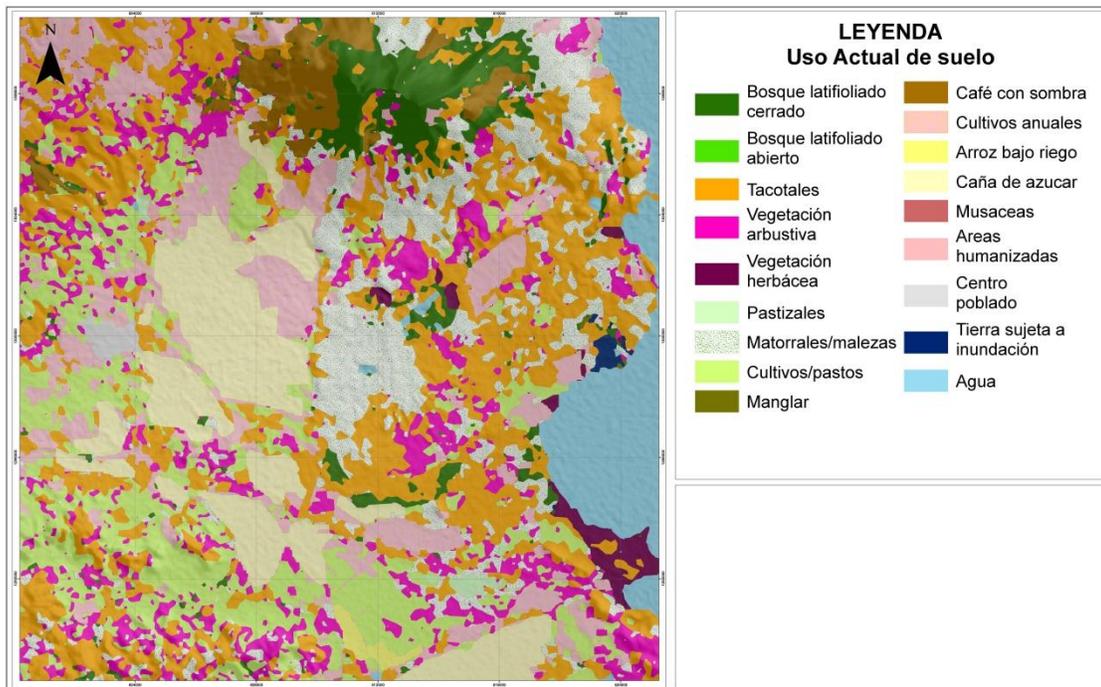
esto debe de ser corroborado. El cuadro 1 muestra las clases de cobertura que poseen la mayor cantidad de parches, aquí se puede observar que las áreas de vegetación arbustivas poseen una mayor cantidad de parches (1,218 parches); en segundo lugar se encuentra la clase de matorrales/maleza esta posee un total de 743 parches; a pesar de que estas clases poseen la mayor cantidad de parches dentro del paisaje apenas representan entre el 3% y el 5% del área total, esto se debe a que los parches de vegetación de estas clases son demasiado pequeños para tener representatividad dentro de la estructura del paisaje.

**Cuadro 8.** Clases de cobertura con mayor número de parches.

<b>Clases de cobertura</b>	<b>No. De parches</b>
<b>Cultivos anuales</b>	418
<b>Cultivos/pastos</b>	809
<b>Matorrales/malezas</b>	743
<b>Vegetación arbustiva</b>	1,218

De acuerdo con la teoría de Percolación de O'Neill et al., (1992) los sistemas naturales que posean menos del 60% de su hábitat natural enfrentaran serios problemas para sostener sus poblaciones animales esto como consecuencia de la disminución directa de la superficie efectiva de los hábitats además del efecto de relictos de los ecosistemas haría difícil el aumento de especies principalmente de aquellas que requieran hábitats muy específicos.

En el caso del Paisaje Nandarola la alta cantidad de fragmentos de tamaños muy pequeños (principalmente en las áreas de vegetación secundaria) sumado a una dominancia de fragmentos agrícolas y pecuarios, dificultarían en gran medida, la sostenibilidad de especies que requieran de hábitats mejor conservados. En este caso la tendencia es a tener una matriz más compacta y de mejor superficie para las áreas agrícolas, mientras que las áreas de bosque y vegetación asociada sufran una continua división en fragmentos cada vez más pequeños y que ocupen menor superficie.

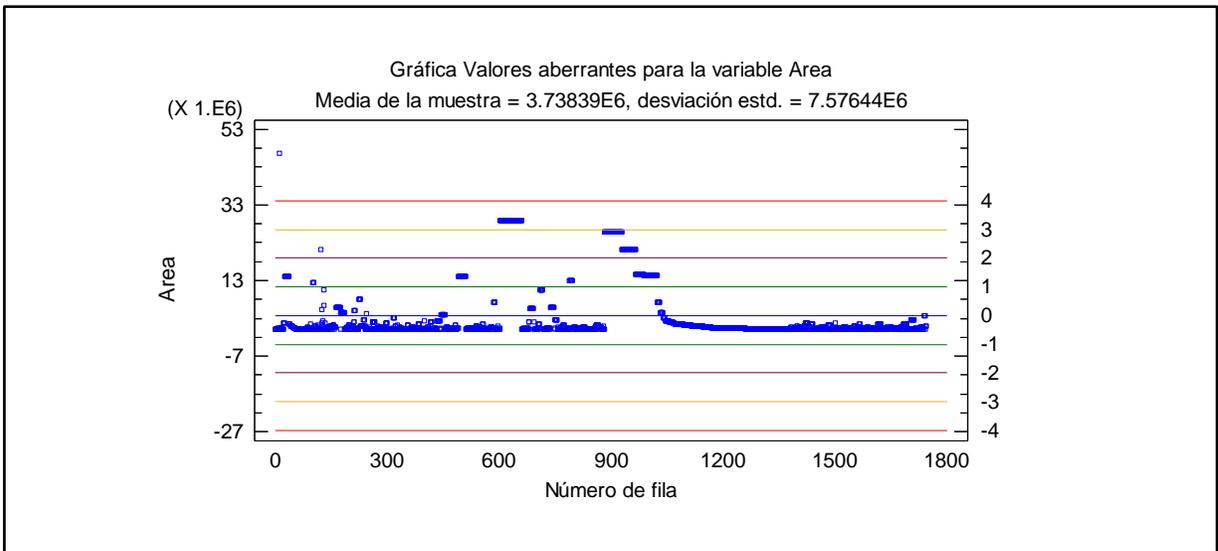


**Figura 12.** Ilustración de clases de cobertura del paisaje Nandarola-Mombacho. Nandaime, 2012.

### *Identificación de valores aberrantes dentro de los datos de área*

Para explorar los datos de área en cada una de las clases se utilizó la prueba de identificación de valores aberrantes, esta prueba identifica que datos dentro del conjunto no se ajustan a una distribución normal, el poder identificar si los datos se ajustan o no a una distribución normal nos dio una idea de la alta o baja fragmentación de la zona, ya que a medida que los datos sean más aberrantes, es decir tengan una mayor variabilidad, la fragmentación será mayor dentro de la matriz.

La figura 13 indica los valores aberrantes que se encuentran dentro de la categoría área, aquí aquellos puntos que sobrepasen el umbral lineal 3 son considerados como valores que no pertenecen a una distribución normal, como se había mencionado antes mientras más valores aberrantes se encuentren entonces más fragmentado se considera un área; desde el punto de vista de la variable área, el área no se encuentra tan fragmentada ya que no posee tantos valores aberrantes.



**Figura 13.** Gráfico de valores aberrantes para la variable área. Nandaime, 2012.

### *Métrica de forma*

A continuación se describen los resultados de los índices calculados.

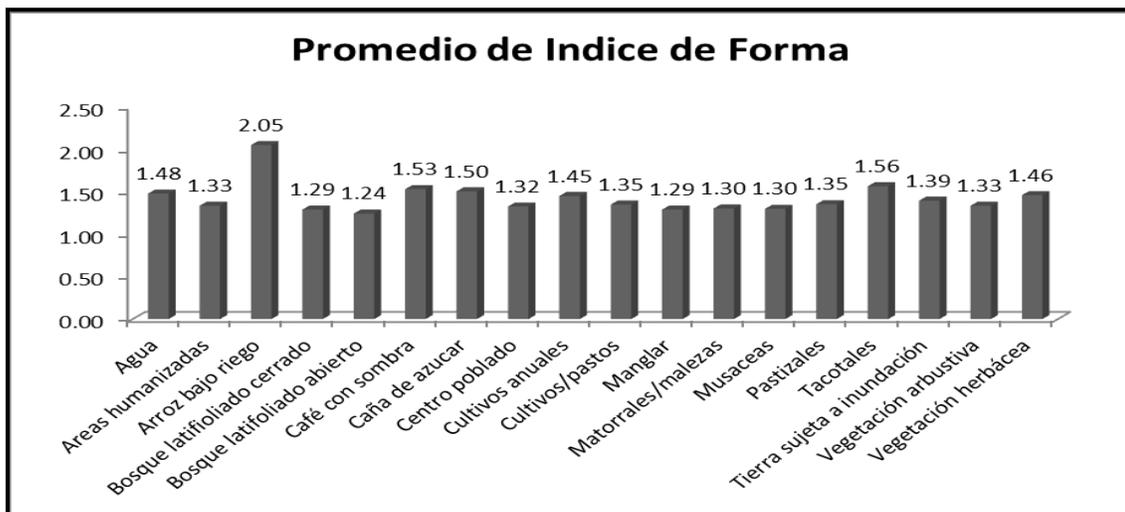
#### ➤ **Índice de diversidad de forma de Patton**

De acuerdo al análisis de forma del paisaje es notorio que la clase que posee la forma más compacta dentro del paisaje es la de bosque cerrado y abierto con un promedio de forma de 1.24 1.29 respectivamente (cuadro 2), seguida de las áreas de manglar y por último se encuentra las áreas de Musáceas con promedio de 1.30; las áreas de tacotal ocupa el segundo lugar en cuanto a las formas menos compactas (1.56 en promedio) la clase que posee la forma más irregular dentro del paisaje es el área de arroz bajo riego (2.05) aunque esta no es la clase más relevante dentro del paisaje.

**Cuadro 9.** Clases de cobertura con menor índice de forma.

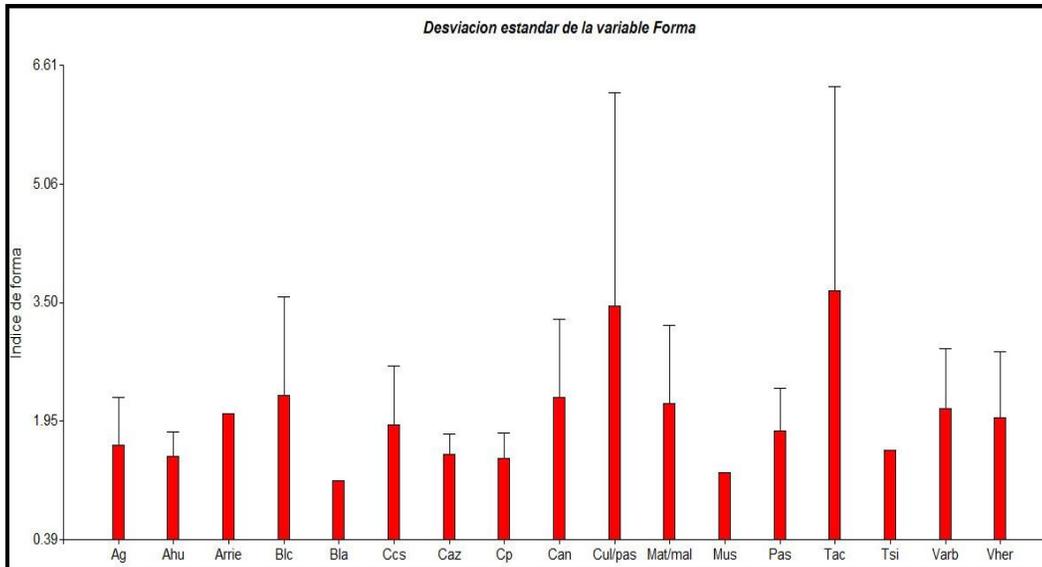
Clase de cobertura	NP	Promedio Shape Idx
Musáceas	3	1.30
Bosque latifoliado cerrado	341	1.29
Manglar	5	1.29
Bosque latifoliado abierto	4	1.24

Las clases del paisaje que presentan formas relativamente muy irregulares son además las que ocupan la mayor área dentro del ensamblaje estructural del paisaje (cultivos/pastos y Tacotal), adicionalmente, las clases de vegetación que podrían albergar especies (como las áreas de bosque cerrado y abierto) poseen las formas más regulares, pero no se encuentran en gran cantidad dentro del paisaje.



**Figura 14.** Promedio de los índices de forma en el paisaje. Nandaime, 2012

En cuanto al resumen estadístico se puede notar que existe una variabilidad relativamente alta entre los datos de forma para cada clase aunque esta no sea tan marcada como para el caso de la variable áreas; la clase de cobertura que posee el mayor coeficiente de variación dentro del conjunto de datos es Cultivos/pastos (80.53%) seguida por la clase de tacotal (73.32%) y por último la clase de bosque latifoliado cerrado (56.03%).



**Figura 15.** Desviación estándar de los datos para la variable Forma por cada clase de cobertura. Nandaime, 2012.

En cuanto a la desviación estándar de los datos se observa que al igual que los coeficientes de variación las clases de cultivos/pasto y Tacotal aparecen con un mayor alejamiento de la media central de los datos. Esto implica que existe una mayor variación en cuanto a la forma de los fragmentos, es decir, el paisaje posee parches con índices muy bajos y muy alto.

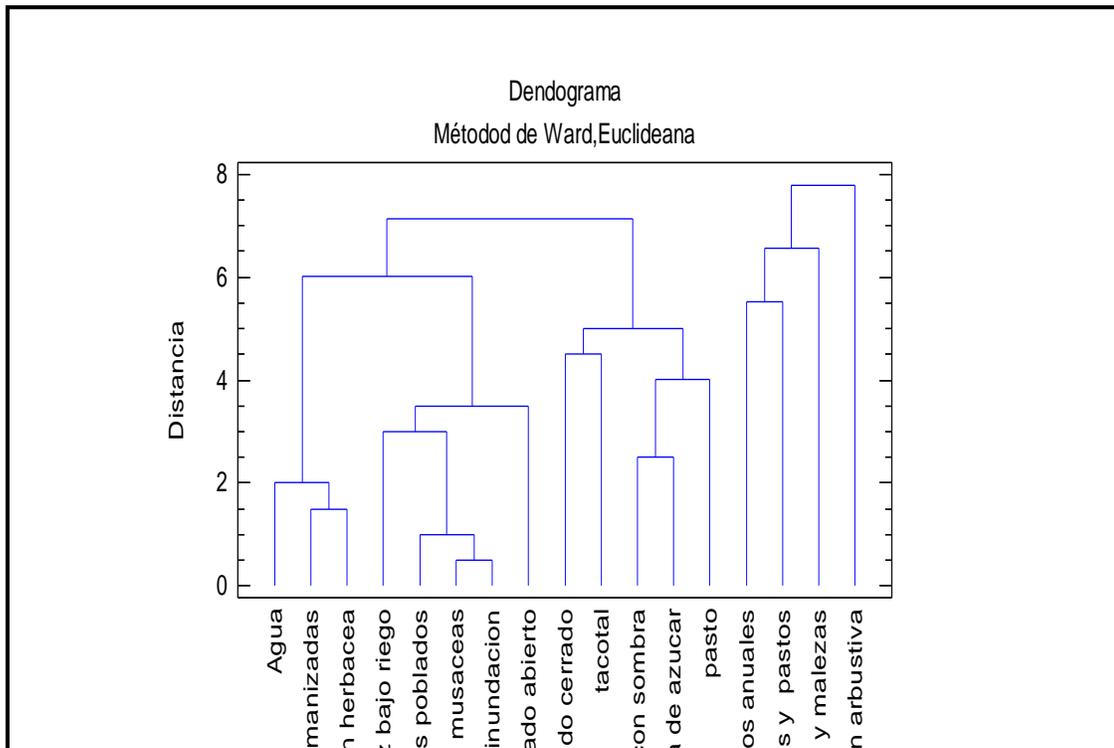
### *Análisis de agrupamiento (Clúster analyst)*

De acuerdo al análisis de agrupamiento las 17 clases se han aglomerado en dos grandes grupo, el primero alberga 13 categorías con un porcentaje de similitud del 76.47% este grupo a su vez se subdivide en dos grupos más grandes. Dentro del primer grupo las clases que poseen la mayor afinidad son las áreas humanizadas y la clase agua (figura 16); dentro del siguiente grupos se aglomeran las categorías arroz bajo riego, centros poblados, Musáceas y las áreas de bosque latifoliado abierto.

