

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL**

**Tesis para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Forestal**

**BASES DEL CONOCIMIENTO PARA CONTRIBUIR AL  
FORTALECIMIENTO Y CONSOLIDACIÓN DEL  
CORREDOR BIOLÓGICO LAS MOROCOCHAS;  
GUANACASTE, COSTA RICA.**

**Arianne M. Gómez Gómez**

**Cartago, Costa Rica**

**2010**



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL**

**Tesis para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Forestal**

**BASES DEL CONOCIMIENTO PARA CONTRIBUIR AL  
FORTALECIMIENTO Y CONSOLIDACIÓN DEL  
CORREDOR BIOLÓGICO LAS MOROCOCHAS;  
GUANACASTE, COSTA RICA.**

**Arianne M. Gómez Gómez**

**Cartago, Costa Rica**

**2010**



## Resumen

Arianne M. Gómez Gómez<sup>1</sup>

La fragmentación y degradación de los ecosistemas ha llevado a cambios en los ambientes naturales, lo cual ha traído como consecuencia la pérdida de biodiversidad y sostenibilidad de nuestros recursos naturales. Por lo que se han producido reacciones alarmantes a nivel global, debido a la rapidez con que estos cambios avanzan, y se ha incursionado en la implementación de estrategias para revertir la pérdida de la diversidad biológica. Entre las estrategias para mitigar los efectos causados, se han propuesto los corredores biológicos como una vía de conectividad entre los ecosistemas boscosos con el fin de lograr un flujo de flora y fauna entre poblaciones aisladas. Se ejecutó una investigación de información secundaria para caracterizar el capital natural del Corredor biológico Las Morocochas, donde se obtuvieron resultados en términos de geomorfología, suelos, topografía, hidrología, capacidad de uso, zonas de vida, clima, flora y fauna. Se realizó una clasificación supervisada de los usos del suelo con una imagen ASTER 14, en la cual se obtuvo que 78 % de la clasificación representa la realidad del terreno y un 37.15 % del área total corresponde a bosques ; además se hizo un diagnóstico de conectividad para evaluar el grado de fragmentación y los principales usos que perturban la conectividad del mismo, según los resultados de las métricas calculadas y el Índice de fragmentación el cual fue de 0.07, el corredor se encuentra muy fragmentado y el uso de potreros es el que más altera la conectividad del paisaje. Finalmente se identificaron los aspectos sociales y productivos de las comunidades adentradas en el corredor, se obtuvo que las principales actividades productivas de la zona son la ganadería extensiva, agricultura de subsistencia y turismo; además de que aproximadamente un 15 % son áreas sujetas al sistema de Pago de Servicios Ambientales (PSA).

**Palabras Claves:** Corredor Biológico Las Morocochas, Guanacaste, uso del suelo, fragmentación, imagen satelital, PSA

<sup>1</sup> Gómez Gómez, AM. 2010. Bases del conocimiento para contribuir al fortalecimiento y consolidación del Corredor Biológico Las Morocochas, Guanacaste, Costa Rica. Tesis de Licenciatura. Escuela de Ingeniería Forestal. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 102 p.

## Abstract

Arianne M. Gómez Gómez<sup>2</sup>

Forest fragmentation and degradation have led to changes in natural environments, which have brought the loss of biodiversity and sustainability of our natural resources. Therefore, alarming reactions have taken place globally; due to the speediness by which these changes are taking place; so, some conservation strategies have been developed and implemented to revert the loss of biodiversity. One of strategy to mitigate the negative effects is the design of biological corridors, which serve as means of connectivity between fragmented forest ecosystems to help the flow of flora and fauna among isolated populations. This study collected secondary information to characterize the natural capital of the Biological Corridor Las Morocochas. The information collected was: geomorphology, soils, topography, hydrology, land use capacity, life zones, climate, flora and fauna. Besides, it was carried out a supervised classification of land use with ASTER-14 images. With this analysis it was obtained that 78% of the corridor have a mosaic of agricultural uses and 37.15 % of fragmented forest. A connectivity diagnosis was done to assess the degree of fragmentation and to identify the causes that disrupt forest connectivity. According to the results of the calculated metrics; the fragmentation index for this corridor is of 0.07 which indicated that it is highly fragmented and that pasture land is the may cause that alters forest connectivity. Finally, an exploratory survey was conducted to study the social and productive aspects of associate with communities bordering the. It was concluded that the main productive activities in the area are: extensive grazing, subsistence agriculture and tourism. It was also found that 15% of the study area received the benefits from the Program for Environmental Services (PES).

**Keywords:** Biological Corridor Las Morocochas, Guanacaste, land use, Forest fragmentation, satellite image, PES

<sup>2</sup> Gómez Gómez, AM. 2010. Bases del conocimiento para contribuir al fortalecimiento y consolidación del Corredor Biológico Las Morocochas, Guanacaste, Costa Rica. Tesis de Licenciatura. Escuela de Ingeniería Forestal. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 102 p.

Esta tesis de graduación ha sido aceptada por el Tribunal Evaluador de la Escuela de Ingeniería Forestal del Instituto Tecnológico de Costa Rica y aprobada por el mismo como requisito parcial para optar por el grado de Licenciatura.

**BASES DEL CONOCIMIENTO PARA CONTRIBUIR AL  
FORTALECIMIENTO Y CONSOLIDACIÓN DEL  
CORREDOR BIOLÓGICO LAS MOROCOCHAS;  
GUANACASTE, COSTA RICA.**

**Miembros del Tribunal Evaluador**

---

**Braulio Vílchez Alvarado, M.Sc.**

**Director de Tesis**

---

**Julio Calvo Alvarado, Ph.D.**

**Escuela de Ingeniería Forestal**

---

**Arianne M. Gómez Gómez**

**Estudiante**

## Dedicatoria

*A la Pacha Mama*

*A mi mamá Lui por darme la vida, el amor y el esfuerzo realizado para que yo pudiera superarme y finalizar mis estudios.*

*A mis tías Chayo, Vilma y Daisy por el cariño y apoyo que me han brindado todos estos años.*

*A mi tío Miguel que ya no está con nosotros, por su ejemplo y consejo para luchar siempre por lo que uno desea.*

*A mis primos Caro y Eu por ser mis hermanos a lo largo de mi vida y aguantarse mis loqueras e inquietudes.*

*A mi gordito lindo Sebas y mi futura ahijada Jimena.*

*A las “patas”, los “chus” y los “culitos” por sus preciados consejos y su infinita amistad.*

*A mis compitas del cole y el TEC por su afecto y compañerismo.*

*A Laura, Jaume, Isa, Carlos, Nico, Lenín, Pablo, Maca, Cres, Seth, Peter y demás amigos lejanos, por los gratos momentos y por enseñarme que la amistad puede trascender las esferas del tiempo y la distancia.*

*A mi Winnie I, porque hasta su partida fue mi compañía en momentos de tristeza y soledad.*

*A todos los demás familiares, amigos y vecinos del barrio que me han brindado su aprecio y buenas vibras para realizarme como ser humano y como profesional.*

*A todas aquellas personas que valoran el hecho de creer que nunca es tarde para crear un mundo mejor.*

*En fin, a todo aquel que ha compartido un pedacito de este viaje que es mi vida y la pasión que tengo por ella.*

*No me inquieta saber de dónde vengo y hacia dónde voy...*

*... solo SOY, EXISTO y VIVO.*

## **Agradecimientos**

*A mi tutor Braulio Vílchez por su apoyo desinteresado, confianza y sus consejos.*

*Al Proyecto de Investigación del Instituto Tecnológico y la Universidad de Alberta: TROPI-DRY (Human, Ecological and Biophysical Dimension on Tropical Dry Forest) una iniciativa de investigación patrocinada por Inter-American Institute for Global Change Research (IAI) CRN II # 021 y apoyada por el US National Science Foundation (Grant GEO-0452325) por el aporte económico brindado para realizar el proyecto.*

*A Betzy Hernández y CATHALAC-NASA por la información servida.*

*A Cinthia Barrantes, Ana Laura Piedra y demás funcionarios del Área de Conservación Guanacaste (ACG) por el apoyo manifestado para obtener información y en el desarrollo de las giras de campo.*

*A Edgar Ortiz, Lindsay Canet, Zayra Ramos, Juan Carlos Zamora, Cassia Soto, Julio Calvo, Ana Julieta Calvo, Carlos Campos y todas las personas que contribuyeron durante el desarrollo del proyecto con su ayuda e ideas.*

*A Massi, Mau, Margie, Sthephie, Rose Juli, Andrea, Anita, Meli, Oxi, Iri, Manu, Adri A, Marito, China, Mosky, Pelired, Taco, Freddy, Miky, David, Litro, Marcia, Marilyn, Nelo, Toño, Calitos, Cristiboy, Sarah, Adri C, Perú, Stivin, Sofi M, Playún, Yeis y demás compañeros de pirámides, giras, estudio y fiestica, por hacer que mis años de estudiante en el TEC hayan sido una de las experiencias más enriquecedoras de mi vida.*

*A todo el profesorado de la Escuela de Ingeniería Forestal por su apoyo a lo largo de la carrera y su esfuerzo de lucha por graduar excelentes profesionales.*

*A Marito, German, Charlie, Carlos el bueno, Carlos el malo, Violeta, Vilma y funcionarios del vivero y el CIIBI por su paciencia y generosidad.*

*A los compañeros de Teatro TEC (2004-2006) por hacer que este periodo marcara una parte inolvidable de mi permanencia en la institución.*

*Al TEC por sufragar casi todos los derechos de estudio de la carrera, gracias a las becas culturales y de asistencia.*

*A mi familia y amigos por su cariño incondicional, apoyo y buenos deseos para perseverar y alcanzar mis metas.*

*A Pau, Naty y Merrys por compartir mis locuras, éxitos y ser soporte en mis penas o fracasos.*

*Siempre estaré en deuda permanente, nunca los olvidaré.*

## Índice General

RESUMEN.....	I
ABSTRACT.....	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTOS.....	IV
ÍNDICE GENERAL.....	VII
ÍNDICE DE CUADROS.....	X
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XII
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XIV
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS.....	3
2.1 Objetivo General.....	3
2.2 Objetivos Específicos.....	3
3. MARCOTEÓRICO.....	4
3.1 Corredores Biológicos.....	4
3.1.1 Corredor Biológico Mesoamericano (CBM).....	7
3.1.2 Corredores Biológicos en Costa Rica.....	7
3.1.3 Perfil Técnico.....	7
3.1.4 Marco de los Capitales de la Comunidad (MCC).....	9
3.1.4.1 <i>Capital Natural</i> .....	11
3.1.4.2 <i>Capital Cultural</i> .....	11
3.1.4.3 <i>Capital Humano</i> .....	12

3.1.4.4	<i>Capital Social</i> .....	13
3.1.4.5	<i>Capital Político</i> .....	13
3.1.4.6	<i>Capital Financiero</i> .....	13
3.1.4.7	<i>Capital Construido</i> .....	14
<b>3.2</b>	<b>Diagnóstico de conectividad</b> .....	<b>14</b>
3.2.1	Fragmentación.....	14
3.2.2	Ecología del paisaje.....	16
3.2.3	Sensores remotos y Sistemas de Información Geográfica.....	18
3.2.3.1	<i>Imágenes Satelitales</i> .....	19
3.2.3.2	<i>Fotointerpretación</i> .....	20
<b>4.</b>	<b>MATERIAL Y MÉTODOS</b> .....	<b>21</b>
4.1	<b>Caracterización del capital natural</b> .....	<b>21</b>
4.2	<b>Diagnóstico de la conectividad ecológica</b> .....	<b>22</b>
4.2.1	Clasificación y Análisis del uso actual de tierra.....	22
4.2.1.1	<i>Selección y obtención de imágenes satelitales</i> .....	22
4.2.1.2	<i>Clasificación de imágenes</i> .....	24
4.2.1.3	<i>Comprobación de resultados de la clasificación</i> .....	25
4.2.2	Análisis espacial del bosque.....	28
4.3	<b>Aspectos sociales y productivos</b> .....	<b>30</b>
<b>5.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>31</b>
5.1	<b>Caracterización del capital natural</b> .....	<b>31</b>
5.1.1	Geomorfología.....	31

5.1.2 Topografía.....	34
5.1.3 Edafología.....	36
5.1.4 Capacidad de uso.....	39
5.1.5 Clima.....	42
5.1.6 Hidrología.....	44
5.1.7 Zonas de vida.....	46
5.1.8 Flora y Fauna.....	49
<b>5.2 Diagnostico de conectividad ecológica.....</b>	<b>54</b>
5.2.1 Clasificación y análisis del uso actual de tierra.....	54
5.2.1.1 <i>Uso de tierra</i> .....	54
5.2.1.2 <i>Matriz de error</i> .....	56
5.2.1.3 <i>Estadísticos de exactitud</i> .....	58
5.2.1.4 <i>Análisis de probabilidad de la matriz de error</i> .....	59
5.2.1.5 <i>Elementos favorecedores y perturbadores de conectividad</i> .....	59
5.2.2 Análisis espacial del bosque.....	62
<b>5.3 Aspectos socioeconómicos y productivos.....</b>	<b>68</b>
5.3.1 Características Sociales y Demográficas.....	68
5.3.2 Características económicas y productivas.....	71
<b>6. CONCLUSIONES.....</b>	<b>79</b>
<b>7. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>81</b>
<b>8. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>84</b>
<b>9. ANEXOS.....</b>	<b>92</b>

## Índice de Cuadros

<b>Cuadro 1.</b> Descripción de los tipos de métricas del bosque para determinar el estado de fragmentación de los bosques del Corredor Biológico Las Morocochas, Guanacaste, Costa Rica.....	29
<b>Cuadro 2.</b> Características topográficas del Corredor Biológico Las Morocochas, Guanacaste, Costa Rica. (Fuente Atlas Digital de Costa Rica. 2008).....	34
<b>Cuadro 3.</b> Clasificación de tipos de suelo para el Corredor Biológico Las Morocochas, Guanacaste, Costa Rica. (Fuente Atlas Digital de Costa Rica. 2008).....	36
<b>Cuadro 4.</b> Capacidad de uso del suelo para el Corredor Biológico Las Morocochas, Guanacaste, Costa Rica.....	39
<b>Cuadro 5.</b> Distribución de las cuencas hidrográficas presentes en el Corredor Biológico Las Morocochas, Guanacaste, Costa Rica.....	44.
<b>Cuadro 6.</b> Distribución de las Zonas de Vida de Holdridge para el Corredor Biológico Las Morocochas, Guanacaste, Costa Rica.....	46
<b>Cuadro 7.</b> Especies de aves características en las zonas aledañas a la empresa Terminales Santa María. S.A. Liberia, Guanacaste, Costa Rica.....	51
<b>Cuadro 8.</b> Especies de aves identificadas en las zonas aledañas al Tajo Ignimbritas y Lavas Vuatsi, Liberia, Guanacaste, Costa Rica.....	52
<b>Cuadro 9.</b> Especies de mamíferos comunes e identificados en las zonas aledañas al Tajo Ignimbritas y Lavas Vuatsi, Liberia, Guanacaste, Costa Rica.....	53
<b>Cuadro 10.</b> Distribución del Uso de tierra para el Corredor Biológico Las Morocochas, Guanacaste, Costa Rica.....	56
<b>Cuadro 11.</b> Matriz de error para evaluar la exactitud de los resultados finales de la clasificación supervisada de ERDAS para el Corredor Biológico Las Morocochas, Guanacaste, Costa Rica.....	57

<b>Cuadro 12.</b> Estadísticos de exactitud utilizados para evaluar la información resultante de la matriz de error para la clasificación supervisada del Corredor Biológico Las Morocochas, Guanacaste, Costa Rica.....	58
<b>Cuadro 13.</b> Elementos favorecedores de conectividad para el Corredor Biológico Las Morocochas, Guanacaste, Costa Rica.....	60
<b>Cuadro 14.</b> Elementos perturbadores de conectividad para el Corredor Biológico Las Morocochas, Guanacaste, Costa Rica.....	61
<b>Cuadro 15.</b> Métricas del paisaje para el Corredor Biológico Las Morocochas, Guanacaste, Costa Rica.....	64
<b>Cuadro 16.</b> División político administrativa del Corredor Biológico Las Morocochas, Guanacaste, Costa Rica.....	68
<b>Cuadro 17.</b> Características demográficas generales de los distritos que componen del Corredor Biológico Las Morocochas, Guanacaste, Costa Rica.....	68
<b>Cuadro 18.</b> Índice de Desarrollo Humano 2007 (IDH) e Índice de Desarrollo Social 2007 (IDS) según los distritos que abarca el Corredor Biológico Las Morocochas, Guanacaste, Costa Rica.....	71.
<b>Cuadro 19.</b> Características económicas por condición de actividad para habitantes mayores a 12 años según los distritos que abarca el Corredor Biológico Las Morocochas, Guanacaste, Costa Rica. ....	72
<b>Cuadro 20.</b> Fincas sujetas al Pago de Servicios Ambientales (PSA) en el Corredor Biológico Las Morocochas, Guanacaste, Costa Rica.....	74

## Índice de Figuras

<b>Figura 1.</b> Geomorfología del Corredor Biológico Las Morocochas, Guanacaste, Costa Rica.....	31
<b>Figura 2.</b> Topografía del Corredor Biológico Las Morocochas, Guanacaste, Costa Rica. ....	35
<b>Figura 3.</b> Edafología del Corredor Biológico Las Morocochas, Guanacaste, Costa Rica. ....	37
<b>Figura 4.</b> Capacidad de uso del Corredor Biológico Las Morocochas, Guanacaste, Costa Rica.....	40
<b>Figura 5.</b> Temperatura mensual para la Estación Meteorológica Santa Rosa, Guanacaste, Costa Rica.....	42
<b>Figura 6.</b> Precipitación promedio mensual para la Estación Meteorológica Santa Rosa, Guanacaste, Costa Rica.....	43
<b>Figura 7.</b> Cuencas Hidrográficas y Ríos del Corredor Biológico Las Morocochas, Guanacaste, Costa Rica.....	45
<b>Figura 8.</b> Zonas de vida del Corredor Biológico Las Morocochas, Guanacaste, Costa Rica. ....	47
<b>Figura 9.</b> Mapa de la clasificación supervisada de una imagen satelital ASTER 14 del año 2006 para el Corredor Biológico Las Morocochas, Guanacaste, Costa Rica.....	55
<b>Figura 10.</b> Distribución espacial del área de bosque para el Corredor Biológico Las Morocochas, Guanacaste, Costa Rica.....	63
<b>Figura 11.</b> Estructura y composición de la población según sexo y edad para el Cantón de Liberia, Guanacaste, Costa Rica.....	69
<b>Figura 12.</b> Estructura y composición de la población según sexo y edad para el Cantón de Bagaces, Guanacaste, Costa Rica.....	70

**Figura 13.** Fincas sujetas al Pago de Servicios Ambientales (PSA) en el Corredor Biológico Las Morocochas, Guanacaste, Costa Rica.....76

## Índice de anexos

<b>Anexo 1.</b> Imagen Satelital ASTER del año 2006 utilizada para la clasificación de uso del suelo del Corredor Biológico Las Morochas; Guanacaste, Costa Rica.....	92
<b>Anexo 2.</b> Estadísticas para la determinación del índice Kappa ( $K_{\hat{h}}$ ) de la clasificación supervisada para el Corredor Biológico Las Morochas; Guanacaste, Costa Rica.....	93

## 1. Introducción

La cobertura Forestal del país empezó a disminuir en los años 40. Antes de esta fecha mantenía tierras de aptitud forestal con un equivalente a un 70 % del territorio nacional (MINAE 2001). Los motivos de este cambio son muchos, desde el crecimiento de la actividad agrícola, la conversión masiva de bosques a otros usos, la titulación de tierras, entre otras. Para el año 1990 esta cobertura solo representaba el 39 % del territorio costarricense (SINAC 2007).

La decadencia de los ecosistemas forestales de nuestro país propició la destrucción, reducción, degradación y fragmentación de los hábitats naturales que condujo a la pérdida y transformación del 75% de su cobertura natural (FAO 1990, Watson et ál. 1996, Sánchez-Azofeifa et ál. 2001). Esa transformación de los bosques húmedos tropicales que resulta de las actividades humanas es una de las principales causas por las cuales se ha degenerado la diversidad biológica (Kattan 2002).

Según el GRUAS II (SINAC 2007); Costa Rica ha sido identificada como de importancia, debido a la percepción de una relativamente alta diversidad de especies y ecosistemas terrestres; razón por la que se han dado esfuerzos en términos de conservación, gracias a los cuales se ha logrado revertir los procesos de deforestación y propiciar el aumento de la cobertura forestal. Esto se remonta a 1963 con la creación de la primera Área Silvestre Protegida (ASP) en Cabo Blanco y consecutivamente con la creación del Servicio de Parques Nacionales (SPN), dando pie a la mayoría de la ASP que existen en la actualidad (SINAC 2007), y finalmente con el establecimiento del sistema de PSA, por medio de incentivos para los dueños de fincas, que se concentra en fomentar la reforestación en territorio nacional.

Las ASP pasan a ser una herramienta para conservar los ecosistemas, pues funcionan como “áreas núcleo”, las cuales son áreas naturales

protegidas cuyo propósito es que los ecosistemas continúen manteniendo la biodiversidad y la provisión de bienes y servicios ecosistémicos para la Sociedad (Bennett 1998, Poiani et ál. 2000, Miller et ál 2001, Bennett y Mulongoy 2006); sin embargo, debe conectar las áreas núcleo, es decir cada una de las ASP, y de esta forma propiciar el mantenimiento de la dinámica de las poblaciones.

Para restablecer y mantener la conectividad a través del paisaje, se ha propuesto la creación de Corredores Biológicos (CB) (Canet-Desanti 2007), que han dado resultados positivos en lo que respecta a la reversión de la pérdida de diversidad biológica. De esta forma surge la iniciativa de crear el Corredor Biológico Mesoamericano (CBM), con el objetivo de mejorar la conectividad ecológica entre áreas protegidas y ecosistemas priorizados en el CBM. (CCAD 2007).