**Cuadro 10.** Resumen de análisis de conglomerados.

<i>Conglomerado</i>	<i>Miembros</i>	<i>Porcentaje</i>
1	13	76.47
2	4	23.53

La clase Bosque latifoliado cerrado se encuentra en el tercer grupo junto con la clase Tacotal así como la clase café con sombra y caña de azúcar. El segundo grupo alberga una 4 miembros con un porcentaje de afinidad del 23.53% aquí la categoría más grande es la clase cultivos y cultivos/pasto poseen la mayor afinidad mientras que las áreas de pasto/maleza se agrupa con la clase vegetación arbustiva.



**Figura 16.** Dendrograma de agrupación de las clases de cobertura del paisaje Nandarola-Mombacho en base a la variable forma. Nandaime, 2012.

De los dos grandes grupos formados, el primer conglomerado es que posee la mayoría de las categorías y por ende el mayor porcentaje de afinidad esto demuestra que dentro de estas clases las métricas de forma son similares entre si caso contrario al conglomerado no. 2 el cual solo posee 4 clases y una afinidad que no supera el 50% por ende se puede decir que las métricas de forma no son tan similares entre sí.

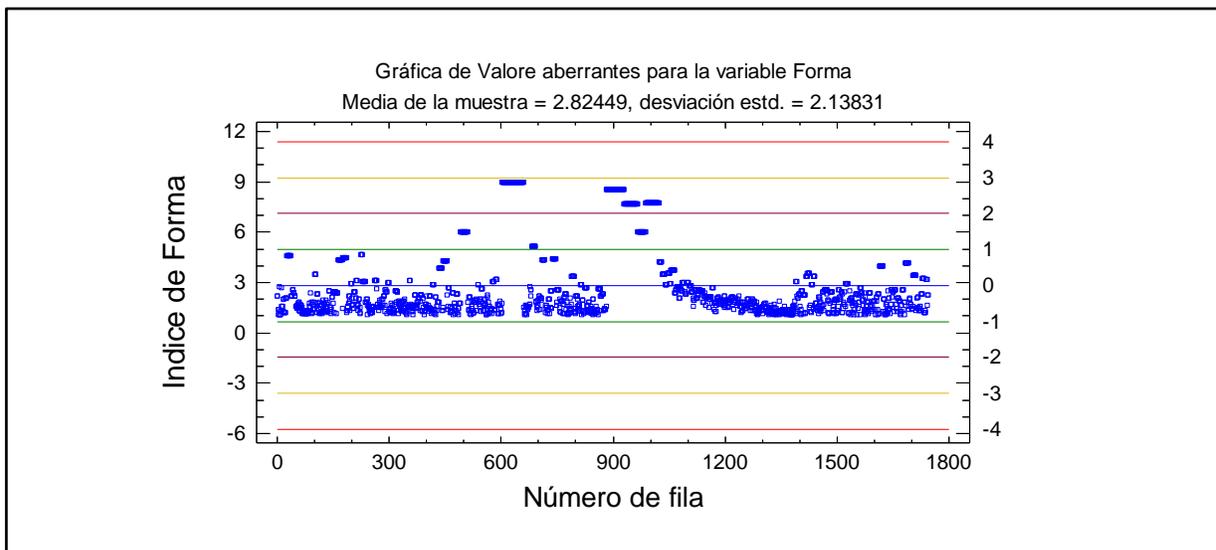
Los datos obtenidos por la métrica de forma del paisaje muestra una tendencia muy marcada a la disminución de los parches de vegetación con formas que se podrían considerar como deseables (parches con índices cercanos a 1); sin embargo, estudios realizados por Pincheira,

JR Rau y Cortes F (2009) revelaron que la forma de los fragmentos no influye significativamente en los niveles de riqueza y abundancia de las especies vegetales; sin embargo, estos se encuentran más relacionado a los valores de superficie de los fragmentos.

Los valores de forma se encuentran más íntimamente relacionados con los valores de borde así pues los fragmentos que tengan las formas más irregulares por ende tendrían los bordes más grandes y esto dificultaría que puedan ser albergados por especies de mamíferos medianos y grandes.

### *Identificación de valores aberrantes dentro de los datos de diversidad de formas*

Los datos obtenidos de la gráfica de valores aberrantes (figura 17) indican que los datos de la variable forma no pertenecen a una distribución normal lo que corrobora la tendencia de la disminución de los parches con forma ideal y el aumento de aquellos con formas no deseadas dentro del paisaje, esto supondría una disminución muy marcada de los parches para sostener especies de fauna desde el punto de vista estructural.



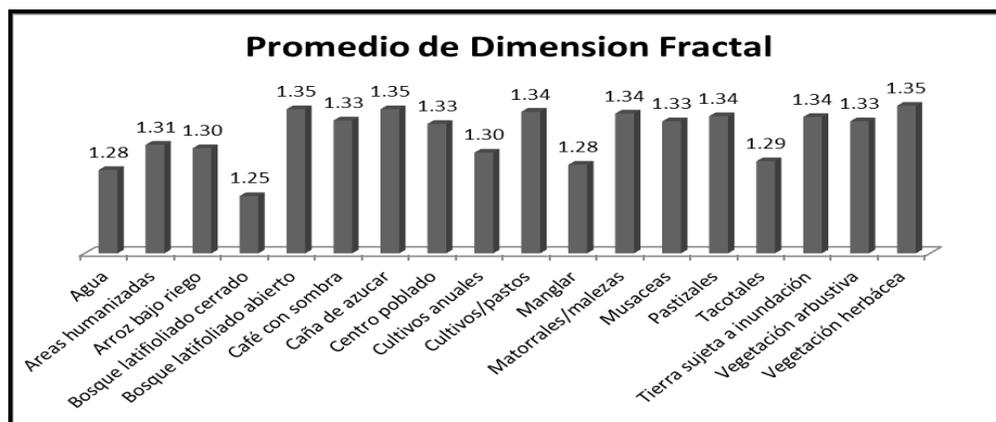
**Figura 17.** Grafica de valores aberrantes para la variable Forma. Nandaime, 2012.

### ➤ Índice de dimensión Fractal

De acuerdo a los valores del índice de Dimensión Fractal se puede observar que, al igual que el índice de forma, la clase que posee los fractales más regulares son las áreas de bosque latifoliado (1.25) principalmente las de vegetación más cerrada, seguida de las áreas de Manglar (1.28). Las áreas de tacotal y las áreas de cultivos/pastos presentan altos valores (1.29 y 1.34 respectivamente), sin embargo, estas no son las áreas que poseen la mayor irregularidad en sus fractales, la clase Bosque Latifoliado Abierto es la que posee la mayor cantidad de irregularidad, ya que ha alcanzado un valor de 1.35, así como también, la clase Caña de Azúcar, la cual presenta valores iguales a la clase anterior.

Un aspecto muy importante es que el índice de dimensión Fractal ha dado resultado muy similares a los arrojados por el índice de forma, es decir, aquí se muestra como clases de gran irregularidad en la forma de sus parches las áreas de cultivos/pasto y Tacotal, aunque en este sentido, el índice muestra un comportamiento diferente cuando se trata de la clase bosque abierto, la cual presenta valores más elevados que el índice anterior.

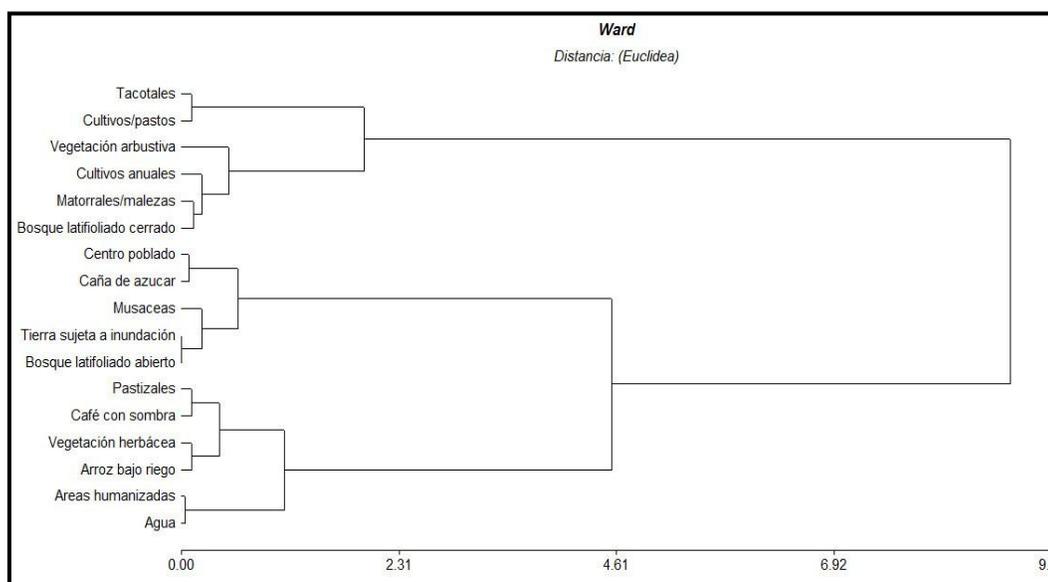
Aunque este análisis concuerde con los resultados obtenidos por el índice anterior, este no toma como clases más irregulares las mencionadas anteriormente, sino, a la clase bosque abierto como la más irregular dentro del paisaje seguida de la clase Caña de azúcar.



**Figura 18.** Promedio de dimensión fractal del Paisaje. Nandaime, 2012.

### *Análisis de agrupamiento (clúster analyst)*

Dentro del paisaje Nandarola-Mombacho se han agrupado todas las clases de cobertura en tres grupos principalmente; dentro del primer grupo las clases del paisaje que más se parecen en base a su forma son los tacotales y las áreas de cultivos/pastos, la clase vegetación arbustiva se agrupa junto a las áreas de cultivos anuales y estas a su vez se encuentra relacionadas en menor medida con las áreas de matorrales/maleza y las áreas de bosque latifoliado; en el segundo grupo se aglomeraron las clases centros poblados y caña de azúcar, musáceas y bosque abierto; por ultimo en el tercer grupo las áreas de pastizales se agrupan con las áreas de café con sombra mientras que las áreas de vegetación herbácea se encuentran relacionada con la clase arroz bajo riego. Cada grupo posee una correlación del 72%.



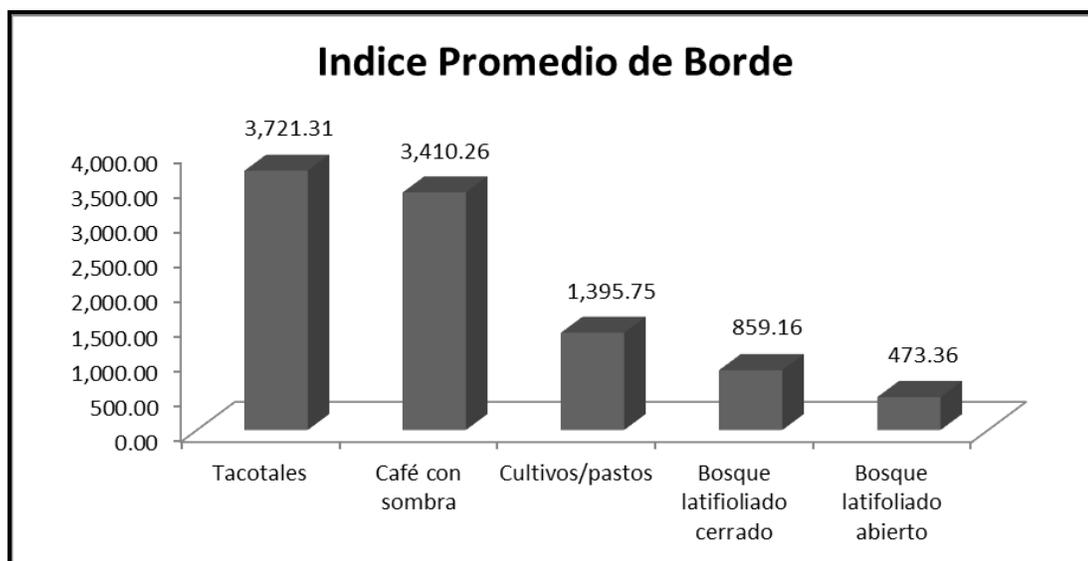
**Figura 19.** Dendrograma de agrupamiento de las clases de cobertura del paisaje Nandarola-Mombacho en base a la variable dimensión Fractal.

De acuerdo con los valores de dimensión fractal estos concuerdan con los resultados de índice de forma, y como era de esperarse los parches de vegetación más conservada se han remplazado por parches que estructuralmente no son capaces de albergar especies de fauna, estas limitaciones estructurales serán más sentidas principalmente por las especies de mamíferos medianos y grandes, los cuales necesitan grandes área de bosque y con estructuras compactas.

### ***Métrica de borde***

De acuerdo a las reglas de la geometría básica se crea en todo fragmento una banda perimetral alrededor del hábitat, las cuales presentan condiciones adversas para la mayoría de las especies que se consideran como de hábitats conservados, dicho de otra manera, se crea una zonificación con un hábitat de borde (de baja calidad) y un hábitat mucho mayor conservado y de más alta calidad (Ries et al., 2004).

En cuanto a la métrica de borde es de notar que la clase de vegetación que posee la mayor cantidad de borde promedio son las áreas de tacotal, seguida de las áreas de café con sombra; las áreas de vegetación que poseen menor cantidad de borde entre sus parches son las áreas de bosque latifoliado tanto cerrado como abierto. La clase de vegetación más dominante del paisaje (Tacotal) es también la que posee mayor borde promedio, sin embargo, no representa el mayor borde; esta categoría la ocupa la clase arroz bajo riego y caña de azúcar.



**Figura 20.** Índice promedio de borde del paisaje. Nandaime, 2012.

El análisis de borde indica que las áreas de vegetación más cerrada son las que presentan los bordes relativamente más bajos, esto se corrobora con la información del índice de forma de cada categoría, por otra parte las áreas de tacotales muestran los bordes más amplios, lo que demuestra que estas formas a pesar de ser una de las categorías más abundantes (en cuestiones

de áreas y número de parches) no son capaces de albergar especies de fauna, además, estas categorías también presentan las formas más irregulares dentro del paisaje, es posible que tal vez estas formas estructurales puedan ser usadas por las especies como trampolín y no como un área definitiva, es posible que a través de diferentes parches de tacotal puedan llegar especies hacia el parche de estudio.

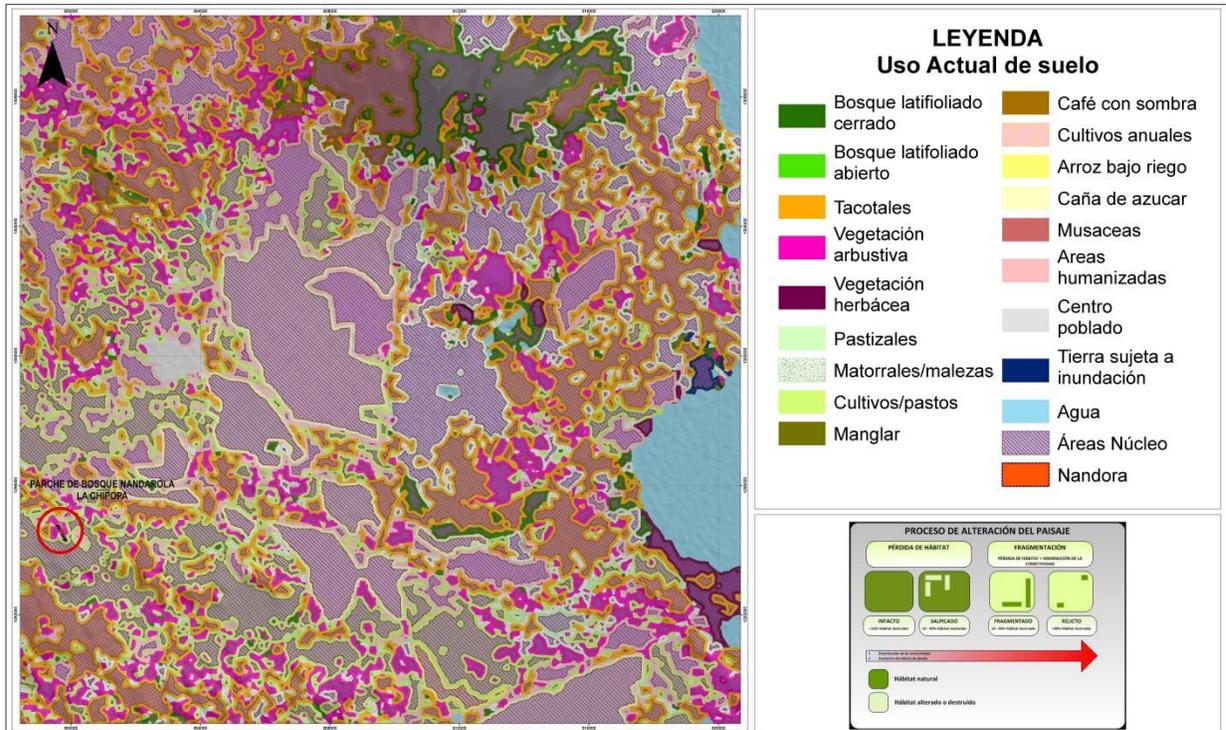
#### **4.2.2 Análisis de fragmentación del paisaje**

Según el informe ECOTONO (1996) la fragmentación se define como el proceso de división de los hábitats en pedazos o fragmentos más pequeños y aislados unos de otros, cuyos resultados son la reducción total de los hábitats dentro del ecosistema, la disminución de los tamaños (área) de los parches y el aislamiento de las poblaciones que habitan en ellos. A continuación se describe el análisis de fragmentación en base al índice de proximidad y el modelo de regresión múltiple, el cual integra todos los índices de paisaje y la métrica de áreas núcleo.