A través de un estudio realizado por Canet-Desanti (2007), en el cual analizó 35 fichas técnicas de los corredores biológicos que existían en el Corredor Biológico Mesoamericano en Costa Rica (CBM-CR), se realizó la actual propuesta para el contenido de los perfiles técnicos. Dichos perfiles son muy importantes para la consolidación de los corredores biológicos del país, ya que buscan ser más que un documento descriptivo que suministre conocimiento, planteando un proceso lógico que parte desde una necesidad que responde al por qué, e identifica las capacidades del corredor biológico. Al mismo tiempo, permite visualizar las amenazas y las oportunidades pudiendo aterrizar en el planteamiento de recomendaciones que contribuyan a orientar el proceso de establecimiento de los corredores biológicos (SINAC 2008).

El corredor biológico Las Morocochas, no cuenta con información base apta para cumplir con un Perfil Técnico fundamentado en las disposiciones oficiales del PNCRB.(Canet-Desanti s.f). Por esta razón en la presente tesis se proponen los objetivos que se muestran en el siguiente apartado.

## **2. Objetivos**

### **2.1 Objetivo General**

Generar las bases del conocimiento técnico y científico para la toma de decisiones en el Corredor Biológico Las Morocochas; Guanacaste, Costa Rica.

### **2.2 Objetivos específicos**

**2.2.1** Caracterizar el capital natural existente en el corredor biológico Las Morocochas; Guanacaste, Costa Rica.

**2.2.2** Diagnosticar la conectividad ecológica para el corredor biológico Las Morocochas; Guanacaste, Costa Rica.

**2.2.3** Identificar los aspectos sociales y productivos de las comunidades adentradas en el corredor biológico Las Morocochas; Guanacaste Costa Rica.

### **3. Marco teórico**

#### **3.3 Corredores Biológicos**

Los bosques son entes dinámicos, cuya riqueza, composición y distribución varían en forma natural con el transcurso del tiempo, los mismos difieren en biodiversidad, topografía, microclima, edafología y elementos bióticos intrínsecos que inclusive pueden variar aún en cortas distancias (ONF 2001).

Lo anterior es de importancia para definir la función de un corredor biológico, sin embargo, es trascendental primero tener claro cuál es el significado del concepto corredor biológico.

Según el diccionario de la lengua española (2005) la palabra corredor significa: pasillo, pasadizo o galería, mientras que la palabra biológico es un derivado de biología, la cual se define como la ciencia que estudia los seres vivos (Diccionario de la lengua española 2005); si hacemos una asociación de estas dos palabras es posible decir que un corredor biológico es un pasadizo de vida.

García (2004) lo define como un espacio geográfico delimitado que proporciona conectividad entre paisajes, ecosistemas y hábitat, naturales o modificados y asegura el mantenimiento de la diversidad biológica y los procesos ecológicos y evolutivos.

También se les denomina como zonas de amortiguamiento que permiten una transición menos abrupta entre ambientes naturales y artificiales; ampliando la efectividad de un área protegida por la reducción del efecto de borde, el aislamiento y la fragmentación del hábitat (Viñas-Olaya 2008).

Un corredor biológico tiene la función principal de conectar integralmente bosques con bosques, agua con agua, especies con especies, seres humanos con seres humanos; creando una avenida biológica en armonía con sus pobladores. Los corredores biológicos se vuelven un modelo de desarrollo ambiental multidisciplinario cuyo fin es la conservación de la

biodiversidad, donde el ser humano es el protagonista dentro del proceso y a la vez, el beneficiario directo (Rojas 2005).

Según Chinguel-Laban (2008) la factibilidad de establecer corredores biológicos está determinada entre otros factores, por los conocimientos sobre la biodiversidad y las necesidades de conservación, por lo que deben establecerse en áreas naturales prioritarias donde existe necesidad de conectividad (entre áreas protegidas y áreas fuera de estas por ejemplo).

En la actualidad, se ha producido un interés generalizado por los corredores como medida de conservación, pues el concepto es intuitivamente atractivo como medida práctica que responde en forma directa a los efectos aisladores de la fragmentación de los hábitats, en este sentido también se trata de una solución tangible a un problema visible. Además, es pertinente tanto para las actividades locales de conservación como para las estrategias regionales o nacionales. (Bennet 2004)

La importancia de estos corredores radica en que desempeñan un rol muy importante para la mayoría de los organismos, tomando como base los siguientes argumentos:

- Un considerable número de especies de insectos, aves y mamíferos llevan a cabo migraciones longitudinales o altitudinales con fines reproductivos y de alimentación, lo que beneficia la distribución geográfica de las plantas al servir como dispersores de su polen o semilla (Chinguel-Laban 2008).

- Crean un gradiente entre las unidades de máxima protección (áreas protegidas), y las áreas de máxima explotación, aprovechamiento y asentamientos (Viñas-Olaya 2008).
- Aportan a la mitigación del cambio climático local y global, de manera que la situación de cambios en la distribución geográfica de comunidades de especies puede ser amortiguada (Pretell-Monzón 2008).
- Permiten ampliar las áreas protegidas y de esta forma mejorar los conocimientos sobre conservación de especies y ecosistemas (Pretell-Monzón 2008).
- Logran que las AP dentro del corredor se administren bajo la misma concepción de desarrollo sostenible (Viñas-Olaya 2008).
- Permite mejorar las estrategias de conservación de la biodiversidad y elaborar planes de manejo de los recursos y así mejorar la calidad de vida de las comunidades campesinas y etnias que habitan (Chinguel-Laban 2008).
- Ayudan a ganar un peso político considerable que contribuya a que los intereses de personas e instituciones vinculados al corredor puedan llegar a convertirse en políticas de Estado en la medida que apunten a la conservación de la biodiversidad y al uso sustentable de los recursos (Viñas-Olaya 2008).

### **3.3.1 Corredor Biológico Mesoamericano (CBM)**

Los problemas ambientales en el mundo han incidido directamente en el agotamiento de la pesquería, la erosión de los suelos, la pérdida de importantes masas de bosque, las amenazas a la biodiversidad, la interrupción de los procesos de ecosistemas vitales y la reducción de sus ofertas de bienes y servicios a la sociedad, así como también han contribuido al aumento de las condiciones de pobreza en muchas partes del planeta. (CCAD 2007)

En el mundo han sido identificadas 34 regiones de alta diversidad de especies y Mesoamérica resalta en importancia por su gran cantidad de especies endémicas, por el rol que juega como corredor para la especies entre las dos masas continentales Norte y Sur América y finalmente por ser el tercero en tamaño. (SINAC 2007)

Por lo anterior, nace la iniciativa del CBM, el cual constituye la visión de desarrollo para Mesoamérica e inspira una iniciativa regional multilateral que aglutina y promueve la integración de ocho países vecinos: Costa Rica, Nicaragua, Honduras, El Salvador, Guatemala, Belice, Panamá y 5 estados del Sur de México; los cuales tienen una geografía común y una historia compartida. (CCAD 2007)

El CBM es una iniciativa regional encaminada a conservar la diversidad biológica y de ecosistemas de forma tal que se fomente un desarrollo social y económico sostenible. (Miller et ál 2001)

El Corredor Biológico Mesoamericano (CBM) es una agenda política, firmada como una iniciativa oficial en 1997, durante una Cumbre de Presidentes. Dicha declaración define que *"el CBM es un sistema de ordenación territorial compuesta por áreas naturales protegidas de diferentes categorías de manejo más sus interconexiones, organizado y consolidado para brindar un conjunto de bienes y servicios ambientales, tanto a la sociedad centroamericana como mundial, proporcionando los espacios de concertación social para promover la inversión en la*

*conservación y el uso sostenido de los recursos que posee". (CCAD 2007)*

### **3.3.2 Corredores Biológicos en Costa Rica**

Una vez aprobado el programa del CBM, los países signatarios debían de institucionalizar un programa que diera continuidad a los esfuerzos desarrollados en torno a los corredores biológicos.

En Costa Rica, el proyecto *“Establecimiento de un Programa para la Creación del Corredor Biológico Mesoamericano”* inició en abril de 1999 y fue apropiado por el MINAET quien asumió la responsabilidad de liderar y coordinar el programa, además de proveer recursos técnicos y logísticos. De esta forma el MINAET estableció la oficina del CBM dentro del SINAC. (SINAC 2008)

Posteriormente, se establece en mayo del 2006, el PNCB: una estrategia para la conservación de la biodiversidad, mediante el Decreto Ejecutivo 33106-MINAE (Costa Rica 2006). El PNCB tiene como objetivo promover la conservación y el uso sostenible la biodiversidad desde una perspectiva de enfoque ecosistémico para el beneficio de la sociedad. (SINAC 2008)

### **3.3.3 Perfil Técnico**

Es una herramienta de carácter descriptivo que orienta y facilita la toma de decisiones, la cual tiene por objetivo brindar la información básica necesaria sobre un corredor biológico en particular. (Canet-Desanti 2007)

Canet-Desanti (2007) elaboró un estudio de 35 FT (como se denominaba antes los perfiles técnicos), donde la mayoría han sido realizadas bajo una propuesta establecida en 1996 por el proyecto GRUAS I. Entre los

resultados de este proyecto se identificaron sitios potenciales para el establecimiento de CB, para los cuales se describieron aspectos generales tales como, ubicación, tipos de bosque, importancia del enlace, actividades productivas, entre otras (García 1996).

Según Canet-Desanti (2007) el documento deja entrever que hay diferencias significativas entre la información que presenta cada PT, producto de la falta de claridad en los temas que deben ser desarrollados los contenidos de los PT basados en los documentos ya existentes y que según los parámetros establecidos por el CBM-CR (Rojas y Chavarría 2005) presentan información óptima y relevante para el proceso de establecimiento y consolidación de un CB.

La nueva propuesta gira alrededor de cuatro preguntas básicas:

- I. ¿Por qué es importante establecer el corredor biológico?
- II. ¿Qué recursos se tienen en el corredor biológico?
- III. ¿Cuáles son las tendencias del entorno y el territorio del corredor biológico?
- IV. ¿Que se pueden hacer en los próximos años?.

La respuesta a estas preguntas demuestra que dicha propuesta busca ser más que un documento descriptivo que suministre conocimiento, planteando un proceso lógico que parte desde una necesidad que responde al por qué, e identifica las capacidades del corredor biológico a través del Marco de los Capitales de la Comunidad (SINAC 2008).

### **3.3.4 Marco de los Capitales de la Comunidad (MCC)**

Todas las comunidades tienen recursos que pueden ser disminuidos o disipados, ahorrados para usarse a futuro o invertidos para crear nuevos recursos. Cuando esos recursos son invertidos para crear nuevos recursos en un horizonte de largo plazo, nos referimos a ellos como “capital” (Flora s.f).

Como una forma de facilitar el análisis del conjunto de factores y procesos que interactúan en el bienestar y sostenibilidad de una comunidad, en el 2004 Flora y colaboradores propusieron el Marco de los Capitales de la Comunidad (MCC) (Canet-Desanti 2007).

El MCC parte del principio fundamental de que todas las comunidades tienen un conjunto de bienes o recursos que pueden ser consumidos hasta agotarse, almacenados para ser utilizados en el futuro, o invertidos para crear más recursos (Flora et al 2004).

El MCC propone 7 capitales, divididos en dos grupos: los de origen material (financiero, construido y natural) y los que dependen de la gente (humano, social, político y cultural) (Flora et ál 2004). Cada uno de estos capitales tiene el potencial de influir positiva o negativamente en la productividad de los otros, dependiendo esto de cómo son invertidos los esfuerzos y cómo tiende a ser la sinergia entre sus componentes (SINAC 2008).