##### ***Índice de proximidad del paisaje***

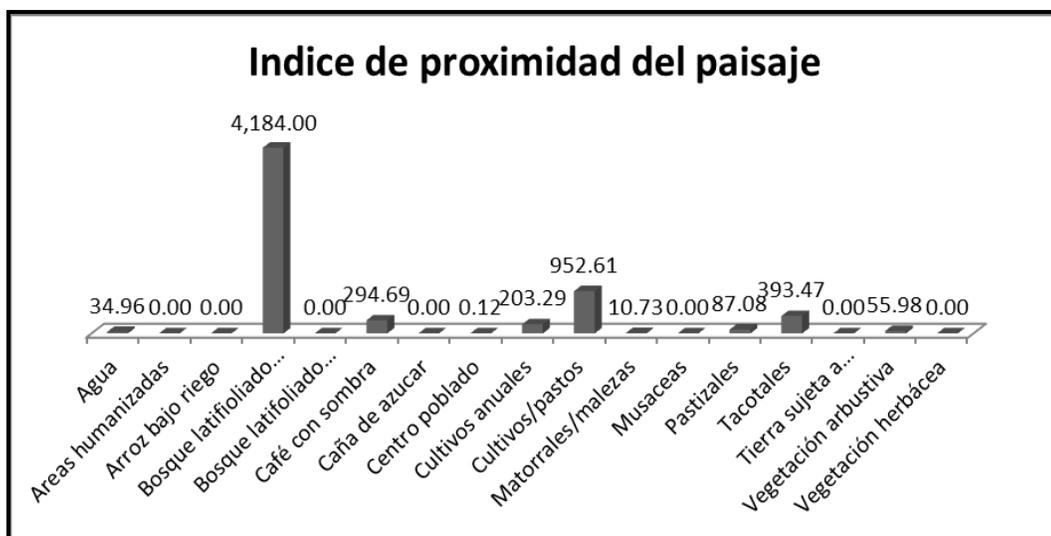
El análisis de fragmentación fue el resultado del cálculo del índice de proximidad obtenido para todas las clases dentro del paisaje, para las clases de vegetación se obtuvo como resultado que las áreas de tacotal se encuentran separadas por distancias no mayores a 300 m entre sí, esto hace suponer que esta clase podría ser alcanzada por especies de desplazamiento relativamente largo pero no por especies que sus rangos de acción son relativamente cortos.

En el caso de las áreas de bosque latifoliado cerrado el índice muestra que esta clase de vegetación es la que se encuentra más fragmentada ya que la distancia mínima que una especie debería de recorrer para alcanzar un parche de la misma categoría es de 4 Km (4,184 metros) esto hace suponer que esta clase no podría ser alcanzada por especies cuyos rangos de movilidad sean inferiores a este rango por ende esta clase es la que se encuentra más fragmentada dentro del paisaje (Figura 22).



**Figura 21.** Ilustración de la Fragmentación del paisaje, Nandaimé 2012.

A pesar de que la clase más compacta resulto ser el bosque abierto esta clase no es estructuralmente viable ya que la cantidad de parches que posee esta clase es inferior a la que poseen las otras categorías del paisaje (solamente 4 parches registrados para esta clase) por otra parte esta clase posee parches demasiado pequeños para albergar o mantener suficientes especies de fauna, es posible que estas clases puedan ser usadas como trampolín por las especies que desean llegar a zonas de vegetación más densa. Del resto de las clases las más compactas son las áreas de cultivos anuales, matorrales/malezas y pastizales.

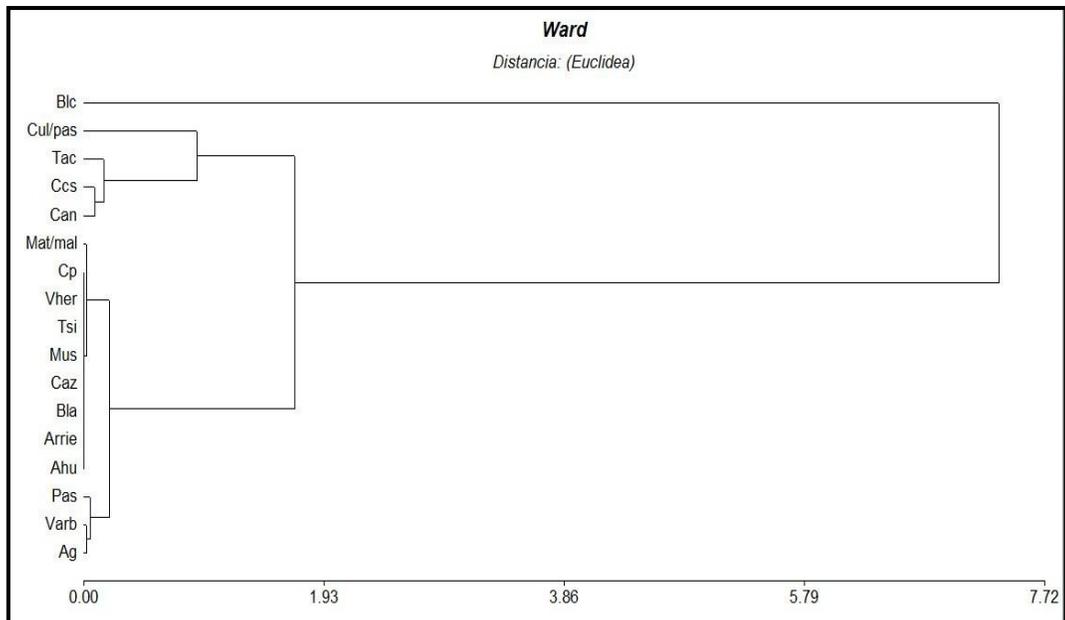


**Figura 22.** Índice de proximidad del paisaje Nandarola-Mombacho. Nandaime, 2012.

### *Análisis de agrupamiento (Clúster Analyst)*

De acuerdo al índice de proximidad del paisaje se han agrupado las clases de cobertura del paisaje en dos grandes grupos; dentro del primer grupo las clases de cobertura que más se asemejan entre sí son las áreas de bosque cerrado y cultivos/pasto esto puede deberse a que estas clases son las que poseen las distancias funcionales más elevadas. Seguidamente dentro de este grupo las áreas de tacotal, café con sombra y cultivos anuales comparten similitud entre sí.

Dentro del segundo grupo se aglomeran las demás clases de coberturas las cuales presentan índices de proximidad cuyos valores alcanzan casi cero, es de notar que las áreas de vegetación secundaria (matorrales, boque abierto, vegetación arbustiva y herbácea) no comparten similitud con las clases de bosque cerrado y tacotal. Cabe mencionar que cada variable posee un porcentaje de más del 90% de similitud dentro de cada grupo.



**Figura 23.** Dendrograma de agrupamiento de las clases de cobertura del paisaje Nandarola-Mombacho en base a la variable Proximidad.

### ***Modelo de regresión múltiple para las variables de fragmentación***

Con el fin de determinar explícitamente que tan fragmentado se encuentra el paisaje donde se encuentra el área de estudio se realizó un modelo de regresión múltiple para determinar cuál de las variables o las variables que explican mejor la fragmentación del área; así pues la variable explicativa será entonces la que de la pauta para decir que tan fragmentado se encuentra el área de estudio. Las variables que se integraron en el modelo fueron las siguientes:

- Área.
- Perímetro.
- Dimensión Fractal
- Índice de forma de Patón.
- Proximidad (100m).
- Áreas Núcleos (100m).

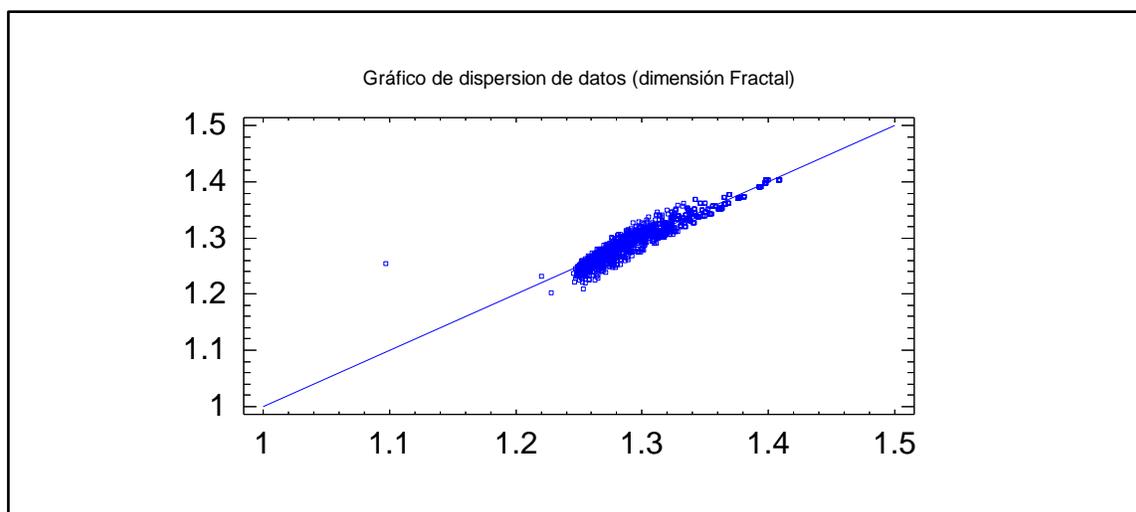
El cuadro 4 muestra la transformación de potencia para el modelo ajustado, en este caso se tomó como valor constante para el modelo el índice de dimensión fractal ya que esta depende

del cálculo de área/perímetro y por ende se convierte en variable dependiente. El modelo indica existe una relación estadísticamente significativa entre las variables con un nivel de confianza del 95.0%.

**Cuadro 11.** Transformación Box-Cox aplicada: potencia = 12.7741 Cambio = 0.0 para las variables seleccionadas en el modelo.

		<b>Error</b>	<b>Estadístico</b>	
<b>Parámetro</b>	<b>Estimación</b>	<b>Estándar</b>	<b>T</b>	<b>Valor-P</b>
CONSTANTE (Dimensión Fractal)	1.00473	0.000901948	1113.96	0.0000
Área	-2.43266E-9	3.45183E-10	-7.04744	0.0000
Perímetro	-6.43265E-7	7.28925E-8	-8.82485	0.0000
Índice de Forma	0.0460206	0.0005208	88.3652	0.0000
Proximidad(100m)	-2.17564E-7	9.35407E-8	-2.32588	0.0200
Áreas Núcleo	8.61575E-10	3.4511E-10	2.49652	0.0125

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo así ajustado explica 96.54% de la variabilidad en la variable constate (en este caso la Dimensión Fractal) y la variable Proximidad (100m), dicho de otra manera las variable dimensión fractal e índice de proximidad explican mejor la alta fragmentación debido a los valores extremos que presentan; por ende mientras más altos sean estos valores más alta será la fragmentación en el área.



**Figura 24.** Diagrama de dispersión de puntos para la variable dependiente.

### 4.2.3 Situación del parche del área de estudio con respecto a la matriz del paisaje

En cuanto al aislamiento que tiene el área de estudio con respecto a los otros elementos del paisaje se puede notar que existen dos parches que pertenecen a la categoría Tacotal que son los que se encuentran más cerca y apenas un parche de bosque latifoliado el cual está cerca del área de estudio, el cuadro 5 muestra la respectiva distancia y los valores de paisaje de los parches de vegetación que se encuentran más cerca del área de estudio.

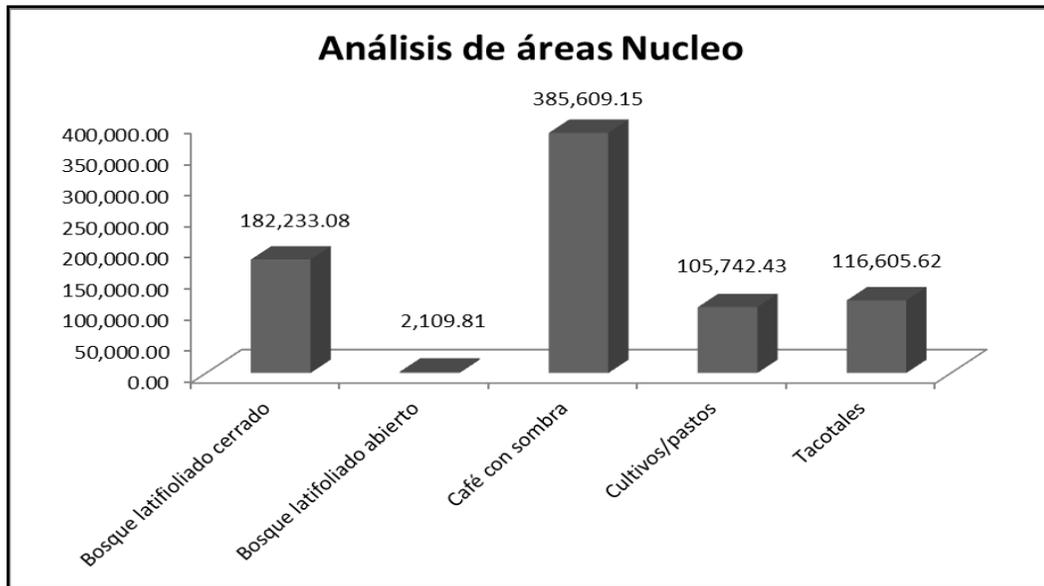
**Cuadro 12.** Parches más cercanos al área de estudio.

Clase	Área (ha)	Forma	Dimensión Fractal	Áreas Núcleo (m <sup>2</sup> )	Distancia al parche de don Carlos.
Tacotal	11.58	1.11	1.23	4,087	291.43 m
Tacotal	195.01	3.71	1.35	4,064	279.75 m
Bosque latifoliado	3.13	1.10	1.26	0	1,690.48 m
Parche de don Carlos	4.26	1.58	1.46	0	-

Es de notarse que los dos parches pertenecientes a la categoría tacotal poseen áreas lo suficientemente grandes como para albergar especies de fauna y se encuentran a una distancia relativamente cerca del área de estudio, en este sentido se podría realizar algún tipo de restauración en función de conectar estas zonas con Nandarola para garantizar un flujo de especies entre estas dos zonas.

### 4.2.4 Análisis de áreas núcleos

De acuerdo con el análisis de los núcleos de densidad de las clases de cobertura del paisaje se ha encontrado que la clase que posee mayor núcleo dentro de sus parches es el café con sombra (más de 300,000 metros) seguida de la clase de bosque latifoliado cerrado y por último la clase de tacotales se encuentra en tercer lugar en cuanto a densidad en sus parches.



**Figura 25.** Análisis de áreas núcleo del paisaje Nandarola-Mombacho. Nandaime, 2012.

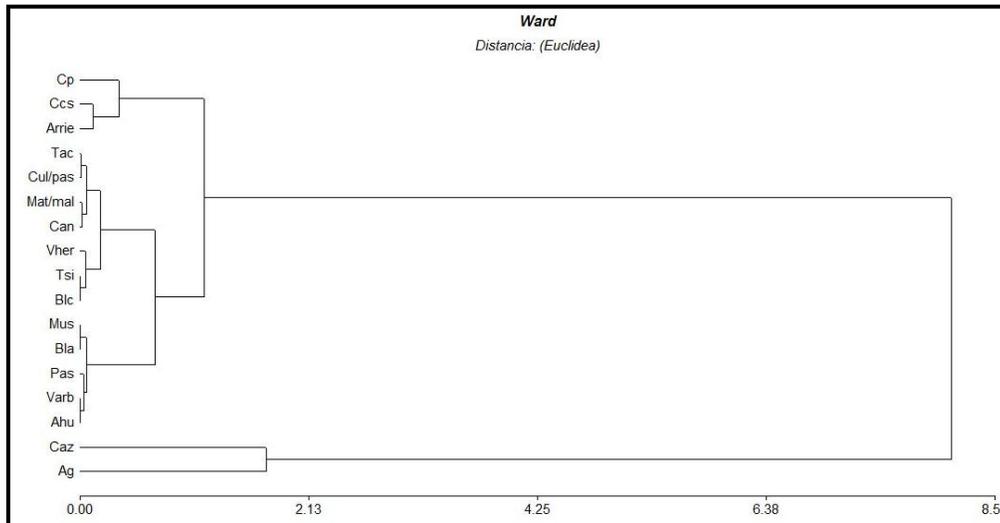
A pesar de que la clase de bosque cerrado alcanzo valores aceptables en cuanto a los núcleos de densidad de sus parches, esta clase se encuentra demasiado aislada en el paisaje para ser de utilidad por alguna de las especies de fauna registradas además de esto es de notar también que esta categoría se encuentra dentro del área núcleo de la Reserva Natural Volcán Mombacho.