#### **3.3.4.1 Capital Natural**

Comprende el conjunto de dinámicas que la naturaleza provee para la formación y regeneración de los recursos naturales (Flora et ál 2004). Se refiere a esos bienes que se encuentran en una localidad, incluidos el clima, el aislamiento geográfico, la biodiversidad, los recursos naturales, los paisajes agradables y la belleza natural. (Flora s.f).

El capital natural determina a su vez tanto los límites como las oportunidades para la acción humana. En base a la etnicidad, el género y la clase, los diferentes grupos tienen un acceso y control diferenciados sobre los recursos naturales. (Flora s.f)

Para evitar la degradación del capital natural es necesario que la satisfacción de nuestras necesidades sea acorde con los límites naturales que impone el ecosistema. (Flora et ál 2004).

#### **3.3.4.2 Capital Cultural**

Se refiere al conocimiento ancestral, el lenguaje, las tradiciones y los valores sociales, entre otros. (Flora et al 2004). Refleja la manera en que la gente “conoce el mundo” y cómo actúa dentro de él, así como sus tradiciones y lenguaje. Comprende la cosmovisión (la espiritualidad y cómo están conectadas las diferentes partes), los modos de conocer, la comida y el idioma, las formas de ser y las definiciones de lo que puede ser cambiado. (Flora s.f)

La interacción de estos factores determinará las tendencias de cómo las comunidades humanas hacen uso de los recursos naturales y la sinergia de estos con los otros capitales de la comunidad (Flora et ál 2004)

El capital cultural tiene influencia sobre qué voces son oídas y escuchadas, cuáles voces tienen influencia en qué áreas y cómo es que surgen y se cultivan la creatividad, la innovación y la influencia. (Flora s.f)

#### **3.3.4.3 Capital Humano**

Comprende las destrezas y capacidades de la gente para desarrollar y ampliar sus recursos, y para acceder a recursos y conocimientos externos a objeto de incrementar su comprensión, identificar prácticas deseables y obtener información para ampliar los capitales de la comunidad. (Flora s.f)

A través de la inversión en el fortalecimiento de las habilidades individuales y la educación es posible moldear la visión de cómo cada quién percibe su entorno y cuál es la mejor forma de satisfacer sus propias necesidades (Flora et ál 2004).

#### **3.3.4.4 Capital Social**

Está representado por la comunidad colectiva de las comunidades y refleja las conexiones entre la gente y las organizaciones o el apego social para hacer que las cosas, positivas o negativas, ocurran (Coleman 1988; Portes y Sessen brenner 1993; citado por Flora s.f)

El fortalecimiento de este capital permite potencializar los demás capitales hacia una sinergia que conlleve a un crecimiento sistemático e integral. Se pueden distinguir dos tipos de relaciones, la horizontal y la vertical. En la primera, las relaciones se dan hacia lo interno de la comunidad, entre las personas que construyen la conexión de la comunidad; mientras que en la vertical, los lazos implican un puente entre lo político y la comunidad. (Canet-Desanti 2007)

Es extremadamente importante para crear un ecosistema saludable y una economía vigorosa (Triglia, 2001; C. Flora, 1995, 1998a, 2000; J. Flora, 1998).

#### **3.3.4.5 Capital Político**

Está relacionado con las expresiones de poder, incluyendo la voz y el voto para la toma de decisiones sobre cómo se van a manejar los recursos de la comunidad y de qué manera se van a distribuir. (Flora et ál 2004)

El capital político es la capacidad que tiene un grupo de utilizar sus propias normas y valores para influir en la articulación de estándares, reglas y regulaciones y el cumplimiento de aquellas reglas y regulaciones que determinan la distribución de recursos y las formas en que son utilizados. Cuando una comunidad tiene un elevado capital político, su gente tiene la capacidad colectiva de encontrar su propia voz y abocarse a acciones que contribuyen al bienestar de la comunidad. (Flora s.f)

Las implicancias de este capital están modeladas por factores intrínsecos de la comunidad, así como de la estructura externa que implica las políticas dictadas por el gobierno y la comunidad internacional. El fortalecimiento y buen manejo de este capital pueden contribuir a orientar acciones que conlleven a alcanzar el bienestar de la comunidad (Flora et ál. 2004, Gutiérrez 2005).

#### **3.3.4.6 Capital Financiero**

Comprende los recursos financieros disponibles para inversiones en fortalecimiento de las capacidades comunitarias, para cubrir los costos de una adaptación colectiva al cambio climático y el desarrollo empresarial,

para apoyar los emprendimientos cívicos y sociales, y para acumular excedentes para el desarrollo futuro de la comunidad. (Flora s.f)

Este capital va más allá de sólo dinero, ya que incluye todo el conjunto de recursos financieros que le permiten a una comunidad construir los medios de vida (ingresos percibidos, ahorros, depósitos bancarios, activos líquidos, créditos, pensiones, pagos del estado, impuestos, donaciones, contribuciones, contratos, inversiones, préstamos, entre otros). (Flora et ál 2004)

#### **3.3.4.7 Capital Construido**

Incluye todo lo que es la infraestructura física que apoya las actividades sociales y productivas dentro de una comunidad. (Flora et ál 2004)

Comprende una diversidad de objetos y sistemas construidos por los esfuerzos humanos: sistemas de alcantarillado, agua, comunicación electrónica, canchas de fútbol y plantas de procesamiento. E incluye los tipos de equipamiento científico necesario para responder localmente con las vinculaciones externas. (Flora s.f)

### **3.4 Diagnóstico de conectividad**

#### **3.4.1 Fragmentación**

En los últimos 10 mil años la actividad humana sobre el planeta: la agricultura, ganadería, construcción de asentamientos humanos y vías de acceso, ha determinado que la gran mayoría de los paisajes contemporáneos presenten algún grado de fragmentación. (Bustamante y Grez 1995)

La fragmentación de hábitats es un proceso dinámico que genera cambios notables en el patrón del hábitat en un paisaje dado en el curso del tiempo. El término 'fragmentación' se suele utilizar para describir

cambios que se producen cuando grandes segmentos de vegetación se eliminan por completo, con lo cual quedan numerosos segmentos más pequeños separados unos de otros. (Bennet 2003)

Según Forman (1995) hay diversos procesos de transformación espacial, dentro de los cuales la fragmentación del hábitat es uno de los más importantes. Sus efectos espaciales -variación del tamaño y el número de parches, su forma y dimensión fractal, conectividad y aislamiento entre otros-, inciden sobre numerosos procesos ecológicos.

La fragmentación de un bosque puede provocar cambios significativos en las condiciones abióticas y bióticas en los fragmentos remanentes en comparación con las que existían en el bosque continuo (Saunders *et al.*, 1991; Murcia, 1995). Por ejemplo, la luz, la humedad y temperatura del aire aumentan en los fragmentos, mientras que la humedad del suelo decrece significativamente (Kapos 1989; Murcia 1995). Estos cambios pueden afectar las condiciones para la regeneración de las plantas. Ambientes más secos, luminosos y calurosos, como los que prevalecen en los fragmentos más pequeños, pueden inhibir la germinación de semillas y crecimiento de plántulas de las especies de bosque (Chen *et al* 1992).

Kattan (2002) menciona que la fragmentación a gran escala de los ecosistemas de bosque tropical puede alterar radicalmente el ambiente físico y el clima (local y regional), pero también puede provocar la extinción de muchas especies, la cual es el resultado de dos fenómenos: primero al reducirse la cobertura boscosa, se reduce no solo la diversidad de hábitats, si no el área total de hábitat disponible; y la segundo la fragmentación deja aisladas a las poblaciones remanentes en parches aislados.

Los cambios en patrones de paisaje que se generan con la fragmentación se pueden identificar y describir fácilmente midiendo atributos, como el área total del hábitat natural remanente, la distribución tamaño-frecuencia de los fragmentos, las formas de los fragmentos, la distancia media entre

fragmentos y el nivel de contraste entre hábitats y utilizaciones de tierras adyacentes. (Bennet 2003)

Los mecanismos de extinción que pueden adjudicarse a procesos que operan a dos escalas espaciales distintas: a escala de paisaje (o escala regional) y a escala de fragmento (o escala local), ambas escalas se separan por conveniencia pero lo cierto es que pueden operar simultáneamente (Kattan 2002).

Según Turner (1996) tales mecanismos de extinción son los siguientes: (1) eliminación total de ciertos hábitats dentro del paisaje, (2) disminución del tamaño de la población, (3) prevención o reducción de la inmigración (es decir aislamiento de la población), (4) efectos de borde, (5) efectos de orden superior (es decir, a nivel de interacciones con otras especies) y (6) inmigración de especies exóticas.

Los fragmentos tienen una mayor cantidad de borde que el área de hábitat continuo y el centro de cada fragmento está más circundante a un borde que en el caso del bosque continuo (Primack et ál 2001).

El conjunto de los efectos de la matriz sobre un fragmento se conoce como “efecto borde”, el cual se puede manifestar en cambios abióticos y bióticos al interior de un fragmento, principalmente en su perímetro. (Bustamante y Grez 1995) Esto es una consecuencia inevitable de la fragmentación, donde la presencia de estas transiciones abruptas entre el bosque y la matriz adyacente origina cambios en las condiciones bióticas y abióticas de sus inmediaciones, además de permitir el flujo de materia y energía a través de él. (Kattan 2002)

### **3.4.2 Ecología del paisaje**

El término “ecología del paisaje” fue propuesto por Carl Troll en 1938, quien lo justificó de la siguiente manera: *“Los dos conceptos, ecología y paisaje, están relacionados con el entorno del hombre, con la particularmente variada superficie terrestre que éste tiene que usar de*

*manera adecuada para su economía agrícola y forestal con el fin de aprovechar las materias primas, al igual que la explotación minera o la fuerza hidráulica que producen energía para impulsar sus industrias; un entorno natural que el hombre, con sus actividades, transforma siempre de un paisaje natural a un paisaje económica y culturalmente aprovechado” (Morláns 2005).*

La ecología del paisaje se basa en la premisa de que tanto los ambientes naturales como los desarrollados por el ser humano son mosaicos, y que si deseamos conservar especies y comunidades debemos comprender su capacidad para vivir dentro de tales mosaicos y desplazarse a través de ellos (Bennett 2003).

Según Troll (2007) el término ecología del paisaje abarca dos conceptos que, por si mismos y por sus implicaciones, provienen de un desarrollo científico que tuvo que reafirmarse frente a la especialización y a las divisiones constantemente crecientes dentro de la investigación, con la consecuente orientación hacia el tratamiento analítico de procesos naturales (nuevos y ya establecidos) y también frente a la visión sintética de los mismos.

Actualmente se afirma que cualquier fragmento de la superficie terrestre (fondos oceánicos incluidos), intervenido o no por los humanos, configura un paisaje; es decir, un conjunto de referentes físicos y funcionales, susceptible de ser considerado como un fenómeno real en sí mismo. El paisaje refleja la realidad ambiental de cada lugar (geológica, climática, edáfica), a la vez que resume y expresa la historia de procesos biológicos y antrópicos que se hayan podido desarrollar en él (Morláns 2005).

Bocco (2003) afirma que la ecología del paisaje, más que una nueva disciplina, es una perspectiva espacial, geográfica, para entender fenómenos naturales complejos. Aún más, al señalar las posibilidades de aplicación práctica de este enfoque en la planificación, pone énfasis en los aspectos sociales de los ecosistemas.

El progreso de la ecología del paisaje se ha facilitado gracias al desarrollo de herramientas tecnológicas como son los nuevos métodos de estadística espacial, métodos matemáticos de descripción del paisaje, herramientas de medición como sensores remotos y sistemas de información geográfica y modelos de simulación por computador (Turner y Gardner 1991).

Bennet (2003) menciona que los cambios en los patrones de paisaje que se generan con la fragmentación se pueden identificar y describir fácilmente midiendo atributos, como el área total del hábitat natural remanente, la distribución tamaño-frecuencia de los fragmentos, las formas de los fragmentos, la distancia media entre fragmentos y el nivel de contraste entre hábitats y utilidades de tierras adyacentes.

Esta labor está siendo facilitada por el uso de la tecnología de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), los cuales sirven de soporte a diferentes programas diseñados para calcular los atributos espaciales del paisaje y sus componentes (Romero 2005)

### **3.2.3 Sensores remotos y Sistemas de Información Geográfica**

Un sistema de información geográfica (SIG) es el conjunto de procedimientos, equipos, y programas de computación utilizados para la recolección, preprocesamiento, almacenamiento, y análisis de datos geográficamente georeferenciados. La principal característica de los SIG es que permiten descubrir patrones, relaciones y tendencias entre las capas de información para así tomar las mejores decisiones. (Ortíz 2007)

El desarrollo de los Sistemas de Información Geográfica ha ido de la mano con los adelantos en computación, cartografía y geografía. En la actualidad existe gran cantidad de *softwares* capaces de manipular datos para resolver todo tipo de problemas, ya que siempre ha existido una estrecha relación entre la cartografía y las demás ciencias. (Rodríguez s.f.)

La percepción remota es la ciencia y el arte de obtener información sobre un objeto, fenómeno o área a través del análisis de datos adquiridos por un

elemento que no está en contacto directo con el objeto en cuestión para poder resolver problemas concretos u obtener información valiosa y confiable (Lilliesand y Kiefer 2000).

Los sensores remotos son aquellos elementos o aparatos diseñados para obtener información a través de la percepción remota. Usualmente operan registrando las variaciones en forma que los objetos sobre la tierra reflejan o emiten ondas electromagnéticas (Ortiz 1999, citado por Corella 2001).

Los sensores remotos que son utilizados en los recursos naturales tales como fotografías aéreas, imágenes satelitales, etc. trabajan en tres bandas del espectro electromagnético: visible (corresponde a los colores que el ojo humano puede percibir va desde 0,4 a 0,7 micrones), infrarrojo (0,7 a > 0,3 micrones) y micro ondas (1 mm a 1 m) (Fallas 2003 citado por Tapia 2007).

#### **3.4.2.1 Imágenes Satelitales**

Las imágenes satelitales se pueden manipular a través de diferentes programas de SIG, que inclusive algunos se encuentran de forma gratuita en la red de internet.

El valor de las imágenes de satélite y la información extraída de ellas es evidente. Ofrecen una visión global de objetos y detalles de la superficie terrestre y facilitan la comprensión de las relaciones entre ellos que pueden no verse claramente cuando se observan a ras de tierra (SRGIS s.f.).

Permiten una adecuada clasificación de la cobertura boscosa y de los diferentes usos del suelo en una región. (Castillo 1999)

La manipulación de las bandas que conforman las imágenes satelitales sirve para poder visualizar de mejor manera la imagen. Se pueden realizar varias combinaciones que darán como resultado imágenes en color verdadero o falso color. (Fallas 2003 citado por Tapia 2007)

### 3.4.2.2 Fotointerpretación

Según Gutiérrez (1987) la fotointerpretación se define como el acto de examinar imágenes fotográficas con el propósito de identificar objetos y apreciar su significado.

En la fotointerpretación es necesario tener en cuenta diferentes elementos que constituyen la fotografía aérea, ellos son: tamaño, forma, color y tonos, sombras y textura (Spurr 1960; Gonzáles y Marey 2006; INBio c2007; López y Bocco 2006; Lipiante 2007; Peña *et al.*, 2005; López *et al.* 2002a; López *et al.* 2002b).

La fotointerpretación otorga una clasificación bastante precisa de cambios en el paisaje (90% o más), de acuerdo con Jensen (1986 citado por Peña *et al.* 2005).

Aún así, en la metodología propuesta por varios autores se menciona la necesidad de realizar una comprobación de campo (INBio c2007; Peña *et al.* 2005; Martí 2002; Kleinn *et al.*, 2001; López *et al.* 2002b) aunque también hay autores que no lo consideran necesario (López *et al.* 2002a; Gonzáles y Marey 2006; Moreno, *et al.* 2002).

#### **4. Materiales y Métodos**

El trabajo se llevará a cabo en el corredor biológico Las Morocochas, el cual se encuentra ubicado en los cantones de Liberia y Bagaces, en la provincia de Guanacaste.

Se modificó información proporcionada por el formulario oficial para el perfil técnico de los Corredores Biológicos de Costa Rica (Anexo 1), diseñado según el estudio realizado por Canet-Desanti (2007) y mencionado como oficial en la guía práctica para el diseño y consolidación de Corredores Biológicos en Costa Rica (SINAC 2008).

##### **4.1 Caracterización del capital natural**

Se generaron mapas para mostrar la clasificación del corredor en términos de geomorfología, topografía, edafología, zonas de vida, capacidad de uso de tierra y red hídrica; con base en las capas del Atlas digital de Costa Rica 2008 (ITCR 2008) y la capa de Corredores Biológicos (SINAC 2008). Esto se hizo con el uso de las funciones de geoprocésamiento del programa ArcGis 9.3.

Para determinar la geomorfología se tomó como base la capa del Atlas 2008, la cual no cuenta con la especificación de la fuente de datos.

En el caso de la Topografía y Edafología se tomó la capa de tipo de suelos del Atlas 2008, según la clasificación de la FAO tomada de las Hojas cartográficas 1: 200 000 y digitalizado en el Centro Científico Tropical (CCT).

El mapa de capacidad de uso se realizó con la utilización de la capa de del Atlas 2008, basada en la Metodología para la determinación de la capacidad de uso de las tierras en Costa Rica (Decreto N° 23214-MAG-MIRENEM), en el cuál se tomó como fuente de datos las Hojas Cartográficas 1:50 000 y el Mapa de Capacidad de Uso de Costa Rica.

Para caracterizar el clima se utilizaron los datos de temperatura y precipitación registrados en la Estación Santa Rosa del Instituto Meteorológico Nacional.

La red hídrica se determinó por medio de la capa de cuencas hidrográficas y la capa de ríos y principales quebradas de Costa Rica, está última con base en las Hojas Cartográficas 1: 50 000 del Instituto Geográfico Nacional (IGN).

La clasificación de Zonas de vida se determinó con el uso de la capa de zonas de vida de Costa Rica, en el cual se utilizó como fuente de datos el Mapa Ecológico de Costa Rica según el sistema de clasificación de zonas de vida del mundo de L.R. Holdridge (CCT Y MAG 2008).

Para caracterizar la flora y fauna, se tomaron como base el EIA del Tajo Ignimbritas y Lavas Vuatsi de y el D1 para el proyecto de Terminales Santa María, del expediente de la Secretaria Técnica Nacional Ambiental (SETENA), ya que no existía ningún estudio específico para el área en cuestión.

Además se realizó una búsqueda de información secundaria, la cual ubicó todas aquellas investigaciones y estudios, tales como información de páginas web, libros de bibliotecas y de internet, informes técnicos, artículos, memorias, bases de datos y otros que se relacionaban con el Corredor Biológico las Morocochas y su entorno Natural.

## **4.2 Diagnóstico de la conectividad ecológica**

Se tomó como base la metodología utilizada por Baltodano y Zamora (2010) para diagnosticar la conectividad de un sector del Corredor Biológico San Juan - La Selva.

La metodología se divide en los siguientes dos puntos:

### **4.2.1 Clasificación y Análisis del uso actual de tierra**

#### **4.2.1.1 Selección y obtención de imágenes satelitales**

Se decidió trabajar con imágenes del satélite Áster 14 tomada el 16 de marzo del año 2006, las cuales fueron solicitadas a CATHALAC-NASA. Se seleccionó una de las imágenes (anexo 1), la cual cubría todo el área del Corredor Biológico Las Morocochas y otras partes del Área de Conservación Guanacaste y Área de Conservación Arenal-Tempisque.

La imagen se conforma de 15 bandas en total, con tres subsistemas VNIR, SWIR y TIR; cada uno de cuales presenta características particulares tales como 3 bandas en la región espectral del visible e infrarrojo cercano (VNIR) con una resolución espacial de 15 metros; 6 bandas en la región espectral del infrarrojo de onda corta (SWIR) con una resolución espacial de 30 metros y 5 bandas en el infrarrojo térmico con una resolución espacial de 90 metros (ERSDAC 2001).

Dicha imagen ya se encontraba ortorectificada, con correcciones radiométricas y georeferenciada con el sistema WGS 1984 UTM Zone 16N, de modo que se manipuló mediante el programa Arcgis 9.3 para convertirla al Sistema de Proyección CRTM05 por medio de la selección de Data Management Tools > Projections and Transformation > Feature > Project, dentro del menú Arc ToolBox.

Luego se hizo una imagen compuesta con tres bandas que corresponden a los colores digitales (Rojo-Verde-Azul), esto con el fin de visualizar mejor y dibujar las áreas de entrenamiento en la clasificación posterior, esto se realizó con la opción "Composite Bands" con las bandas 1,2 y 3N, ya que estas pertenecen al infrarrojo cercano y son las más recomendables para la determinación de vegetación (Ortiz y Soto 2009),

Posteriormente, se tomó la capa en formato shape del Corredor Biológico Las Morocochas y se le hizo un buffer de 150 metros, la nueva capa creada se utilizó para realizar un corte con la imagen satelital, con el fin de que se obtuviera una imagen en formato ráster solo del área en estudio; esto se realizó con la opción "Extract by mask" del menú de Arc ToolBox.

#### 4.2.1.2 Clasificación de imágenes

La clasificación es el proceso de agrupar los píxeles en un número finito de clases individuales o de categorías de datos con base en sus niveles digitales. Si un píxel satisface un conjunto dado de criterios, entonces el píxel se asigna a la clase correspondiente a ese criterio (ERDAS 2001)

La clasificación se realizó mediante el uso del programa ERDAS IMAGINE 8.5, primeramente se efectuó una clasificación no supervisada, para determinar cuáles patrones estadísticos descubría el computador según los parámetros especificados, en este caso las firmas fueron generadas por el algoritmo ISODATA. Dicha clasificación se utilizó para hacer una verificación de campo de los diferentes usos del suelo clasificados y observados en la imagen.

Se verificaron y se tomaron diferentes puntos, para un total de 150; los cuales se utilizaron como base para delimitar las áreas de entrenamiento requeridas para hacer la clasificación supervisada.

Se establecieron 6 clases de uso, las cuales se muestran a continuación:

- 1) Bosque: Cobertura arbórea natural o generada por la sucesión secundaria, incluye bosques secundarios, bosques intervenidos o no intervenidos y tacotales.
- 2) Charral: Área con dominio de vegetación herbácea pionera, con arbustos dispersos.
- 3) Potrero 1: Corresponde a terrenos amplios con cobertura de gramíneas, con un muy bajo porcentaje de cobertura arbórea o arbustiva, en algunos casos con pequeñas agrupaciones de árboles.
- 4) Potrero 2: Corresponde a terrenos amplios con cobertura de gramíneas, principalmente jaragua y asociación de tres especies arbóreas.