La baja área dentro de los núcleos principalmente en las clases de bosque nos indica una disminución muy marcada de estas áreas (principalmente bosque abierto), esto se confirma con los resultados de las métricas de borde, como se puede apreciar en la gráfica anterior la clase de bosque abierto es la que ha sufrido la disminución de sus áreas esto podría representar una disminución considerable para las especies que necesitan vegetación más cerrada.

### *Análisis de agrupamiento (Clúster Analyst)*

De acuerdo con el análisis de grupo en base a los núcleos de densidad del paisaje, se pueden agrupar las clases de cobertura en tres grupos principales; dentro del primer grupo se encuentran agrupadas las clases de café con sombra arroz bajo riego y centros poblados, En el segundo grupo se agrupan las clases Tacotal, cultivos/pasto, matorrales/maleza y cultivos anuales; en este grupo se aglomeran también las clases de bosque abierto junto a la clase de

pastos y vegetación arbustiva. En el tercer grupo se aglomeran principalmente las categorías de caña de azúcar y Agua, cada grupo presenta una correlación de más del 90%.



**Figura 26.** Dendrograma de agrupamiento de las clases de cobertura del paisaje en base a la variable Áreas Núcleos. Nandaime, 2012.

La disminución de las áreas núcleos en los parches de vegetación indica una pérdida progresiva de los hábitats y esto afecta la supervivencia de las especies que se encuentran ligadas a estos hábitats; una de las consecuencias directas para la fauna sería la disminución de la densidad regional de especies (Saunders et al., 1991; Andrés H, 1994). Adicionalmente se incrementa el efecto de borde dentro de los parches remanentes lo que originaría un mayor deterioro en las áreas ya fragmentadas (Fahrig L, 2003).

### 4.3 Diseño de los corredores

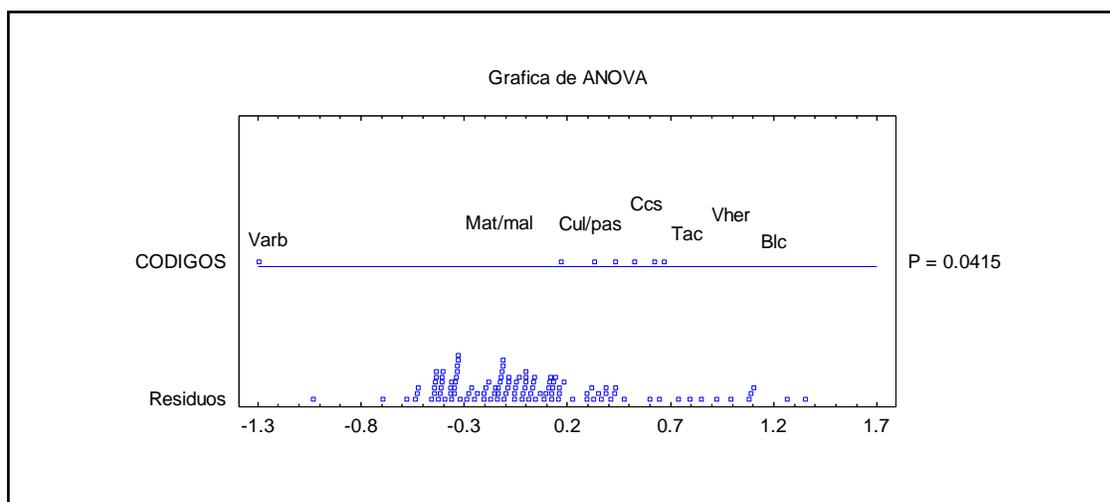
El diseño de los corredores se realizó tomando en cuenta solamente las clases de vegetación que pudieran servir como trampolín para las especies y las que tuvieran las formas estructurales más regulares y las más cercanas dentro del paisaje; así pues se determinaron en total 114 corredores los cuales representan el 54.6% del área (Figura 28). Estos se concentran en la clase de Tacotal ya que esta clase posee una distancia no mayor de 300 metros entre cada parche y por ende puede ser alcanzada por las especies, en segundo lugar se encuentra la clase de Matorrales/Maleza con un 17.9% del total y por último en tercer lugar se encuentra la clase

de vegetación arbustiva con un 11.9% del total, cabe mencionar que se tomó una pequeña porción de áreas de cultivos y pastos pero estas representan menos del 1% (cuadro 6).

**Cuadro 13.** Área de los corredores por clase de cobertura.

Clases de cobertura	Área (ha)	Área (%)
<b>Bosque latifoliado cerrado</b>	1,743.23	7.2%
<b>Café con sombra</b>	1,623.49	6.7%
<b>Cultivos/pastos</b>	199.12	0.8%
<b>Matorrales/malezas</b>	4,312.19	17.9%
<b>Tacotales</b>	13,177.35	54.6%
<b>Vegetación arbustiva</b>	2,720.63	11.3%
<b>Vegetación herbácea</b>	369.75	1.5%
<b>TOTAL</b>	24,145.77	100.0%

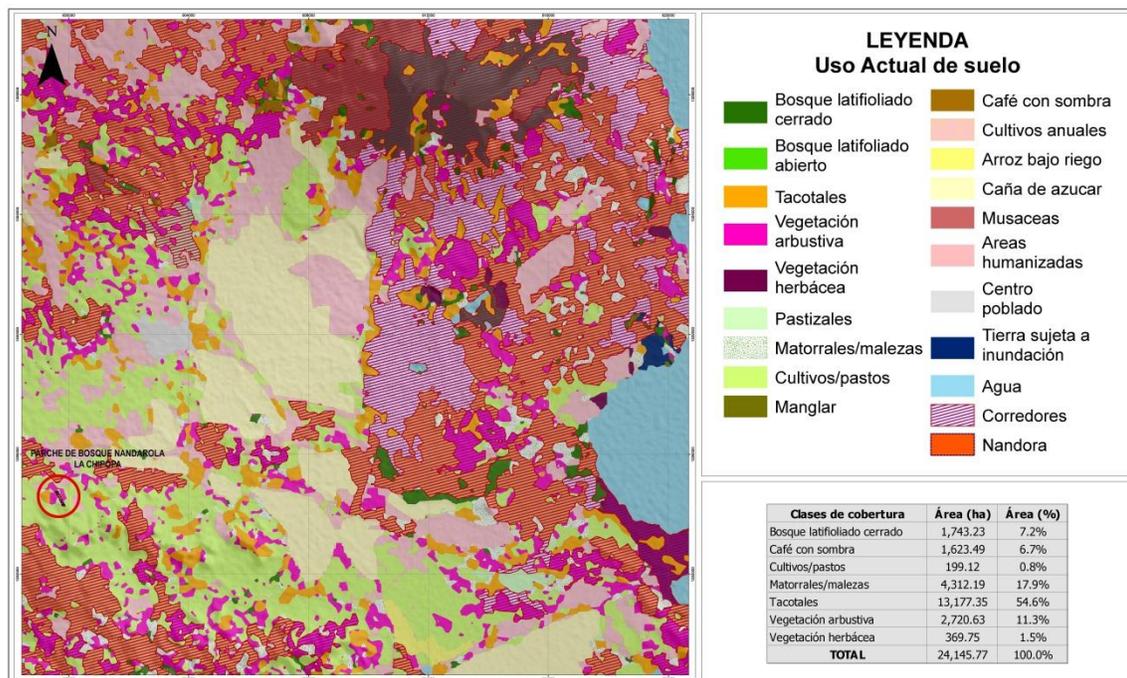
El análisis de varianza aplicado dentro de la matriz de cada corredor demostró que existen diferencias significativas entre las áreas de cada clase ( $F=2.28$ ,  $P=0.0415$ ); la prueba de rangos múltiples demostró que las clases que poseen más diferencia entre sí son Bosque Latifoliado cerrado-Vegetación arbustiva (0.51) y la clase Tacotal-Vegetación arbustiva (0.27); el resto de clases no presentan diferencias tan marcadas entre sí.



**Figura 27.** Gráfica de análisis de varianza para los corredores. Nandaime, 2012.

En la figura 28 se encuentra la ilustración de potencial de interconexión del paisaje, dentro de esta matriz se identificaron 114 corredores los cuales tienen una mayor concentración dentro del área protegida (Volcán Mombacho) ya que esta posee las áreas de bosque más densos y

más conservados; posteriormente estas áreas se van haciendo menos densas a medida que se aleja del área protegida y se entra a la parte de la matriz que se encuentra más altamente alterada (asociaciones de cultivos, pasto/maleza y vegetación arbustiva).

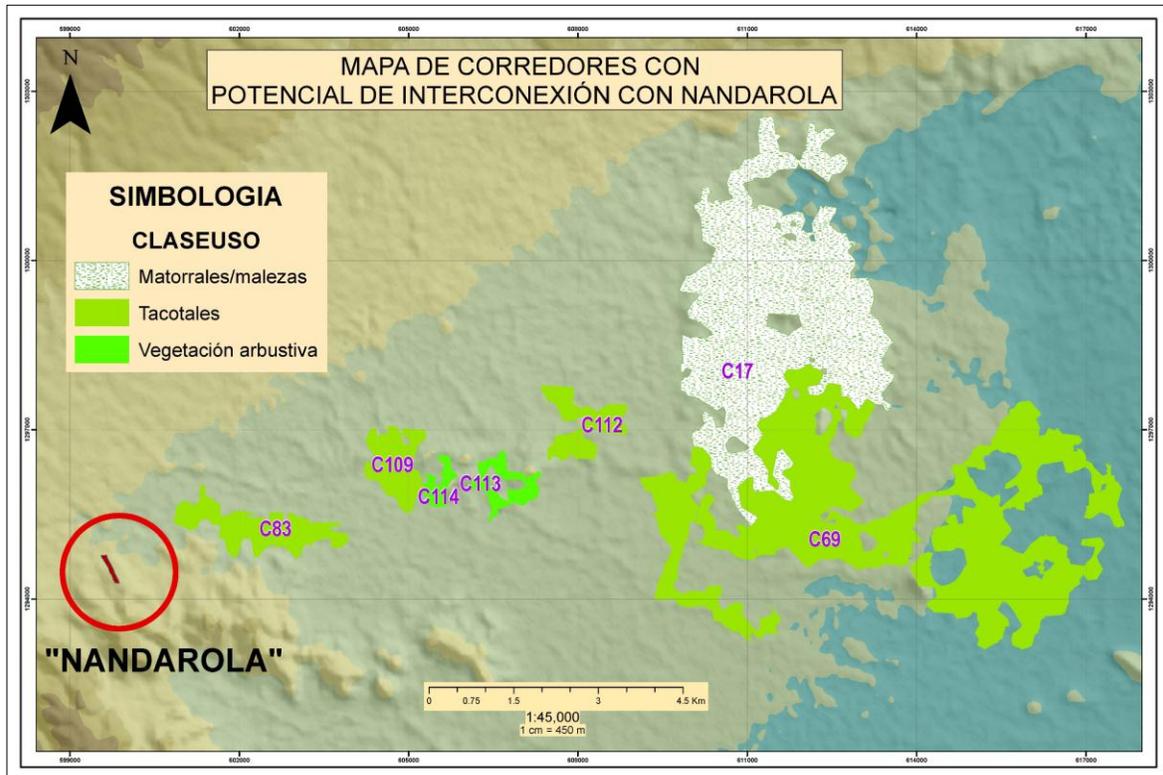


**Figura 28.** Ilustración del Potencial de interconexión del paisaje Nandarola-Mombacho.

Del total de corredores formados en el área de estudio 7 se han identificado con potencial para interconectarse con el parche de Don Carlos estos se encuentran en los usos Tacotal, Vegetación Arbustiva y Matorral/Maleza (cuadro 7) estos tienen un área total de 3,189.36 ha; esta sería precisamente el área que se debería restaurar para poder lograr conectar Nandarola con el área de bosque más grande.

**Cuadro 14.** Corredores identificados con potencial para conectarse con Nandarola.

Corredor	Clase de cobertura	Área (ha)
C109	Tacotales	101.89
C112	Tacotales	94.71
C113	Vegetación arbustiva	57.29
C114	Vegetación arbustiva	28.23
C17	Matorrales/malezas	1,291.53
C69	Tacotales	1,465.38
C83	Tacotales	150.34
Total general		3,189.36



**Figura 29.** Corredores con potencial de interconexión con Nandarola.

Para poder conectar el parche de don Carlos con el área de bosque más cercana se debería de restaurar una distancia lineal de más de 9 kilómetros (9,991.085 m), dentro de esta distancia se debería de poner especial interés a las áreas de tacotales, Vegetación en regeneración y áreas matorralosas y de maleza en las cuales debería de fomentarse la regeneración natural. Uno de los requerimientos principales que deberían de tener las especies del parche de estudio es la habilidad de poder moverse grandes distancias a través de una matriz de cultivos/pastos y áreas matorralosas; así pues especies que dependen de vegetación muy densa como por ejemplo la ardilla (*Sciurus variegatoides*) y los monos aulladores (*Alouatta palliata*) se encontrarían limitadas para poder salir del parche, otros gremios como los reptiles no se encuentran tan limitados este es el caso de las lagartijas (*Ameiva quadriliniata* y *Ameiva undulada*) pueden desplazarse con facilidad por áreas que posean densa vegetación matorraloza, áreas de pastizal e incluso por ciertas áreas de cultivo lo suficientemente densas para permitir su paso; cabe mencionar que con una debida restauración de las áreas identificadas con potencial de interconexión que se encuentran más cerca de Nandarola las

especies que dependen de áreas arborícolas podrían salir y dirigirse a parches de vegetación más grandes e incluso hasta las áreas más cercanas del Volcán Mombacho.

Otras especies de mamíferos grandes como por ejemplo los coyotes (*Canis latrans*) serían capaces de desplazarse por la matriz de corredores identificados (los que se encuentran principalmente bajo los usos de Matorral/Maleza y áreas de tacotal) y así poder llegar hasta el parche de interés; esto es consistente con las entrevistas formuladas a miembros de la comunidad los cuales afirman haber escuchado coyotes cerca del área. Otras especies como los monos capuchinos (*Cebus capucinus*), puerco espín (*Coendou prehensilis*), perezoso (*Choleopus hoffmanni*) y el zorro cola pelada (*Didelphis marsupialis*) podrían venir de las áreas circundantes al volcán Mombacho (área de amortiguamiento) e incluso de otras fincas que posean la suficiente vegetación para poder albergarlos.

## V CONCLUSIONES

En el área de estudio se identificaron 7 tipos de hábitat dentro del mosaico del parche de bosque en la comunidad La Chipopa, Nandaimé. Estos son: Área de Cornizuelos (ACO), Área de árboles con muchas lianas (AAML), Área del claro (ACL), Área de arbustos con lianas y vegetación herbácea (AALCH), Área de Campanitas (ACA), Área de árboles con pocas lianas (AAPL) y el Área de Arbustos con lianas y sin vegetación herbácea (AALSH).

Los hábitats área de árboles con pocas lianas (AAPL) y el área de muchas lianas (AAML) y en menor medida el área de arbustos con lianas y vegetación herbácea (AALCH) son los hábitats efectivos y potenciales dentro del área de estudio ya que estos fueron los preferidos por la mayoría de especies tanto efectivas como potenciales.

La cobertura arbórea es sumamente importante para la estructura de los hábitats en el bosque seco, ya que las especies en la zona se asociaron mayormente a los hábitats que poseen árboles (AAPL, AAML y AALCH).

De acuerdo con el diseño de corredores se determinaron un total de 114 parches, los cuales tienen potencial para interconexión; estos se dividen en dos tipos uno localizado en la parte noroeste y otro al suroeste. De estos 7 son los que se encuentran más cerca del área de estudio.

Para poder conectar el parche Nandarola con las áreas de bosque más cercanos se deberá restaurar más de 9 kilómetros.