- 5) Cuerpos de agua: Estructuras por donde discurre el agua como ríos o quebradas, o donde el agua es retenida como lagunas, ya sea artificial o natural.
- 6) Otros: Cualquier uso que no corresponda a los anteriores, principalmente infraestructura, calles y cultivos agrícolas.

Para dibujar las áreas de entrenamiento se utilizó la opción AOI >Tools del menú de la vista y se eligió la tabla donde se iban a agregar las AOI, en el menú principal de ERDAS Classifier > Signature Editor.

Una vez guardadas las firmas, se evaluaron mediante la prueba Mean Plot, con el fin de observar el comportamiento de estas para cada tipo de cobertura y se depuro la base de datos dejando las que tuvieran un comportamiento similar.

Para hacer la clasificación final en el menú principal de ERDAS se seleccionó Classifier > Supervised classification, y se eligió el archivo de firmas creado previamente.

#### **4.2.1.3 Comprobación de resultados de la clasificación.**

Para la comprobación de la exactitud de los resultados finales se tomó como base la metodología utilizada por Milla (2008), la cual se realizó por medio de la elaboración de una matriz de error. Mediante la extensión Howths Tool's para ArcMap, se tomaron 100 puntos al azar en formato shape, de los tomados u observados en la visita de campo del área en estudio. Para cada punto, se comparó la categoría de uso de la imagen observada, con la categoría de uso obtenida mediante el proceso de clasificación. Los resultados de dicha comprobación se utilizaron para crear la matriz de error.

La matriz de error se conforma de filas y columnas en donde se ubican los valores que expresan el número de píxeles de referencia asignados a una categoría particular, en relación con la verdadera categoría verificada con la información auxiliar (Speranza y Zerda s.f).

La obtención de la exactitud total, se generó mediante el uso de dos estadísticos de precisión:

Exactitud del productor: se calculó realizando la división entre el número total de píxeles clasificados correctamente en una categoría y el número total de píxeles de esa categoría, según la fórmula:

$$PP\% = ( X_{ii} / X_{+i} ) * 100$$

Donde:

PP% = es la precisión del productor en porcentaje

X<sub>+i</sub> = los totales marginales de la columna i

X<sub>ii</sub>: es el valor de la diagonal de dicha columna

Este estadístico indica la probabilidad de que un píxel de referencia sea correctamente clasificado (Milla 2008). Según Jensen (1996) es una medida del error de omisión que se produce cuando un píxel posee en el terreno una cobertura determinada y no es asignado en el mapa a esa clase.

Exactitud del usuario: el cálculo se efectuó dividiendo el número total de píxeles correctos en una categoría entre el número total de píxeles que son efectivamente pertenecientes a esa categoría, utilizando la siguiente fórmula:

$$PU \% = ( X_{ii} / X_{i+} ) * 100$$

Donde:

PU%: es la precisión del usuario en porcentaje

X<sub>i+</sub>: totales marginales de la fila i

X<sub>ii</sub>: la diagonal de dicha fila

Esta medida muestra la probabilidad de que un píxel clasificado en el mapa verdaderamente represente esa categoría en el terreno (Story y Congalton, 1986).

El análisis de la probabilidad de que los resultados de la matriz de error proveniente de la clasificación supervisada fueran producto del azar, se efectuó mediante el cálculo estadístico Kappa (Khat), el cual mide la diferencia entre el acuerdo mapa-realidad observado, y el que podría ser producto simplemente del azar.

Khat se calcula con la fórmula:

$$K_{hat} = \frac{N \times \sum_{i=1}^r X_{ii} - \sum_{i=1}^r (X_{ii} \times X_{+i})}{N^2 - \sum (X_{i+} \times X_{+i})}$$

Donde:

r es el número de filas en la matriz

X<sub>ii</sub> es la suma de observaciones en la fila i, y columna i (los valores en la diagonal mayor)

X<sub>i+</sub> es el total de observaciones en la fila i (el total en la fila i a la derecha de la matriz)

X<sub>+i</sub> es el total de observaciones en la columna i (total en la columna i debajo de la matriz)

N es número total de observaciones o puntos de control usados en la validación

El mismo se calculó de forma directa con el software estadístico Mini Tab 14, y la opción Kappa.

Un valor de Khat = 1 indica un total acuerdo entre la clasificación hecha en el mapa y la realidad, mientras que un valor de 0 sugiere que los

acuerdos en la clasificación mostrados en la diagonal mayor son producto del azar.

Finalmente para obtener los valores reales de fragmentación, sus principales amenazas y los usos que pueden ser utilizados para lograr la conectividad estructural; se clasificó los usos encontrados en dos tipos: los favorecedores de conectividad, es decir los que tienen mayor presencia de elementos naturales y los perturbadores, como es el caso de sitios abiertos o con limitaciones para las especies de flora y fauna.

#### **4.2.2 Análisis espacial del bosque**

Para determinar cuanta área pertenece a esta cobertura se tomó como base el mapa realizado previamente en la clasificación y se realizó el mapa de bosque y no bosque, punto clave para efectuar el análisis geográfico.

Se Hizo un análisis biométrico de los fragmentos encontrados, con el uso de la extensión "Patch Analyst" del programa Arcview 3.2, con la que se obtienen las métricas básicas para medir el estado del bosque.

Baltodano y Zamora (2010) afirmaron que las métricas para cumplir con este objetivo se dividen en cuatro grupos: Métricas de área, de borde, de forma y de contagio; en este cuadro se muestra la descripción de las mismas.

**Cuadro 1.** Descripción de los tipos de métricas del bosque para determinar el estado de fragmentación de los bosques del Corredor Biológico Las Morocochas, Guanacaste, Costa Rica.

<b>Tipo de métrica</b>	<b>Descripción</b>
<b>Métricas de área</b>	
Área núcleo	Cantidad total de hábitat estudiado en el paisaje menos el borde total, medido en hectáreas.
Número de Fragmentos	Medida del grado de fragmentación del hábitat estudiado.
Tamaño promedio de fragmento	Tamaño promedio de los fragmentos del hábitat estudiado. Se mide en hectáreas
Desviación estándar del tamaño de fragmento	Medida del grado de variación absoluta en el tamaño promedio de los fragmentos
<b>Métricas de borde</b>	
Borde total	Medida absoluta de la longitud de borde de los fragmentos. Se estima en metros.
Densidad de bordes	Medida de la cantidad de borde por unidad de área. Se mide en m/ha.
<b>Métrica de forma</b>	
índice de Forma	Medida de complejidad de la forma comparada con una forma regular (circulo)
<b>Métrica de contagio</b>	
Distancia Promedio al vecino más cercano	Medida de la distancia del centroide de un fragmento a su vecino del mismo tipo más cercano. Se mide en metros.

Para calcular la fragmentación se utilizó la fórmula de Gurrutxaga (2003) para el cálculo de la fragmentación. Los valores numéricos resultantes en este primer cálculo serán comparados en años posteriores con los que se obtendrán con nueva información geográfica de tipos de vegetación, en periodos de cinco a diez años. Al tratarse de la primera medición del índice para este sitio, no se puede realizar aún una valoración sobre la evolución del mismo para los diferentes ambientes (Gurrutxaga 2003)

El índice de fragmentación de Gurrutxaga (F) es una razón entre el área total del hábitat estudiado y la presencia y dispersión de fragmentos de bosque.

Donde,

$F = \text{Superficie Total de hábitat} / (\text{Número de fragmentos} * \text{Dispersión de los fragmentos})$

dispersión de las manchas ( $R_c$ ) =  $2 \text{ dc} (\lambda/\pi)$ ,

$\text{dc}$  = distancia media desde una mancha hasta la mancha más cercana.

$\lambda$  = densidad media de manchas = (número de manchas/superficie total del área de estudio en Ha.) x 100 = número de manchas por cada 100 hectáreas.

#### **4.3 Aspectos sociales y productivos**

Se indagó en las bases de datos de IX Censo Nacional de Población (2000-2002), el Atlas de Desarrollo Humano Cantonal de Costa Rica, el IDS MIDEPLAN (2007) y el Atlas Digital de Costa Rica 2008 (ITCR 2008).

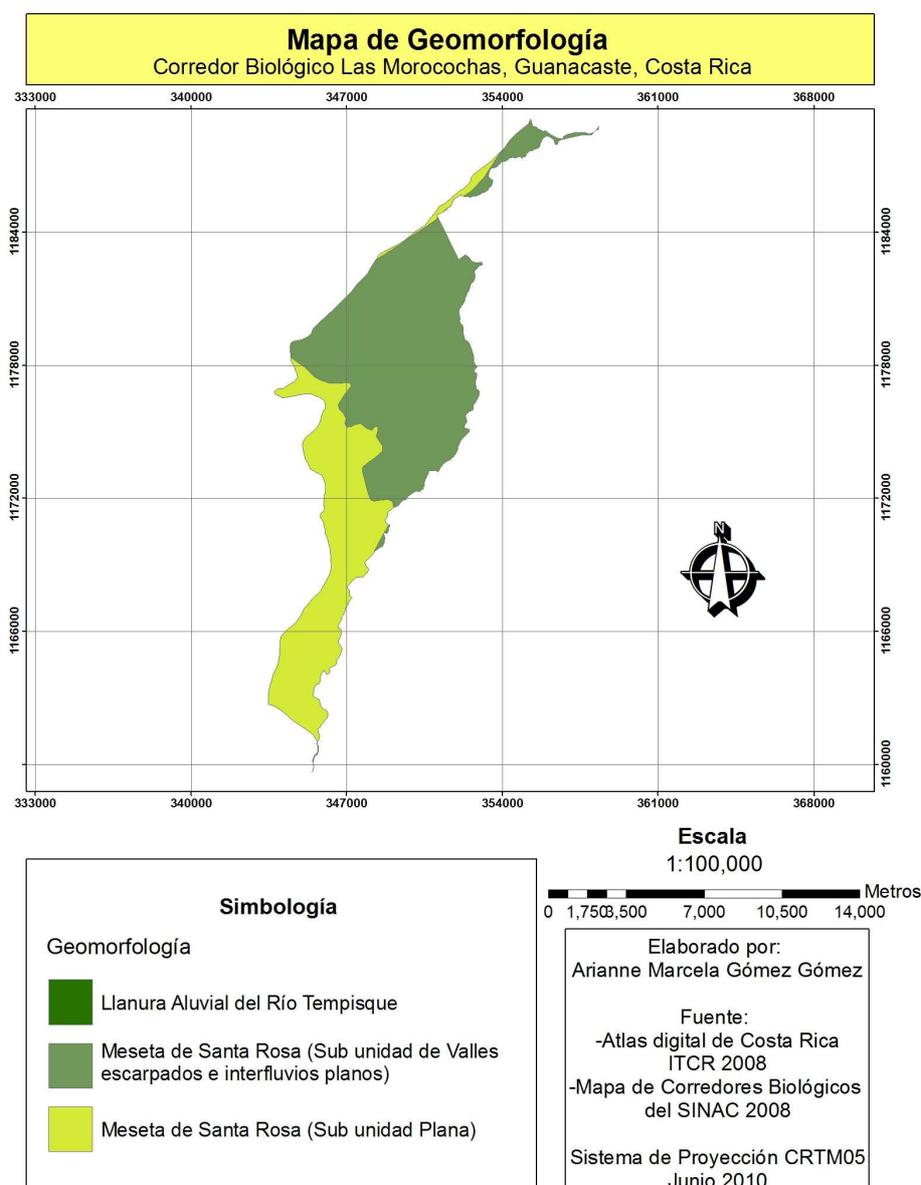
Se realizaron consultas a los miembros del ACG ligados a la gestión de este Corredor Biológico, en temas como Educación Ambiental y medios de producción, y a miembros de FONAFIFO para obtener información sobre los Pagos de Servicios Ambientales (PSA), presentes dentro la zona.

## 5. Resultados y Discusión

### 5.1 Caracterización del capital natural

#### 5.1.1 Geomorfología

En la figura 1 se presenta gráficamente la clasificación de la geomorfología representada dentro de los límites del Corredor Biológico Las Morocochas.



**Figura 1.** Geomorfología del Corredor Biológico Las Morocochas, Guanacaste, Costa Rica. (Fuente Atlas Digital de Costa Rica, 2008)

Como se puede observar en la figura anterior la geomorfología se encuentra dominada por la Meseta de Santa Rosa; específicamente por la Sub Unidad de Valles escarpados e interfluvios planos, la cual presentó un 64.07 % del área total del corredor y la Sub Unidad Plana con un 35.91 %.

Menormente representada se encontró la Llanura aluvial del Río Tempisque, la cual constituye tan solo un 0.028 % del área total, pues corresponde a un sector de la cuenca prácticamente despreciable, tanto que no es posible denotarlo en el mapa mostrado.

La meseta de Santa Rosa es el sector más ancho y macizo de la meseta de ignimbritas (Bergoeing 2007), corresponde a una superficie plana, la cual está cortada por numerosos cauces de laderas casi verticales, con aspecto escalonado debido a la presencia de varias unidades casi horizontales de ignimbritas; los cauces siguen un patrón rectangular ocasionado por la presencia de un sistema de fracturas originadas al momento de enfriarse y consolidarse la roca; los fondos de los valles son en algunos casos anchos y en él se ha perforado el cauce actual. (Bergoeing 1998)

La subunidad se divide en tres secciones: una plana, una de valles escalonados e interfluvios y una plana ondulada; en este caso se presentan las primeras dos sub unidades.

La sub unidad de valles escarpados e interfluvios está situada en la zona comprendida por el sector al noreste de los poblados Colorado, La Montañita y la hacienda Santa María, es el área mayormente disertada por valles de ríos y quebradas, su densidad de drenaje es mayor que las otras secciones, los valles tienen laderas típicamente escalonadas, continúan siendo planas pero no muy anchas; esta subunidad está formada por rocas del tipo de las ignimbritas, alternándose con algunas coladas de andesita y de basaltos; las secciones están divididas en dos formaciones, la de Liberia sobre la de Bagaces; su origen se debe al gran cúmulo de materiales, sobre todo de ignimbritas, las cuales rellenan todas las irregularidades del relieve y

originan una superficie plana casi horizontal; la emisión de ignimbritas se llevó a cabo a lo largo de una fisura que se formó donde hoy está la sierra. (Bergoeing 1998)

La sub unidad plana está ubicada en la zona comprendida por el área aledaña a la carretera interamericana, los sitios San Antonio, Rejoja y Las Burras, las haciendas La Culebra y Santa Rosa, y el cerro Carbonal, así como entre el poblado Irigaray y el sector de La Balsa, esta sección es la más plana y presenta menor cantidad de cauces que la cortan. (Bergoeing 2007)

Por otro lado, la Llanura aluvial del Río Tempisque es una de las tres sub unidades de las formas de Sedimentación aluvial, la misma se localiza en el margen este del Río Tempisque, desde villa Guardia hasta su confluencia con el río Viejo, así como al suroeste de finca Monte Galán y en las proximidades de Hacienda Asientillos. (Bergoeing 1998)

Bergoeing (1998) también menciona que en esta última se da la presencia de meandros abandonados en las orillas del río Tempisque, conos de talud al pie de las lomas, canales abandonados y malecones a orillas del citado río; esta subunidad se compone de sedimentos aluviales del río Tempisque, por fracciones de rocas volcánicas de composición riolítica a andesítica; la textura del material es fina, con fracciones arenosas alimoarcillosas; en las proximidades de Villa Guardia presenta sectores con abundantes fracciones de cuarzo, el relleno efectuado por el Río Tempisque, en su mayor extensión es de origen volcánico, con localidades aisladas donde dominan las fracciones sedimentarias; es probable que su altura y extensión lateral, han ido aumentando con el tiempo, como prueba de ello son las lomas de ignimbritas dentro del valle, aisladas de su bloque original, las cuales se observan en Villa Guardia.

### 5.1.2 Topografía

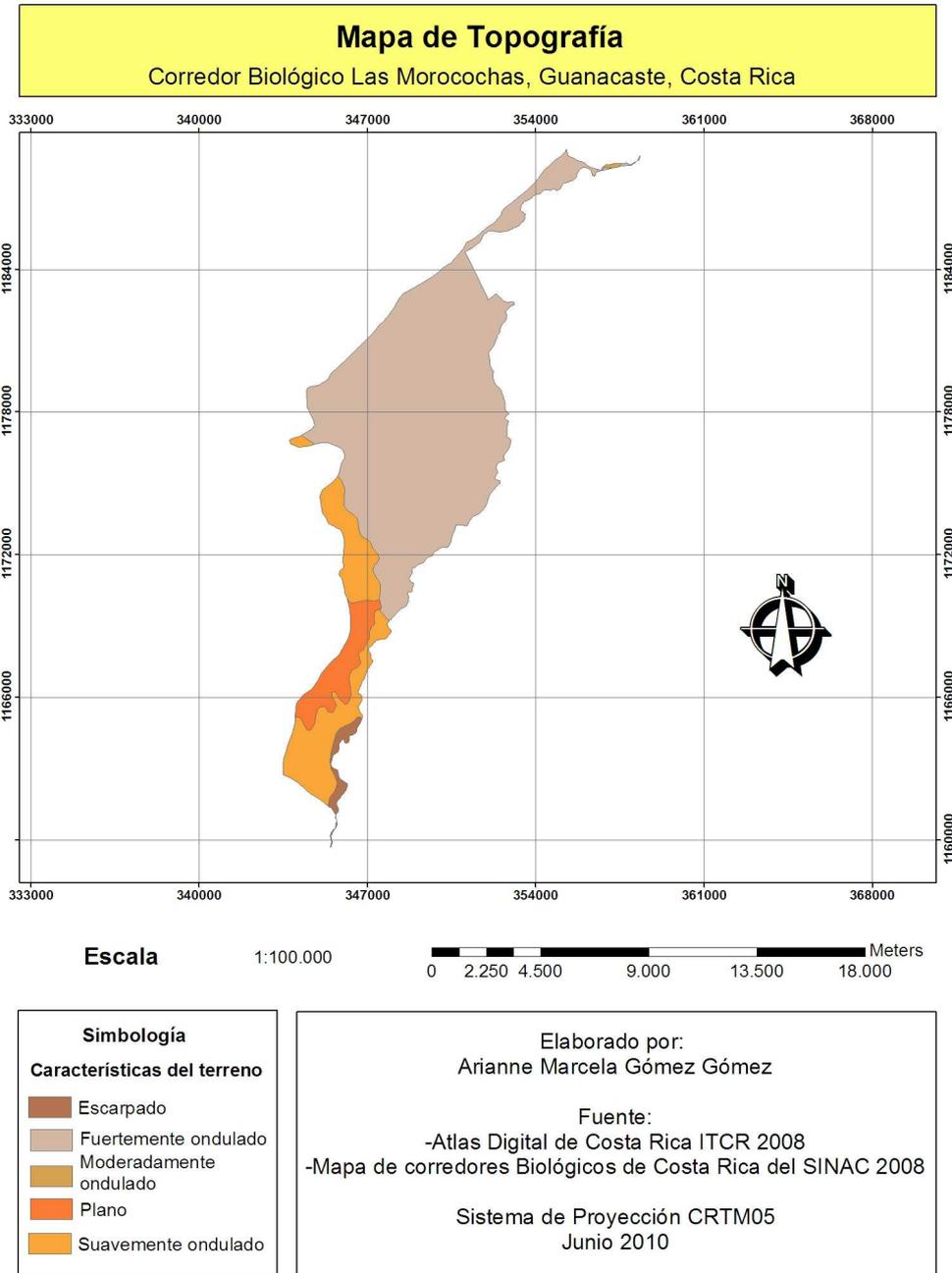
En el cuadro 2 se puede observar que la topografía se encuentra caracterizada en su mayoría por terrenos fuertemente ondulados, con pendientes entre 30 y 60 %, incorporando un 77.18 % del área total.

Por otro lado, menos representados están los terrenos moderadamente ondulados, escarpados y planos; los cuales constituyen aproximadamente un 7.5 % del área total.

**Cuadro 2.** Características topográficas del Corredor Biológico Las Morocochas, Guanacaste, Costa Rica. (Fuente Atlas Digital de Costa Rica. 2008)

<b>Características del terreno</b>	<b>Pendiente (%)</b>	<b>Área (has)</b>	<b>Área (%)</b>
Plano	0-2	605,91	6,07
Suavemente ondulado	2-15	1524,63	15,27
Moderadamente ondulado	15-30	9,75	0,10
Fuertemente ondulado	30-60	7704,58	77,18
Escarpado	Más de 60	138,32	1,39
<b>Total</b>	<b>***</b>	<b>9983,18</b>	<b>100,00</b>

En la figura que se muestra a continuación se puede observar la clasificación del corredor, según las características del terreno.