Las clases más aptas para formar corredores son las áreas de tacotal y las de matorrales, estas aunque sean muy irregulares podrían albergar especies temporalmente y ser usadas como trampolín para poder pasar de un uso a otro dentro del paisaje. Estas áreas se concentran en mayor número en las áreas circundantes al volcán Mombacho y descienden en dirección sur donde se hacen cada vez más escasos.

Dentro de la matriz del paisaje la clase se encuentra más fragmentada es la de bosque latifoliado y se encuentra muy aislada para las especies de movilidad corta y muy difícilmente podría servir como corredor para que fluyan las especies.

A pesar de poder formarse corredores, las grandes distancias entre los fragmentos de vegetación hace imposible que las áreas de corredores puedan alcanzar el parche en la Chipopa, Nandarola lo que significa que este se encuentra aislado y no podría ser alcanzada por las especies potenciales provenientes de otras áreas cercanas.

## VI RECOMENDACIONES

Se debe llevar el estudio de identificación de hábitat a un nivel cuantitativo incluyendo datos de abundancia de las especies que usan cada tipo de hábitat en el área de estudio, esto con el objetivo de determinar específicamente cuantas especies y que tipo de especies utilizan los recursos de los hábitats seleccionados y así poder mejorar su clasificación de efectivos o potenciales.

Además se necesita que las áreas de vegetación que se identificaron como potencial de interconexión puedan ser restauradas mediante la utilización de sistemas agroforestales y/o silvopastoriles.

Es necesario además realizar una evaluación a nivel de composición florística y estructura en los fragmentos que se identificaron con potencial de interconexión para determinar si estos tienen la misma condición que el parche de estudio y si realmente podrían servir como corredores.

Se recomienda que para futuros estudios de este tipo se pueda contar con imágenes de alta resolución espacial y espectral, esto con el objetivo de mejorar la clasificación y poder realizar un análisis más detallado de la vegetación de las zonas bajo estudio.

Para el diseño de los corredores es necesario evaluar el aporte que las plantaciones forestales hacen a la movilidad de las especies dentro de la matriz del paisaje.

## VII LITERATURA CITADA

Andrén, H. 1994. Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscapes with different proportions of suitable habitat: a review. *Oikos* 71: 355-366.

Castro G., Tigabu M, Odén PC. 2009. A Chronosequence analysis of forest recovery on abandoned agricultural field in Nicaragua. *Journal of Forestry Research*. 20(3): 213-222.

Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., González L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2010. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>

ECOTONO. 1996. Fragmentación y Metapoblaciones. Centro para la Biología de la Conservación. Invierno (1996): 2.

Emmons, L & FEER, F. 1997. Neotropical rainforest mammals: a field guide. (Second edition.) University of Chicago Press, Chicago, Illinois 60637, USA. 396 pp including 72 p

Fahrig, L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 34: 487–515.

Fundación Nicaragüense para la Conservación (Fundación Cocibolca) 2006, Plan de Manejo de la Reserva Natural Volcán Mombacho, 136-142 p.

Garmendia Z., M. 2009. Diversidad de Fauna Silvestre en Bosque Seco Tropical, comunidad La Chipopa, Nandaime, Nicaragua. *La Calera* Año 9, No 12, 12-20.

Garmendia Z., M. 2011. Monitoreo de la Fauna Silvestre en Bosque Tropical Seco Secundario, Nandarola, Nandaime, Nicaragua. *La Calera* Año 11 No 16, 24-32.

Genoways & Timm. 2005. MAMMALS OF THE COSIGÜINA PENINSULA OF NICARAGUA. Mastozoología Neotropical, julio-diciembre, año/vol. 12, número 002. Instituto Argentino de Investigación de las Zonas Aridas. San Miguel de Tucumán, Argentina. pp. 153-179

Gonzales, B. 2005. Tree species Diversity and Regeneration of Tropical Dry forest in Nicaragua. Ph. D. Thesis. Swedish University of Agricultural science. 2p.

Harcourt C.S and Sayer J.A. 1996. The conservation atlas of tropical forest. The Americas. Simon & Schuster.

Instituto nacional de biodiversidad, Inbio (en línea), consultado 31 marzo 2012, disponible en <http://www.inbio.org.pi/>.

Janzen, D.H. 1988. Management of habitat fragment in a tropical dry forest: growth. Annals of Missouri Botanical Garden 75: 105-116.

Köhler, 2001. Anfibios y Reptiles de Nicaragua. Trad. Calgua E. Managua, NI. 208p

Laurence, W. y E. Yensen (1991). Predicting the impacts of edge effects in fragmented habitats. Biological Conservation 55: 77-92.

Loh, J. y Wackernagel, M. (Eds) 2004. Informe Planeta Vivo, 2004. WWF, Gland.

MAGFOR (Ministerio Agropecuario y Forestal). 2011. Mapa de Uso actual de suelos de Nicaragua. Managua, NI. Esc. 1:50,000.

Martínez-Sánchez. 1990. Biodiversidad Zoológica en Nicaragua. Managua, NI. 144 p.

MARENA (Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales). 1994. Proyecto Nandarola/MARENA- DED, Plan de manejo de la cooperativa Pedro Joaquín Chamorro Cardenal. Proyecto de protección del bosque. Managua, Nicaragua. 35p.

Melo C, *et al.* 2003. Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos/Universidad del Tolima, CRQ, CARDER, CORPOCALDAS, CORTOLIMA, 2002/235 P.

Merriam, G. 1984. Connectivity: a fundamental ecological characteristic of landscape pattern. In: Brandt, J., Agger, P.A. (Eds.), *Methodology in landscape Ecological Research and Planning*, vol. 1. University centre, Roskilde, Demark, pp. 5-15.

McGarigal, K., SA Cushman, MC Neel, and E Ene. 2002. FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst. Available at the following web site: <http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>

Moreno C E. 2001. Métodos para medir la Biodiversidad. M&T-Manuales y tesis SEA. Ed. CYTED (Programa Iberoamericano de ciencia y tecnología para el desarrollo). Vol.1. Zaragoza, ES. 84p

Neter, J. et al. (1996) *Applied Linear Statistical Models*

Ojasti, J. 2000. Manejo de Fauna Silvestre Neotropical. Ed. F, Dallmeier. Washington. 281p.

O'NEILL, R.V.; GARDNER, R.H. y TURNER, M.G. (1992): "A hierarchical neutral model for landscape analysis", *Landscape Ecology*, 7 (1), p. 55-61.

Patton, D. (1975). A diversity index for quantifying habitat edge. *Wildlife Society Bulletin* 394: 171-173.

Pérez A. 2004. Aspectos conceptuales, Análisis Numérico y Publicación de Datos sobre Biodiversidad. Edición e impresión FORCON. Nicaragua, NI 338pv

Pincheira J, JR Rau, Cortes F. 2009. Tamaño y forma de fragmentos de bosque y su relación con la riqueza de especies de árboles y arbustos. *Revista Internacional de Botánica experimental*. No. 78. 121-128.

Ponce, V.L. Montalbán, H. 2005. Banco de semillas del suelo de tres sitios de Nandarola, Nandaime. Trabajo de Diploma. UNA-FARENA. Managua, Nicaragua. 23 Pág.

Rau, J. y A. Gantz (2001). Fragmentación del bosque nativo del sur de Chile: efectos del área y la forma sobre la biodiversidad de aves. *Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción* 72: 109-119.

Ries, L., Fletcher, R. J., Battin, J. y Sisk, T. D. 2004. Ecological responses to habitat edges: Mechanisms, Models, and Variability Explained. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 35: 491–522.

Sabogal C, Valerio L. 1998. Forest composition, structure and regeneration in a dry forest of the Nicaraguan Pacific coast. In: F Dallmeier and J.A. Comiskey (Eds), *Forest Biodiversity in North Central and South America, and the Caribbean: Research and Monitoring*. New York: *man and biosphere Series*, Vol. 21. UNESCO, pp. 187-212.

Saunders et al. 1991. Biological consequences of ecosystem fragmentation: A review. *Conservation Biology* 5: 18-32

Sellers, P. J. (1985) "Canopy reflectance, photosynthesis, and transpiration", *International Journal of Remote Sensing*, 6, 1335-1372.

Stiles & Skutch, 1989. Guía de aves de Costa Rica. 4ta. edición Trad. L. Roselli, illus. D. Garner. Instituto Nacional de Biodiversidad, Heredia, Costa Rica. 576 p

Thomlinson JR, Serran MI, Del M Lopez T, Aide TM, Zimmerman, JK. 1996. Land use dynamic in a post agriculture Puerto Rican landscape (1936-1988). *Biotropica*, 28: 525-536.

# ANEXOS

**Anexo 1.** Vinculación entre las especies efectivas y potenciales con los grupos de hábitats para identificar los hábitats efectivos y potenciales del área de estudio, Nandarola, 2012.

Tipo de especie	Nombre científico	Alimentación	Hábitat	Hábitat dentro del parche
Efectiva	<i>Aimophila ruficauda</i>	Granivoro	Sabanas con vegetación arbustiva, crecimiento de bosques secundarios y ecotonos de bosques	AAPL
	<i>Alouatta palliata</i>	Frugivoro	Ramas de los arboles	ACO
	<i>Amazilia rutila</i>	Nectarivoro	Generalista	Todos
	<i>Ameiva quadriliniata</i>	Insectivoro	Hojarasca	Todos
	<i>Bufo marinus</i>	Omnivoro	Sabanas, áreas deforestadas, Bosques abiertos y bosque secundario	AAML-ACA-AALCH
	<i>Calocitta formosa</i>	Omnivoro	Matorrales, árboles en sabana, bosques caducifolios y de galería	AAPL
	<i>Campephilus guatemalensis</i>	Frugiv-Insectiv	Habitán en dosel y los bordes de los bosques, plantaciones de árboles, bosques de galería.	AAML
	<i>Campylorhynchus rufinucha</i>	Granivoro	Ramas de los arboles	Todos
	<i>Coendou prehensilis</i>	Frugivoro	Matorrales, cuevas, ramas de los arboles	AAPL
	<i>Colinus cristatus</i>	Granivoro	Vegetación arbustiva	AAML-ACL-AALCH
	<i>Columbina inca</i>	Granivoro	Ramas de los arboles	AAPL
	<i>Conophis lineatus</i>	Carnívoro	Áreas abiertas	AAML-ACO-AALCH
	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Insectivoro	Áreas abiertas	AAPL-ACL
	<i>Eumomota supersilliosa</i>	Insectivoro	Ramas de los arboles	AAPL
	<i>Icterus pustulatus</i>	Insectivoro	Áreas abiertas	AAPL
	<i>Iguana iguana</i>	Herbívoro	Ramas de los árboles, copas de los arboles	AAPL
	<i>Leptotila verreauxi</i>	Granivoro	Áreas abiertas	ACL
	<i>Melanerpes hoffmannii</i>	Insectivoro	Especie de dosel	AAPL
	<i>Morocoxys erythropigius</i>	Insectivoro	Matorrales, áreas abiertas	AALCH
	<i>Myiarchus tyrannulo</i>	Insectivoro	Necesita dosel de bosque	AAPL
	<i>Nyctidromus albicollis</i>	Insectivoro	Áreas matorralosos	ACL-AALCH
	<i>Oxybelis aeneus</i>	Carnívoro	Ramas de los arboles	Todos
	<i>Pachyrampus aglaiae</i>	Granivoro	Especie de dosel	AAML-AAPL
	<i>Physalaemus pustulosus</i>	Insectivoro	Charcas, cercas de ríos en áreas boscosas	Todos
	<i>Piaya cayana</i>	Insectivoro	Ramas de los arboles específicamente en las copas	AAPL
	<i>Potos flavus</i>	Frugivoro	Ramas de los arboles	AAPL
	<i>Rinochemys</i>	Omnivoro	Asociados a cuerpos de agua, y a tierra firme	Todos

Tipo de especie	Nombre científico	Alimentación	Hábitat	Hábitat dentro del parche
	<i>pulcherrima</i>			
	<i>Sceloporus squamosus</i>	Insectívoro	Área de matorral	AAML- ACO- AALCH
	<i>Sciurus variegatoides</i>	Frugívoro	Ramas de los árboles, cuevas	ACO
	<i>Thryothorus pleurostictus</i>	Insectívoro	Arbustos, charrales y matorrales con enredaderas	AALCH
	<i>Turdus grayi</i>	Insectívoro	Áreas abiertas	ACA-ACL- AALCH
	<i>Vermivora peregrina</i>	Insectívoro	Ramas de los árboles	AAPL
Potencial	<i>Accipiter bicolor</i>	Carnívoro	Habita en sotobosque, Dosel de bosques vírgenes o intervenido y en bordes de bosques secundarios	AALCH
	<i>Agkistrodon bilineatus</i>	Carnívoro	Bosque seco tropical asociada a cuerpos de agua	Todos
	<i>Agouti paca</i>	Frugívoro	Bosque Húmedo, Bosque de galería, Bosque secundario viejo ( asociada a la <i>Hymenaea courbaril</i> )	AAML
	<i>Amazilia cyanura</i>	Nectarívoro	Toda planta con flores (Asociado a la <i>Inga</i> spp.)	Todos
	<i>Amazilia saucerrottei</i>	Nectarívoro	Habita en el interior, bordes de bosques secos y húmedos, Bosques secundarios viejos, sabanas arbustivas con árboles dispersos	AAML
	<i>Amazilia tzacatl</i>	Nectarívoro	Habita en sabanas arbustivas, dosel e interior del bosque, Bosques de galerías, plantaciones de café y cacao	Todos
	<i>Amazona albifrons</i>	Frugiv-Graniv	Especie de dosel y de los bordes de los bosques semidecíduo y siempreverde, áreas abiertas y árboles dispersos, sabana de bosques y áreas agrícolas (asociado a la <i>Inga</i> )	AAML- ACL
	<i>Amazona auropalliata</i>	Frugiv-Graniv	Habita en el dosel del bosque, borde de los bosques deciduos, de galería y árboles dispersos (asociado al poro poro)	AAML
	<i>Ameiva undulada</i>	Insectívoro	Bosque tropical seco, zonas abiertas	AAML- AAPL- ACL
	<i>Aratinga canicularis</i>	Frugiv-Graniv	Sabana con árboles dispersos, bosques secundarios, bordes de los bosques y dosel (asociado a la <i>Ceiba pentandra</i> )	AAML
	<i>Aratinga holochlora</i>	Frugiv-Graniv	Bosques, matorrales, plantíos, Bordes de la montaña	Todos
	<i>Aratinga nana</i>	Frugívoro	Áreas boscosas o parcialmente taladas, Bordes de bosques y áreas semi abiertas( Asociado a la <i>Hura</i> sp, y a la <i>Psidium guajaba</i> )	Todos
	<i>Arremonops conirostris</i>	Herbívoro	Frecuente matorrales bajos, campos con abundante maleza, cultivos con sombra	ACL- AALCH
	<i>Arremonops rufivirgatus</i>	Graniv- Insectiv	Especie de matorrales denso en el sotobosque de los bosques caducifolios, bosques de galería	ACL- AALCH
	<i>Asturina nitida</i>	Carnívoro	Árboles en sabana, borde de bosques	AAPL
	<i>Ateles geoffroyi</i>	Frugívoro	Ramas de los árboles	AAPL
	<i>Basileuterus rufifrons</i>	Insectívoro	Bosque seco secundario, cafetales y cercas vivas	AAML-

Tipo de especie	Nombre científico	Alimentación	Hábitat	Hábitat dentro del parche
				AAPL-AALCH
	<i>Boa constrictor</i>	Carnívoro	Rastrera, sube a arbustos y matorrales	Todos
	<i>Bombycilla cedrorum</i>	Frugívoro	Habitán en borde de bosque, áreas parcialmente despejadas con crecimiento secundario	Todos
	<i>Brotogeris jugularis</i>	Frugívoro	Bosque seco, Bosque húmedo, Plantaciones, áreas de cultivos.	AAPL-AALCH
	<i>Bufo coccifer</i>	Insectívoro	Generalista	Todos
	<i>Bufo luetkenii</i>	Insectívoro	Bosque Seco tropical Bosque secundario, áreas agrícolas	ACA-ACL-AALCH
	<i>Buteo albicaudatus</i>	Carnívoro	Habita en campos abiertos, sabanas y tierras de cultivos	ACL
	<i>Buteo brachyurus</i>	Carnívoro	Áreas abiertas con árboles dispersos, parches de bosques y sabanas	Todos
	<i>Buteo jamaicensis</i>	Carnívoro	Áreas abiertas o parches de bosques en tierras altas, faldas de volcanes, bordes de bosques y pastizales	Todos
	<i>Buteo magnirostris</i>	Carnívoro	Sabanas, Áreas boscosas, pastizales y Bosques secundarios	Todos
	<i>Buteo platypterus</i>	Carnívoro	Vive en sabanas, áreas abiertas y pastizales	ACL,ACA
	<i>Canis latrans</i>	Carnívoro	Áreas de bosque extensos	Todos
	<i>Cara cara</i>	Carnívoro	Áreas abiertas	ACL,ACA
	<i>Catharus ustulatus</i>	Frugiv-Graniv	Áreas abiertas, bordes de bosque y matorrales húmedos	Todos
	<i>Cercomacra tiranía</i>	Insectívoro	Habita en el sotobosque del bosque húmedo,	AALCH
			especialmente en bordes y claros, se ocultan entre la vegetación	
	<i>Chaetura vauxi</i>	Insectívoro	Vegetación secundaria, bordes de bosque	AAPL
	<i>Chlorostilbon canivetti</i>	Nectarívoro	Borde de bosque y áreas de cultivo	Todos
	<i>Choleopus hoffmanni</i>	Herbívoro	Bosque seco, Bosque húmedo, bosque de galería y bosque secundario	AAPL
	<i>Ciccaba virgata</i>	Insectívoro	Ramas de los árboles	AAPL-AALCH
	<i>Coendou mexicanus</i>	Herbiv-Frugiv	Bosque húmedo, Bosque secundario y bosque nuboso (asociado a la <i>Inga</i> sp y a la <i>cecropia</i> sp)	AAPL
	<i>Columbina talpacoti</i>	Granívoro	Áreas abiertas, suelos desnudos	ACL
	<i>Conepatus mesoleucus</i>	Insectívoro	Bosque seco, Bosques secundario, Áreas intervenidas	AAPL
	<i>Conepatus semistratus</i>	Insectívoro	Ramas de los árboles	AAPL-AALCH
	<i>Contopus cinereus</i>	Insectívoro	Sabanas, Pastizales, Áreas abiertas con árboles dispersos, bosques secundarios, Bordes de potreros, Café con sombra, Matorrales y manglares	AAML
	<i>Contopus cooperi</i>	Insectívoro	Dosel y bordes de bosques, sabanas, pastizales	AAML
	<i>Contopus virens</i>	Insectívoro	Todo tipo de hábitat con árboles y arbustos, dosel de bordes de bosques, sabanas con árboles dispersos, plantaciones de árboles	Todos
	<i>Crax rubra</i>	Carniv-Frugiv	Bosques seco y deciduo, Bosque húmedo Prefieren bosques primarios	Todos
	<i>Ctenosaura similis</i>	Herbívoro	Ramas de los árboles	AAML-

Tipo de especie	Nombre científico	Alimentación	Hábitat	Hábitat dentro del parche
				AAPL
	<i>Dasyprocta punctata</i>	Frugívoro	Cuevas en sotobosque	AALCH
	<i>Dasytus novencintus</i>	Insectívoro	Cuevas bajo la cobertura de los matorrales	AALCH
	<i>Dendrocincla homochroa</i>	Insectívoro	Habitan en el interior y en los bordes de los bosques y zonas parcialmente despejadas, los claros con árboles,	ACA-ACL
			bosques secundarios viejos y bosques de galería.	
	<i>Dendrocolaptes sanctithomae</i>	Carniv-Insectiv	Habita en el dosel, interior y bordes de los bosques, Plantaciones de árboles, Bosques de galería	AAML
	<i>Dendroica magnolia</i>	Insectívoro	Matorral y bosques de galería	Todos
	<i>Dendroica pensylvanica</i>	Insectívoro	Nivel alto y medio del bosque aunque también se encuentra en arbustos y en los bordes de las aperturas y en el follaje	ACL
	<i>Dendroica petechia</i>	Granívoro	Ramas de los arboles	AAPL
	<i>Dendroica townsendi</i>	Insectívoro	Prefiere bosques intervenidos, áreas de claro y de crecimiento secundario	AAML-ACL
	<i>Dendroica virens</i>	Insectívoro	Especie de dosel del bosque y de los bordes, aunque se la encuentra en matorrales y arboles con potreros.	AAML-AAPL-AALCH
	<i>Dermophis mexicanus</i>	Insectívoro	Bosque seco, Plantaciones, zonas previamente boscosas	Todos
	<i>Didelphys marsupialis</i>	Omnívoro	Ramas de los arboles	AAPL
	<i>Eira barbara</i>	Carniv-Insectiv	Áreas de bosque cerrado	AALCH-AALSH
	<i>Elaenia frantzii</i>	Graniv-Insectiv	Habitan en el dosel de bosques montanos, prefieren los bordes y claros, áreas de crecimiento secundario, potreros con arboles	ACA-ACL
	<i>Eleutherodactylus fitzingeri</i>	Insectívoro	Maleza, Bordes de bosque, áreas alteradas	ACA-ACL-AALCH
	<i>Empidonax albigularis</i>	Frugiv-Insectiv	Pantanos con matorral, Áreas de crecimiento secundario muy húmeda, Bordes de potreros empantanados	Todos
	<i>Empidonax flaviventris</i>	Frugiv-Insectiv	Interior y bordes de los bosques, Charrales altos, Bosques secundarios viejos y jóvenes y bosques de galería	AAML-AALCH
	<i>Empidonax minimus</i>	Herbiv-Insectiv	Bordes de bosques, Bosques secundarios viejos, Charrales, Plantaciones de arboles	Todos
	<i>Empidonax virescens</i>	Frugiv-Insectiv	Matorrales abiertos, Áreas de crecimiento secundario joven, Bosques primarios y secundarios (Durante la migración), matorrales y aberturas en el sotobosque, márgenes de los bosques (Durante el invierno)	Todos
	<i>Enullius flavitorques</i>	Carnívoro	Bosque tropical seco hasta el bosque tropical muy húmedo	Todos
	<i>Eugenes fulgens</i>	Nectarívoro	Habitan en la parte alta de los robledales, claros	ACA-ACL
	<i>Euphonia affinis</i>	Frugívoro	Especie de dosel de los bosques caducifolio y de galería aunque se la ve en arboles aislados en potreros y sabanas (asociado a F. Loranthaceae)	AAPL
	<i>Euphonia lanirostris</i>	Frugívoro	Frecuenta bordes de bosque, claros de bosques dispersos (asociado a F. Loranthaceae)	AAPL-ACL

Tipo de especie	Nombre científico	Alimentación	Hábitat	Hábitat dentro del parche
	<i>Euphonia luteicapilla</i>	Frugívoro	Se la encuentra en áreas parcialmente claras, sitios abiertos con árboles y arbustos esparcidos (asociado a F. Loranthaceae)	AAPL-ACL-AALSH
	<i>Falco sparverius</i>	Carnív-Insectív	Áreas abiertas con árboles dispersos	AAML-ACL
	<i>Gonatodes albogularis</i>	Insectívoro	Bosques seco primario, Bosque seco secundario, áreas abiertas e intervenidas	AAML-AALCH
	<i>Guiraca caerulea</i>	Insectívoro	Frecuenta campos agrícolas, matorrales, bordes de bosque caducifolio	Todos
	<i>Gymnophthalmus speciosus</i>	Insectívoro	Habitante del suelo del Bosque seco, Bosque húmedo	Todos
	<i>Habia fuscicauda</i>	Frugív-Insectív	Prefiere sitios de matorrales a los largo de bosque, vegetación en las riberas de los ríos y cultivos acharralados	ACL
	<i>Heliomaster longirostris</i>	Insectív-Nectarív	Habita en dosel y bordes de bosques, Áreas de crecimientos secundarios, potreros sombreados, cafetales y bananeras (asociado a la Erythrina spp, Insectívoro)	Todos
	<i>Helmitheros vermivorus</i>	Insectívoro	Bosques deciduos	Todos
	<i>Hemidactylus frenatus</i>	Insectívoro	Hojarasca, troncos de los árboles, casero	Todos
	<i>Herpailurus yaguarondi</i>	Carnívoro	Bosques secos, Bosques de galería, Bosques húmedos, bosques secundarios, áreas de cultivo	Todos
	<i>Hirundo rustica</i>	Insectívoro	Áreas abiertas, áreas agrícolas y de pastos	ACL,ACA
	<i>Hyla microcephala</i>	Insectívoro	Especie de hábitat alterados	Todos
	<i>Hylocharis eliciae</i>	Nectarívoro	Habita en el interior, bordes de bosques secos y húmedos, Bosques secundarios viejos y jóvenes y bosques de galería	Todos
	<i>Hylocichla mustelina</i>	Frugív-Insectív	Sotobosque, matorrales húmedos, tacotales	AALCH-AALSH
	<i>Hylophilus decurtatus</i>	Insectívoro	Especie de dosel y de los bordes de los bosques, se la encuentra en las copas de los árboles o en ocasiones en piso	AAML-AAPL
	<i>Icterus gabula</i>	Insectívoro	Dosel del bosque, sabanas plantaciones de café, áreas semiabiertas (asociado a Enterolobium cyclocarpum, Bursera simaruba)	ACO-AALCH
	<i>Imantodes gemmistratus</i>	Carnívoro	Bosque seco, Bosque húmedo	AAML-AAPL
	<i>Lampornis calolaema</i>	Nectarívoro	Áreas boscosas en laderas inclinadas, Bosques secundarios, charrales, claros y cafetales (asociado ala Inga sp)	ACL
	<i>Lampropeltis triangulum</i>	Carnívoro	Bosque seco estacionales, Bosque muy húmedo	Todos
	<i>Leopardus pardalis</i>	Carnívoro	Áreas de bosque cerrado	AALCH-AALSH
	<i>Lepidocolaptes affinis</i>	Herbív-Insectív	Habitan en bosques montanos llenos de musgos y epifitas, Claros con árboles dispersos y de crecimiento secundario alto	ACL
	<i>Lepidocolaptes souleyetii</i>	Insectívoro	Viven en el dosel y en los bordes de los bosques, bosques secundarios viejos, plantaciones de árboles, bosques de galería y manglares.	AAML

Tipo de especie	Nombre científico	Alimentación	Hábitat	Hábitat dentro del parche
	<i>Leptodeira nigrofasciata</i>	Carnívoro	Hojarasca	Todos
	<i>Leptodymus pulcherrimus</i>	Carnívoro	Bosque poco intervenido	Todos
	<i>Leptophis mexicanus</i>	Carnívoro	Bosque secundario del bosque seco tropical y bosque húmedo tropical y transición pre montano, bordes de los bosque	AAML- AAPL- AALCH
	<i>Leptotyphlops goudotii</i>	Insectívoro	Bosque seco tropical (asociado a la termita)	Todos
	<i>Leucopternis albicollis</i>	Carniv-Insectiv	Áreas boscosas en terrenos quebrados, Bosques secundarios	Todos
	<i>Liomys salvini</i>	Graniv-Insectiv	Bosque seco y charrales (asociado a <i>Enterolobium cyclocarpum</i> )	AAML- AALCH
	<i>Mabuya unimarginata</i>	Insectívoro	Bosque seco, Bosque húmedo, claros y áreas abiertas creadas por el hombre	AAPL- ACL
	<i>Megarhynchus pitangua</i>	Graniv-Insectiv	Habitán en dosel y bordes húmedos y secos, Bosques secundarios, viejos, jóvenes y pastizales, cafetales con sombras, áreas agrícolas y sabanas con árboles dispersos	AAPL
	<i>Mephitis macroura</i>	Carnívoro	Bosques húmedos, Bosques secos, Bosques de galería y Bosques secundarios	AAPL
	<i>Micrurus nigrocintus</i>	Carnívoro	Hojarasca, grietas	AALCH
	<i>Mionectes oleagineus</i>	Herbiv-Frugiv-Insectiv	Habitán en niveles bajos de bosques húmedos, Áreas despejadas, Claros cercanos al bosque, con árboles dispersos	ACA-ACL
	<i>Mniotilta varia</i>	Insectívoro	Especie de matorrales aunque también se la encuentra árboles de buen tamaño, en zonas intervenidas	AAML- AAPL- AALCH
	<i>Momotus momota</i>	Carniv-Frugiv-Insectiv	Habitán en los bordes de los bosques húmedos, secos y de galerías, barrancos con árboles, Bosques secundarios, plantaciones de café y banano, áreas semi abiertas	Todos
	<i>Myiarchus crinitus</i>	Graniv-Insectiv	Dosel y en los bordes de los bosques, bosques secundarios viejos, áreas parcialmente despejadas, charrales altos, plantaciones de árboles y bosques de galería	AAML- AALSH
	<i>Myiodynastes luteiventris</i>	Insectívoro	Habita en el dosel del bosque y en los bordes de los bosques seco y muy húmedo, áreas abiertas de vegetación	AAPL
	<i>Myiopagis viridicata</i>	Frugiv-Graniv-Insectiv	Prefiere rodales de crecimiento secundario, cercanos a quebradas, Bosques secos en los bordes y partes abiertas	ACA-ACL
	<i>Myiozetetes similis</i>	Insectívoro	Especie de borde de los bosques, pastizales, claros. Árboles dispersos, cafetales y manglares a las orillas de los ríos	AAPL- ACL
	<i>Nassua narica</i>	Carnívoro	Matorrales	Todos
	<i>Ninia sebae</i>	Carnívoro	Bosque seco tropical, bosque húmedo	Todos
	<i>Norops cupreus</i>	Insectívoro	Bosque seco, Bosque húmedo	Todos
	<i>Norops humilis</i>	Insectívoro	Bosque secundario, Bosque primario	Todos
	<i>Norops limifrons</i>	Insectívoro	Áreas abiertas	AAML-

Tipo de especie	Nombre científico	Alimentación	Hábitat	Hábitat dentro del parche
				ACO-AALCH
	<i>Notharcus macrorhynchus</i>	Insectívoro	Dosel de bosque semi abierto y vegetación secundaria	AAPL
	<i>Nyctibios griseus</i>	Insectívoro	Ramas de los arboles	AAPL-ACL
	<i>Odocoileus virginianus</i>	Frugiv-Herbiv	Áreas abiertas, y cerradas del dosel	AAPL
	<i>Oligoryzomys fulvescens</i>	Nectarívoro	Bosque seco, bosque secundario, bosque húmedo, charrales y vegetación alterada	AAML-ACA-AALCH
	<i>Oporornis philadelphia</i>	Graniv-Insectiv	Matorrales bajos en crecimiento (asociado a la Cecropia spp)	Todos
	<i>Otus cooperi</i>	Insectívoro	En el interior de bosques cerrados	AAPL
	<i>Passerina ciris</i>	Granívoro	Cobertura densa de crecimiento secundario con matorrales, potreros abandonados	Todos
	<i>Passerina cyanea</i>	Granívoro	Sabanas, bordes y área de cultivo. Vegetación semi abierta.	ACL,ACA
	<i>Peromyscus mexicanus</i>	Nectarívoro	Bosque seco, Plantaciones de caña y Bosque secundario	AAML-ACA-AALCH
	<i>Pheucticus ludovicianus</i>	Frugiv-Graniv	Especie que se mantiene en lo alto de los árboles parcialmente despejados, bordes de bosque y árboles aislados	AAPL
	<i>Philander opossum</i>	Omnívoro	Generalista	AAPL-AALCH
	<i>Picus rubiginosus</i>	Insectívoro	Habitan dosel y bordes de los bosques, bosques secundarios viejos, plantaciones de árboles, árboles que bordean cultivos y plantaciones de café	AAML
	<i>Piranga ludoviciana</i>	Frugiv-Insectiv	Especie de dosel del bosque caducifolio y matorrales en áreas parcialmente claras en crecimientos secundarios	AAPL-ACL
	<i>Piranga olivacea</i>	Frugiv-Insectiv	Especie de dosel y de borde de bosque, áreas parcialmente despejadas y zonas matorralosas	AAPL-AAML-ACL
	<i>Piranga rubra</i>	Frugiv-Insectiv	Frecuenta el dosel y los bordes de los bosque perrenifolios y caducifolios, árboles en potreros	AAML-AAPL-AALCH
	<i>Pitangus sulfuratus</i>	Insectívoro	Ramas de árboles principalmente aislados	AAPL
	<i>Platyrinchus cancrornis</i>	Insectívoro	Sotobosque de bosques secos y húmedos, Bosques de galería	AALCH
	<i>Polioptila plumbea</i>	Omnívoro	Especie de dosel del bosque, arbustiva y sotobosque	AAPL-AALCH-AALSH
	<i>Porthidium ophryomegas</i>	Carnívoro	Bosque seco tropical y bosque húmedo tropical	Todos
	<i>Psarocolius montezuma</i>	Insectívoro	Frecuenta árboles aislados en claros aunque también se adentra al dosel de bosque	ACL
	<i>Pteroglossus torquatus</i>	Frugívoro	Dosel medio y alto del bosque, vegetación secundaria	AAPL
	<i>Puma concolor</i>	Carnívoro	Áreas de bosque cerrado	AALCH-AALSH

Tipo de especie	Nombre científico	Alimentación	Hábitat	Hábitat dentro del parche
	<i>Ramphastos sulfuratus</i>	Frugiv-Graniv	Habitan en dosel y bordes de los bosques, Bosques secundarios, plantaciones de cacao	AAPL
	<i>Ramphocaenus melanurus</i>	Insectívoro	vegetación densa y enmarañada a lo largo del borde del bosque	AALCH
	<i>Rhynchocyclus brevirostris</i>	Graniv-Insectiv	Parte alta de sotobosque, Niveles medios del Bosque húmedo, Áreas de crecimiento secundario	AALCH
	<i>Saltator atriceps</i>	Frugiv-Insectiv	Potreros con matorrales, cultivos y bordes de bosques	Todos
	<i>Sceloporus variabilis</i>	Insectívoro	Bosque secundario, Bosque primario, Bosque seco tropical	AAML-AAPL
	<i>Scolecophis atrocinctus</i>	Carnívoro	Bosque seco tropical, bosque húmedo tropical.	Todos
	<i>Seiurus aurocapillus</i>	Insectívoro	Especie de sotobosque, áreas de crecimiento y matorrales con una capa arbustiva bien desarrollada	Todos
	<i>Senticolis triaspis</i>	Carnívoro	Bosque seco tropical	Todos
	<i>Setophaga rutinilla</i>	Insectívoro	Frecuenta los niveles medios y altos del bosque, zonas de crecimiento secundario y matorrales bajos	AAML-AAPL-AALCH
	<i>Sibon anthracops</i>	Carnívoro	Vegetación baja del bosque seco tropical	AAPL-AALCH
	<i>Sibon nebulatus</i>	Carnívoro	Bosque seco hasta bosque húmedo tropical	AAML-AAPL
	<i>Sigmodon hispidus</i>	Frugiv-Graniv-Insectiv	Bosque seco, bosque húmedo, charrales, sabanas arboladas, plantaciones de caña	AAML-AALCH
	<i>Sittasomus griseicapillus</i>	Insectívoro	Habita en el dosel, interior y bordes de los bosques, Plantaciones de árboles, Bosques de galería	AAML
	<i>Spilogale putorius</i>	Carniv-Omniv	Bosque seco	AAPL
	<i>Spilotes pullatus</i>	Carnívoro	Habita en lugares terrestres como arborícola	Todos
	<i>Spiza americana</i>	Granívoro	Prefiere áreas despejadas con zacate (asociado a zacate <i>Panicum máximum</i> )	ACL,ACA
	<i>Sturnella magna</i>	Insectívoro	Sabanas cubiertas de zacate y hierbas, campos de cultivo	ACL-AALCH
	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	Herbívoro	Bosque húmedo, Bosque secundario, pastizales y Charrales	Todos
	<i>Tamandua tetradactyla</i>	Insectívoro	Ramas de los arboles	AAPL
	<i>Tayassu tajacu</i>	Frugívoro	Bosque de sabana, de hoja ancha y bosque subtropical	Todos
	<i>Thamnophilus doliatus</i>	Insectívoro	Habitan en el interior y bordes de los bosques, Bosques secundarios, Bosques deciduos y de galería	AAML
	<i>Thryothorus modestus</i>	Insectívoro	Vive en la maleza, áreas de crecimiento secundario y denso, potreros y matorrales	AALCH
	<i>Tiaris olivácea</i>	Granívoro	Frecuenta campos enmalezados, potreros y pastizales	AALCH
	<i>Tityra semifasciata</i>	Frugiv-Insectiv	Esta especie se desarrolla en el dosel y en los bordes de los bosques, bosques secundarios viejos, café y áreas de cultivo	AAML-AAPL
	<i>Tolmomyias sulphurescens</i>	Graniv-Insectiv	Dosel del bosque de áreas secas, crecimiento secundario, regiones húmedas solo en arboledas despejadas	AAML
	<i>Trimorphodon biscutatus</i>	Carnívoro	Bosque tropical seco	Todos

Tipo de especie	Nombre científico	Alimentación	Hábitat	Hábitat dentro del parche
	<i>Troglodytes aedon</i>	Insectívoro	Matorrales, áreas de crecimiento secundario y bordes de los ríos	AAPL-ACL
	<i>Trogon melanocephalus</i>	Insectívoro	Ramas de los árboles	AAPL
	<i>Trogon violaceus</i>	Frugiv-Insectiv	Habita en Bosques tropicales	Todos
	<i>Tropidodipsas sartorio</i>	Carnívoro	Bosque secundario	Todos
	<i>Tyrannus forficatus</i>	Insectívoro	Vive en sabanas, pastizales, áreas humanizadas y sub humanizadas.	Todos
	<i>Vermivora celata</i>	Frugiv-Nectariv	Áreas abiertas, en general especie de dosel y de borde de los bosques	AAPL
	<i>Vireo flavifrons</i>	Insectívoro	Especie de dosel del bosques, áreas de crecimiento secundario, árboles en zonas parcialmente despejada y cafetales	AAML-AAPL-AALCH
	<i>Vireo flavoviridis</i>	Insectívoro	Frecuenta la copa de los árboles en los claros, sabanas y el dosel de los niveles intermedios del bosque caducifolio	AAPL-ACL
	<i>Vireo gilvus</i>	Insectívoro	Árboles despejados y sabana, por lo general permanece en las copas altas	AAPL
	<i>Vireo olivaceus</i>	Insectívoro	Especie generalista se la encuentra casi en todas partes desde árboles asta matorrales dosel y bordes de los bosques	Todos
	<i>Vireo philadelphicus</i>	Insectívoro	Prefiere los bordes de los bosques secos, cafetales y jardines	AAML-AAPL-AALCH
	<i>Volatinia jacarina</i>	Frugiv-Graniv	Matorrales bajos, sitios con arbustos, herbaceras y gramíneas. (asociado a <i>Cecropia spp</i> )	AAML-AALCH
	<i>Wilsonia canadensis</i>	Herbívoro	Prefiere áreas de matorrales, áreas de crecimiento secundario y cafetales	Todos
	<i>Wilsonia citrina</i>	Insectívoro	Matorrales bajos, bosque secundarios y bordes de bosque	Todos
	<i>Wilsonia pusilla</i>	Insectívoro	Especie de dosel del bosque y de los bordes, cafetales, cultivos, matorrales y vegetación arbustiva	AAPL
	<i>Cathartes aura</i>	Carroñero	Áreas abiertas	Todos
	<i>Cebus capucinus</i>	Frugívoro	Ramas de los árboles	AAPL
	<i>Coragyps atratus</i>	Carroñero	Áreas abiertas	Todos
	<i>Heliomaster constantii</i>	Nectarívoro	Habita en dosel y bordes de bosque seco, bosques de galería, plantaciones de café y banano, sabanas sombreadas	Todos
	<i>Sarcoramphus papa</i>	Carnívoro	Bosques deciduos, Bosques húmedos	Todos
	<i>Zenaida asiatica</i>	Granívoro	Ramas de los árboles	ACO

**Anexo 2.** Familias y nombre científico de las especies de plantas determinadas en las parcelas de muestreo establecidas en ésta investigación.

<b>Familia</b>	<b>Nombre Científico</b>	<b>Forma de Vida</b>
ACANTHACEAE	<i>Aphelandra scabra</i>	Arbusto
	<i>Ruellia inundata</i>	Hierba
ANACARDIACEAE	<i>Spondias mombin</i>	Árbol
APOCYNACEAE	<i>Stemmadenia donnell-smithii</i>	Árbol
ARACEAE	<i>Anthurium sp</i>	Hierba
ARECACEAE	<i>Bactris</i>	Palma
ASTERACEAE	<i>Delilia biflora</i>	Hierba
	<i>Desconocida1</i>	Hierba
BIGNONIACEAE	<i>Amphilophium sp</i>	Bejuco
	<i>Ceratophytum sp</i>	Bejuco
	<i>Cydista diversifolia</i>	Bejuco
	<i>Tabebuia ochracea</i>	Árbol
BORAGINACEAE	<i>Cordia alliodora</i>	Árbol
BURSERACEAE	<i>Bursera simaruba</i>	Árbol
CAESALPINIACEAE	<i>Bauhinia unguolata</i>	Árbol
	<i>Hymenaea courbaril</i>	Árbol
CAMPANULACEAE	<i>Ipomoea trifida</i>	Hierba
COMBRETACEAE	<i>Combretum farinosum</i>	Arbusto
CONVOLVULACEAE	<i>Ipomoea trifida</i>	Bejuco
CUCURBITACEAE	<i>Mormodica charantia</i>	Bejuco
EBENACEAE	<i>Diospyros salicifolia</i>	Árbol
EUPHORBIACEAE	<i>Adelia barbinervis</i>	Arbusto
FABACEAE	<i>Dalbergia retusa</i>	Árbol
	<i>Diphysa americana</i>	Árbol
	<i>Gliricidia sepium</i>	Árbol
	<i>Lonchocarpus minimiflorus</i>	Árbol
	<i>Myrospermun frutescens</i>	Árbol
FLACOURTIACEAE	<i>Casearia corymbosa</i>	Árbol
HIPPOCRATEACEAE	<i>Hippocratea rosea</i>	Árbol
MIMOSACEAE	<i>Acacia collinsii</i>	Árbol
	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Árbol
MORACEAE	<i>Dorstenia contrajerva</i>	Hierba
MYRSINACEAE	<i>Desconocida2</i>	Árbol
POACEAE	<i>Lasiacis oaxacensis</i>	Hierba
	<i>Panicum trichoides</i>	Hierba
RUBIACEAE	<i>Calycophyllum candidissimum</i>	Árbol
	<i>Chomelia speciosa</i>	Árbol

Familia	Nombre Científico	Forma de Vida
	<i>Genipa americana</i>	Árbol
	<i>Randia armata</i>	Árbol
SAPINDACEAE	<i>Thouinidium decandrum</i>	Árbol
SCHIZAEACEAE	<i>Lygodium venustum</i>	Bejuco
SELAGINELLACEAE	<i>Selaginella mesenterica</i>	Hierba
SMILACACEAE	<i>Smilax spinosa</i>	Bejuco
STERCULIACEAE	<i>Byrneria aculeata</i>	Bejuco
	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Árbol
THEOPHRASTACEAE	<i>Bonellia nervosa</i>	Árbol

**Anexo 3.** Clases y nombres científicos de las especies de efectivas y potenciales con las que se trabajaron en la investigación en la comarca La Chipopa, para determinar hábitats efectivos y potenciales.

Tipo de especie	Clase	Nombre científico
Efectiva	Anfibios	<i>Bufo marinus</i> <i>Physalaemus pustulosus</i>
	Aves	<i>Aimophila ruficauda</i> <i>Amazilia rutila</i> <i>Calocitta Formosa</i> <i>Campephilus guatemalensis</i> <i>Campylorynchus rufinucha</i> <i>Colinus cristatus</i> <i>Columbina inca</i> <i>Crotophaga sulcirostris</i> <i>Eumomota supersiliosa</i> <i>Icterus pustulatus</i> <i>Leptotila verreauxi</i> <i>Melanerpes hofmannii</i> <i>Morocoxys erythropigiis</i> <i>Myiarchus tyrannulo</i> <i>Nyctidromus albicollis</i> <i>Pachyrampus aglaiae</i> <i>Piaya cayana</i> <i>Thryothorus pleurostictus</i> <i>Turdus grayi</i>
		<i>Vermivora peregrina</i>
	Mamíferos	<i>Aluatta palliata</i> <i>Coendou prehensilis</i> <i>Potos flavus</i>

Tipo de especie	Clase	Nombre científico
	Reptiles	<i>Sciurus variegatoides</i> <i>Ameiva quadriliniata</i> <i>Conophis lineatus</i> <i>Iguana iguana</i> <i>Oxybelis aeneus</i> <i>Rinochemys pulcreminas</i> <i>Sceloporus squamosus</i>
Ninguno	Anfibios	<i>Agalychnis callidryas</i> <i>Bolitoglossa mombachoensis</i> <i>Eleutherodactylus laevisissimus</i> <i>Phrynohyas venulosa</i> <i>Smilisca baudinii</i>
	Aves	<i>Anas discors</i> <i>Archilochus colubris</i> <i>Buarremon brunneinuchus</i> <i>Bubulcus ibis</i> <i>Camptostoma imberbe</i> <i>Catharus minimus</i> <i>Centroamericana Jacana spinosa</i> <i>Chiroxiphia linearis</i> <i>Ciccaba nigrolineata</i> <i>Claravis pretiosa</i> <i>Coccyzus minor</i> <i>Columba flavirostris</i> <i>Corapipo altera</i> <i>Cyanerpes cyaneus</i> <i>Dendrocincla fuliginosa</i> <i>Egretta tricolor</i> <i>Elanoides forficatus</i> <i>Empidonax flavescens</i> <i>Eucometis penicillata</i> <i>Euphonia hirundinacea</i> <i>Gallinula chloropus</i> <i>Habia rubica</i> <i>Himantopus mexicanus</i>
		<i>Ictinia plumbea</i> <i>Leptotila rufaxilla</i> <i>Myiarchus tuberculifer</i> <i>Oncostoma cinereigulare</i> <i>Oporornis formosus</i> <i>Pandion haliaetus</i>

Tipo de especie	Clase	Nombre científico
		<i>Parula pitiayumi</i> <i>Penélope purpurascens</i> <i>Phaethornis longuemareus</i> <i>Phalacrocorax brasilianus</i> <i>Piranga leucoptera</i> <i>Prorphyryla martinico</i> <i>Quiscalus mexicanus</i> <i>Tachybaptus dominicus</i> <i>Thryothorus rufalbus</i> <i>Todirostrum cinereum</i> <i>Tolmomyias assimilis</i> <i>Xenops minutus</i> <i>Xiphorhynchus flavigaster</i>
	Mamíferos	<i>Marmosa mexicana</i> <i>Mustela frenata</i> <i>Panthera onca</i> <i>Procyon lotor</i>
	Reptiles	<i>Caiman crocodilus</i> <i>Coniophanes bipunctatus</i> <i>Dryadophis melanolomus</i> <i>Drymobius margaritiferus</i> <i>Norops biporcatus</i> <i>Oxybelis fulgidu</i> <i>Thamnophis marcianus</i> <i>Trachemys scripta</i>
Potencial	Anfibios	<i>Bufo coccifer</i> <i>Bufo luetkenii</i> <i>Dermophis mexicanus</i> <i>Eleutherodactylus fitzingeri</i> <i>Hyla microcephala</i>
	Aves	<i>Accipiter bicolor</i> <i>Cathartes aura</i> <i>Coragyps atratus</i> <i>Helimaster constantii</i>
		<i>Sarcoramphus papa</i> <i>Zenaida asiatica</i> <i>Amazilia cyanura</i> <i>Amazilia saucerrottei</i> <i>Amazilia tzacatl</i> <i>Amazona albifrons</i> <i>Amazona auropalliata</i>

Tipo de especie	Clase	Nombre científico
		<i>Aratinga canicularis</i> <i>Aratinga holochlora</i> <i>Aratinga nana</i> <i>Arremonops conirostris</i> <i>Arremonops rufivirgatus</i> <i>Asturina nitida</i> <i>Basileuterus rufifrons</i> <i>Bombcilla cedrorum</i> <i>Brotogeris jugularis</i> <i>Buteo albicaudatus</i> <i>Buteo brachyurus</i> <i>Buteo jamaicensis</i> <i>Buteo magnirostris</i> <i>Buteo platypterus</i> <i>Cara cara</i> <i>Catharus ustulatus</i> <i>Cercomacra tiranía</i> <i>Chaetura vauxi</i> <i>Chlorostilbon canivetti</i> <i>Ciccaba virgata</i> <i>Columbina talpacoti</i> <i>Contopus cinereus</i> <i>Contopus cooperi</i> <i>Contopus virens</i> <i>Crax rubra</i> <i>Dendrocincla homochroa</i> <i>Dendrocolaptes sanctithomae</i> <i>Dendroica magnolia</i> <i>Dendroica pensylvanica</i> <i>Dendroica petechia</i> <i>Dendroica townsendi</i> <i>Dendroica virens</i> <i>Elaenia frantzii</i>
		<i>Empidonax albigularis</i> <i>Empidonax flaviventris</i> <i>Empidonax minimus</i> <i>Empidonax virescens</i> <i>Eugenes fulgens</i> <i>Euphonia affinis</i> <i>Euphonia laniirostris</i> <i>Euphonia luteicapilla</i>

Tipo de especie	Clase	Nombre científico
		<i>Falco sparverius</i> <i>Guiraca caerulea</i> <i>Habia fuscicauda</i> <i>Helimaster longirostris</i> <i>Helmitheros vermivorus</i> <i>Hirundo rustica</i> <i>Hylocharis eliciae</i> <i>Hylocichla mustelina</i> <i>Hylophilus decurtatus</i> <i>Icterus galbula</i> <i>Lampornis calolaema</i> <i>Lepidocolaptes affinis</i> <i>Lepidocolaptes souleyetii</i> <i>Leucopternis albicollis</i> <i>Megarhynchus pitangua</i> <i>Mionectes oleagineus</i> <i>Mniotilta varia</i> <i>Momotus momota</i> <i>Myiarchus crinitus</i> <i>Myiodynastes luteiventris</i> <i>Myiopagis viridicata</i> <i>Myiozetetes similis</i> <i>Notharcus macrorhynchus</i> <i>Nyctibios griseus</i> <i>Oporornis philadelphia</i> <i>Otus cooperi</i> <i>Passerina ciris</i> <i>Passerina cyanea</i> <i>Pheucticus ludovicianus</i> <i>Piculus rubiginosus</i> <i>Piranga ludoviciana</i> <i>Piranga olivacea</i>
		<i>Piranga rubra</i> <i>Pitangus sulfuratus</i> <i>Platyrinchus cancrominus</i> <i>Polioptila plumbea</i> <i>Psarocolius montezuma</i> <i>Pteroglossus torquatus</i> <i>Ramphastos sulfuratus</i> <i>Ramphocaenus melanurus</i> <i>Rhynchocyclus brevirostris</i>

Tipo de especie	Clase	Nombre científico
		<i>Saltator atriceps</i> <i>Seiurus aurocapillus</i> <i>Setophaga rutinilla</i> <i>Sittasomus griseicapillus</i> <i>Spiza americana</i> <i>Sturnella magna</i> <i>Thamnophilus doliatus</i> <i>Thryothorus modestus</i> <i>Tiaris olivacea</i> <i>Tityra semifasciata</i> <i>Tolmomyias sulphurescens</i> <i>Troglodytes aedon</i> <i>Trogon melanocephalus</i> <i>Trogon violaceus</i> <i>Tyrannus forficatus</i> <i>Vermivora celata</i> <i>Vireo flavifrons</i> <i>Vireo flavoviridis</i> <i>Vireo gilvus</i> <i>Vireo olivaceus</i> <i>Vireo philadelphicus</i> <i>Volatinia jacarina</i> <i>Wilsonia canadensis</i> <i>Wilsonia citrina</i> <i>Wilsonia pusilla</i>
	Mamíferos	<i>Agouti paca</i> <i>Cebus capucinus</i> <i>Ateles geoffroyi</i> <i>Canis latrans</i> <i>Choleopus hoffmanni</i> <i>Coendou mexicanus</i>
		<i>Conepatus mesoleucus</i> <i>Conepatus semistratus</i> <i>Dasyprocta punctata</i> <i>Dasypus novencintus</i> <i>Didelphys marsupialis</i> <i>Eira barbara</i> <i>Herpailurus yaguarondi</i> <i>Leopardus pardalis</i> <i>Liomys salvini</i> <i>Mephitis macroura</i>

Tipo de especie	Clase	Nombre científico
		<i>Nassua narica</i> <i>Odocoileus virginianus</i> <i>Oligoryzomys fulvescens</i> <i>Peromyscus mexicanus</i> <i>Philander opossum</i> <i>Puma concolor</i> <i>Sigmodon hispidus</i> <i>Spilogale putorius</i> <i>Sylvilagus brasiliensis</i> <i>Tamandua tetradactyla</i> <i>Tayassu tajacu</i>
	Reptiles	<i>Agkistrodon bilineatus</i> <i>Ameiva undulada</i> <i>Boa constrictor</i> <i>Ctenosaura similis</i> <i>Enulus flavitorques</i> <i>Gonatodes albogularis</i> <i>Gymnophthalmus speciosus</i> <i>Hemidactylus frenatus</i> <i>Imantodes gemmistratus</i> <i>Lampropeltis triangulum</i> <i>Leptodeira nigrofasciata</i> <i>Leptodymus pulcherrimus</i> <i>Leptophis mexicanus</i> <i>Leptotyphlops goudotii</i> <i>Mabuya unimarginata</i> <i>Micrurus nigrocinctus</i> <i>Ninia sebae</i> <i>Norops cupreus</i> <i>Norops humilis</i>
		<i>Norops limifrons</i> <i>Porthidium ophryomegas</i> <i>Sceloporus variabilis</i> <i>Scolecophis atrocinctus</i> <i>Senticolis triaspis</i> <i>Sibon anthracops</i> <i>Sibon nebulatus</i> <i>Spilotes pullatus</i> <i>Trimorphodon biscutatus</i> <i>Tropidodipsas sartorio</i>

**Anexo 4.** Tabla general de métrica de área en el paisaje.

Clases de Uso	NP	Área total (ha)	Área total (%)
Agua	68	4,887.11	1%
Áreas humanizadas	15	281.26	0%
Arroz bajo riego	1	518.84	0%
Bosque latifoliado cerrado	341	18,696.10	3%
Bosque latifoliado abierto	4	8.05	0%
Café con sombra	33	5,834.24	1%
Caña de azúcar	21	5,482.83	1%
Centro poblado	8	205.90	0%
Cultivos anuales	418	29,048.85	4%
Cultivos/pastos	809	220,367.19	34%
Matorrales/malezas	743	30,624.22	5%
Musaceas	3	26.21	0%
Pastizales	46	1,527.88	0%
Tacotales	361	314,937.69	48%
Tierra sujeta a inundación	8	156.64	0%
Vegetación arbustiva	1,218	17,541.69	3%
Vegetación herbácea	20	1,455.81	0%
<b>TOTAL</b>	<b>4,117</b>	<b>651,600.51</b>	<b>100%</b>

**Anexo 5.** Resumen estadístico para la variable área.

Clase de cobertura	n	Media	D.E.	CV	Asimetría	Curtosis
Agua	500	9.77	208.31	2,131.19	22.35	499.70
Áreas Humanizadas	500	0.56	4.66	828.50	9.13	84.59
Arroz bajo riego	500	1.04	13.37	1,288.40	12.83	163.31
Bosque latifoliado abierto	500	0.02	0.36	2,236.07	22.36	500.00
Bosque latifoliado cerrado	500	37.39	217.21	580.91	6.19	36.62
cultivos anuales	500	58.10	144.06	247.95	3.31	11.01
caña de azúcar	500	10.97	112.85	1,029.09	15.25	261.54
café con sombra	500	11.67	111.32	954.04	10.91	118.67
centro poblados	500	0.41	8.45	2,051.30	22.08	491.12
cultivos/pasto	500	440.73	934.93	212.13	2.08	2.62
matorral/maleza	500	61.25	219.76	358.80	4.39	19.03
musácea	500	0.05	0.83	1,579.55	15.76	247.48
pasto	500	3.06	15.68	513.18	6.01	37.45
tacotales	500	629.88	909.25	144.35	1.20	-0.21
tierras sujetas a inundación	500	0.31	4.95	1,579.55	15.76	247.48
vegetación arbustiva	349	50.26	56.68	112.76	2.13	4.66

vegetación herbácea	500	2.91	29.45	1,011.40	11.86	144.18
---------------------	-----	------	-------	----------	-------	--------

**Anexo 6.** Promedios de índice de forma para cada clase de cobertura.

Clase de cobertura	NP	Promedio Shape Idx
Agua	68	1.48
Áreas humanizadas	15	1.33
Arroz bajo riego	1	2.05
Bosque latifoliado cerrado	341	1.29
Bosque latifoliado abierto	4	1.24
Café con sombra	33	1.53
Caña de azúcar	21	1.50
Centro poblado	8	1.32
Cultivos anuales	418	1.45
Cultivos/pastos	809	1.35
Manglar	5	1.29
Matorrales/malezas	743	1.30
Musaceas	3	1.30
Pastizales	46	1.35
Tacotales	361	1.56
Tierra sujeta a inundación	8	1.39
Vegetación arbustiva	1,218	1.33
Vegetación herbácea	20	1.46

**Anexo 7.** Resumen estadístico de la variable forma.

CLASEUSO	Media	D.E.	CV	Mín.	Máx.	Asimetría	Curtosis
Agua	1.63	0.64	39.26	1.07	2.75	0.93	-0.80
Áreas humanizadas	1.49	0.31	20.78	1.22	2.00	0.82	-0.70
Arroz bajo riego	2.05	0.00	0.00	2.05	2.05	0.00	sd
Bosque latifoliado cerrado	2.29	1.28	56.03	1.12	4.59	1.08	-0.44
Bosque latifoliado abierto	1.17	0.00	0.00	1.17	1.17	sd	sd
Café con sombra	1.89	0.78	40.94	1.17	3.50	1.26	0.42
Caña de azúcar	1.51	0.27	17.95	1.13	1.98	0.25	-1.33
Centro poblado	1.45	0.33	23.03	1.22	1.69	sd	sd
Cultivos anuales	2.26	1.02	45.20	1.10	4.64	1.11	0.18
Cultivos/pastos	3.46	2.79	80.53	1.07	8.98	1.16	-0.22
Matorrales/malezas	2.18	1.02	46.93	1.09	4.42	1.15	0.23
Musaceas	1.27	0.00	0.00	1.27	1.27	sd	sd
Pastizales	1.82	0.56	30.63	1.09	2.61	0.31	-1.68

<b>Tacotales</b>	3.65	2.68	73.32	1.07	8.53	0.87	-0.95
<b>Tierra sujeta a inundación</b>	1.56	0.00	0.00	1.56	1.56	sd	sd
<b>Vegetación arbustiva</b>	2.11	0.79	37.71	1.08	4.14	0.87	0.08
<b>Vegetación herbácea</b>	1.99	0.87	43.57	1.19	3.19	0.54	-1.59

**Anexo 8.** Promedio de índice de dimensión fractal.

<b>Clase de cobertura</b>	<b>NP</b>	<b>Promedio Frac Dim</b>
<b>Agua</b>	68	1.28
<b>Áreas humanizadas</b>	15	1.31
<b>Arroz bajo riego</b>	1	1.30
<b>Bosque latifoliado cerrado</b>	341	1.25
<b>Bosque latifoliado abierto</b>	4	1.35
<b>Café con sombra</b>	33	1.33
<b>Caña de azúcar</b>	21	1.35
<b>Centro poblado</b>	8	1.33
<b>Cultivos anuales</b>	418	1.30
<b>Cultivos/pastos</b>	809	1.34
<b>Manglar</b>	5	1.28
<b>Matorrales/malezas</b>	743	1.34
<b>Musaceas</b>	3	1.33
<b>Pastizales</b>	46	1.34
<b>Tacotales</b>	361	1.29
<b>Tierra sujeta a inundación</b>	8	1.34
<b>Vegetación arbustiva</b>	1,218	1.33
<b>Vegetación herbácea</b>	20	1.35

**Anexo 9.** Resumen estadístico de la variable dimensión fractal.

<b>CLASEUSO</b>	<b>n</b>	<b>Media</b>	<b>D.E.</b>	<b>CV</b>	<b>Mín.</b>	<b>Máx.</b>	<b>Asimetría</b>	<b>Curtosis</b>
<b>Agua</b>	12	1.63	0.64	39.26	1.07	2.75	0.93	-0.80
<b>Áreas humanizadas</b>	10	1.49	0.31	20.78	1.22	2.00	0.82	-0.70
<b>Arroz bajo riego</b>	3	2.05	0.00	0.00	2.05	2.05	0.00	sd
<b>Bosque latifoliado cerrado</b>	56	2.29	1.28	56.03	1.12	4.59	1.08	-0.44
<b>Bosque latifoliado abierto</b>	1	1.17	0.00	0.00	1.17	1.17	sd	sd
<b>Café con sombra</b>	27	1.89	0.78	40.94	1.17	3.50	1.26	0.42
<b>Caña de azúcar</b>	22	1.51	0.27	17.95	1.13	1.98	0.25	-1.33
<b>Centro poblado</b>	2	1.45	0.33	23.03	1.22	1.69	sd	sd
<b>Cultivos anuales</b>	212	2.26	1.02	45.20	1.10	4.64	1.11	0.18
<b>Cultivos/pastos</b>	347	3.46	2.79	80.53	1.07	8.98	1.16	-0.22

<b>Matorrales/malezas</b>	157	2.18	1.02	46.93	1.09	4.42	1.15	0.23
<b>Musáceas</b>	2	1.27	0.00	0.00	1.27	1.27	sd	sd
<b>Pastizales</b>	30	1.82	0.56	30.63	1.09	2.61	0.31	-1.68
<b>Tacotales</b>	500	3.65	2.68	73.32	1.07	8.53	0.87	-0.95
<b>Tierra sujeta a inundación</b>	2	1.56	0.00	0.00	1.56	1.56	sd	sd
<b>Vegetación arbustiva</b>	349	2.11	0.79	37.71	1.08	4.14	0.87	0.08
<b>Vegetación herbácea</b>	11	1.99	0.87	43.57	1.19	3.19	0.54	-1.59

**Anexo 10.** Promedio de índice de borde.

<b>CLASE</b>	<b>Prom Índice de borde</b>
<b>Arroz bajo riego</b>	9,541.59
<b>Caña de azúcar</b>	6,921.54
<b>Tacotales</b>	3,721.31
<b>Café con sombra</b>	3,410.26
<b>Vegetación herbácea</b>	2,387.46
<b>Agua</b>	2,040.64
<b>Cultivos anuales</b>	1,686.77
<b>Centro poblado</b>	1,610.57
<b>Pastizales</b>	1,521.42
<b>Áreas humanizadas</b>	1,456.41
<b>Cultivos/pastos</b>	1,395.75
<b>Tierra sujeta a inundación</b>	1,238.11
<b>Musáceas</b>	1,041.79
<b>Vegetación arbustiva</b>	938.76
<b>Matorrales/malezas</b>	918.03
<b>Bosque latifoliado cerrado</b>	859.16
<b>Manglar</b>	684.48
<b>Bosque latifoliado abierto</b>	473.36

**Anexo 11.** Clases de cobertura con sus respectivas áreas núcleo.

<b>Clases de Uso</b>	<b>Área Núcleo (m<sup>2</sup>)</b>
<b>Agua</b>	3381,188.90
<b>Áreas humanizadas</b>	24,855.88
<b>Arroz bajo riego</b>	280,765.41
<b>Bosque latifoliado cerrado</b>	182,233.08
<b>Bosque latifoliado abierto</b>	2,109.81
<b>Café con sombra</b>	385,609.15
<b>Caña de azúcar</b>	1871,115.99
<b>Centro poblado</b>	594,523.03
<b>Cultivos anuales</b>	136,279.24

<b>Cultivos/pastos</b>	105,742.43
<b>Matorrales/malezas</b>	149,327.60
<b>Musáceas</b>	4,685.03
<b>Pastizales</b>	47,376.05
<b>Tacotales</b>	116,605.62
<b>Tierra sujeta a inundación</b>	180,684.79
<b>Vegetación arbustiva</b>	24,410.77
<b>Vegetación herbácea</b>	214,251.83
<b>TOTAL</b>	<b>7701,764.63</b>

**Anexo 12.** Prueba de múltiples rangos para la áreas de cada corredor

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>CODIGOS</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Varb	35	1.79058	X
Mat/mal	19	2.0291	XX
Tac	49	2.06289	X
Ccs	5	2.17189	XX
Cul/pas	1	2.29911	XX
Blc	4	2.3032	X
Vher	1	2.56791	XX

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
Blc - Ccs		0.131307	0.587527
Blc - Cul/pas		0.00409454	0.979211
Blc - Mat/mal		0.2741	0.481813
Blc - Tac		0.240314	0.45544
Blc - Varb	*	0.512621	0.462264
Blc - Vher		-0.264708	0.979211
Ccs - Cul/pas		-0.127212	0.959427
Ccs - Mat/mal		0.142794	0.440215
Ccs - Tac		0.109007	0.411183
Ccs - Varb		0.381315	0.418728
Ccs - Vher		-0.396015	0.959427
Cul/pas - Mat/mal		0.270006	0.898586
Cul/pas - Tac		0.23622	0.884725
Cul/pas - Varb		0.508527	0.888257
Cul/pas - Vher		-0.268802	1.23862
Mat/mal - Tac		-0.0337862	0.236702
Mat/mal - Varb		0.238521	0.249579
Mat/mal - Vher		-0.538808	0.898586
Tac - Varb	*	0.272307	0.193834
Tac - Vher		-0.505022	0.884725
Varb - Vher		-0.777329	0.888257

\* indica una diferencia significativa.

**Anexo 13.** Análisis de varianza para el modelo de regresión múltiple del paisaje.

<b>Fuente</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Gl</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>Razón-F</b>	<b>Valor-P</b>
Modelo	5.34155	5	1.06831	9700.50	0.0000
Residuo	0.191295	1737	0.000110129		
Total (Corr.)	5.53284	1742			