**Figura 2.** Topografía del Corredor Biológico Las Morocochas, Guanacaste, Costa Rica. (Fuente Atlas Digital de Costa Rica, 2008)

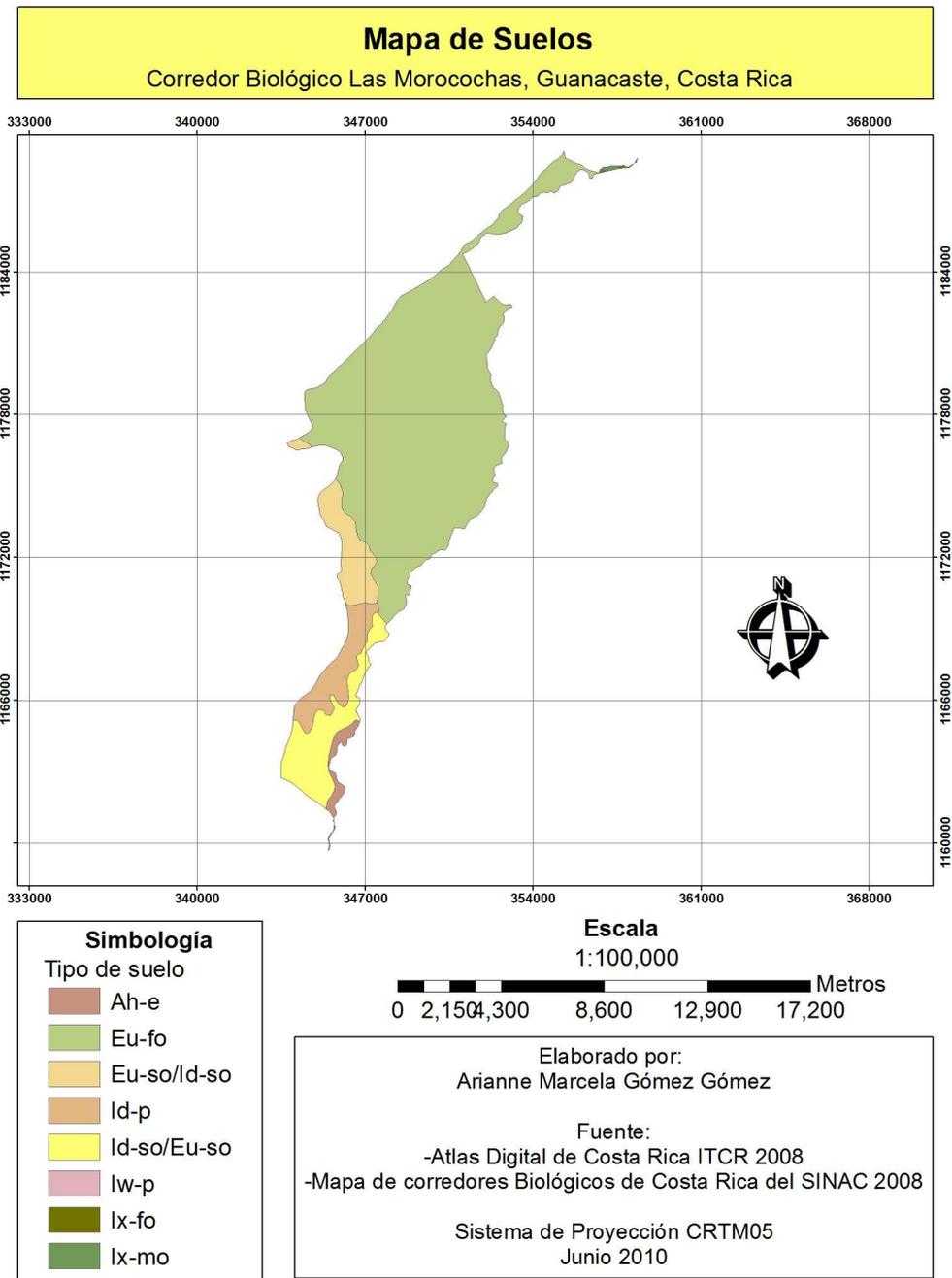
### 5.1.3 Edafología

El 77,1 % del área perteneciente al corredor biológico corresponde a los suelos de tipo Eu-fo, del orden Entisoles y suborden Orthent. Mientras que los suelos de tipo lx-fo, lx-mo, ld-p e lw-p; juntos no representan ni el 1 % del área total. (Cuadro 3)

**Cuadro 3.** Clasificación de tipos de suelo para el Corredor Biológico Las Morocochas, Guanacaste, Costa Rica. (Fuente Atlas Digital de Costa Rica. 2008)

Tipo	Orden	Suborden	Área	
			(has)	Área (%)
lx-fo	Inceptisoles	Andept	7,71	0,08
lx-mo	Inceptisoles	Andept	9,75	0,10
Eu-fo	Entisoles	Orthent	7696,87	77,10
Eu-so/ld-so	Entisoles/Inceptisoles	Orthent/Tropept	626,60	6,28
ld-p	Inceptisoles	Tropept	604,38	6,05
Ah-e	Alfisoles	Ustalf	138,32	1,39
ld-so/Eu-so	Inceptisoles/Entisoles	Tropept/Orthent	898,03	9,00
ld-p	Inceptisoles	Tropept	0,82	0,01
lw-p	Inceptisoles	Tropept	0,70	0,01
<b>Total</b>	<b>***</b>	<b>***</b>	<b>9983,184</b>	<b>100</b>

En la siguiente figura se puede observar la forma en que se distribuyen los distintos tipos de suelos dentro del corredor biológico.



**Figura 3.** Edafología del Corredor Biológico Las Morocochas, Guanacaste, Costa Rica. (Fuente Atlas Digital de Costa Rica. 2008)

Los suelos del orden entisoles ubicados en la parte alta del corredor, se caracterizan por ser suelos inmaduros, poco desarrollados, poco profundos, con exceso de humedad, se inundan con facilidad, son altamente susceptibles a sufrir erosión eólica e hídrica y de formación reciente, por lo que no es posible distinguir en ellos horizontes definidos en el perfil. Es

importante mencionar que se localizan en áreas de formación reciente, como bordes de los ríos, comas de montañas, o lugares semejantes donde el frío retarda su evolución o la erosión ha causado que solo quede roca desnuda (Méndez Estrada y Monge-Nágera 2007)

Se debe considerar que según Méndez y Monge-Nágera (2007) estos suelos no se consideran adecuados para la actividad agrícola o ganadera, solo sirven para uso forestal (bosque), pues no forman un suelo, ya que las condiciones climáticas y la constante erosión han lavado los materiales originales; de modo que la roca o material parental se encuentra muy cerca de la superficie.

En el caso de los inceptisoles ubicados en la parte baja del corredor, son ligeramente más desarrollados que los entisoles, pero siguen teniendo un bajo nivel de desarrollo; pues tienen un perfil, pero este se encuentra poco definido, por lo que las características que expresa cada horizonte son poco acentuadas. Este tipo de suelos son muy utilizados para la economía clave del país, como café, caña de azúcar, palma de aceite, cacao y banano (Méndez Estrada y Monge-Nágera 2007).

Los suelos con orden Alfisoles, en cambio son los suelos más viejos, y se caracterizan por presentar un revestimiento de arcilla de más de un milímetro de espesor, y al contrario de los anteriores se consideran de alta productividad, debido a su naturaleza química básica (pH alto); son usados para piña, cítricos y ganado de carne entre otros cultivos (Méndez Estrada y Monge-Nágera 2007).

#### 5.1.4 Capacidad de uso

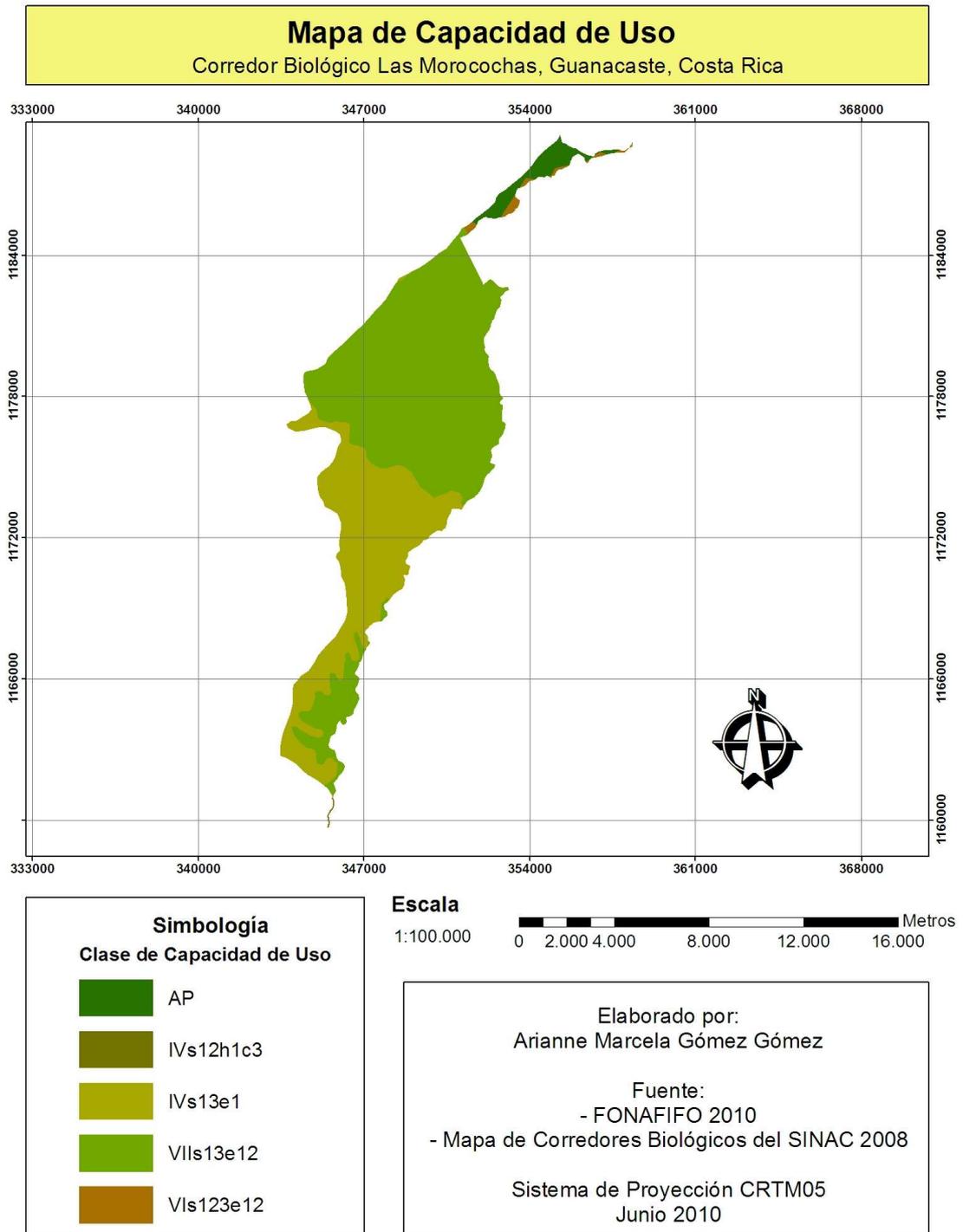
Según los datos obtenidos en el cuadro 4, la capacidad de uso se encuentra dominada por la clase VIIIs13e12, que corresponde a sitios aptos para el manejo de bosque; seguido de la clase IVs13e1, la cual hace referencia a terrenos agropecuarios con limitaciones fuertes.

Un 3,11 % se clasificó como área protegida, esto se debe a que en ese sector se limita con el Parque Nacional Rincón de la Vieja.

**Cuadro 4.** Capacidad de uso del suelo para el Corredor Biológico Las Morocochas, Guanacaste, Costa Rica. (Fuente Atlas Digital de Costa Rica, 2008)

<b>Clase</b>	<b>Capacidad de uso</b>	<b>Area (has)</b>	<b>Área (%)</b>
VIIs123e12	Cultivos permanentes	71,25	0,71
AP	Área protegida	310,44	3,11
IVs13e1	Agropecuario con limitaciones Fuertes	3351,11	33,57
IVs12h1c3	Agropecuario con limitaciones Fuertes	3,65	0,04
VIIIs13e12	Manejo de bosque	6246,73	62,57
<b>Total</b>		<b>9983,18</b>	<b>100,00</b>

En la figura 4 se puede observar con mayor detalle la distribución espacial de las clases de capacidad de uso identificadas.



**Figura 4.** Capacidad de uso del Corredor Biológico Las Morocochas, Guanacaste, Costa Rica. (Fuente Atlas Digital de Costa Rica, 2008)

La clase VII pertenece a tierras con severas limitaciones, como relieve escarpado, erosión severa, suelos poco profundos, fuertemente pedregosos

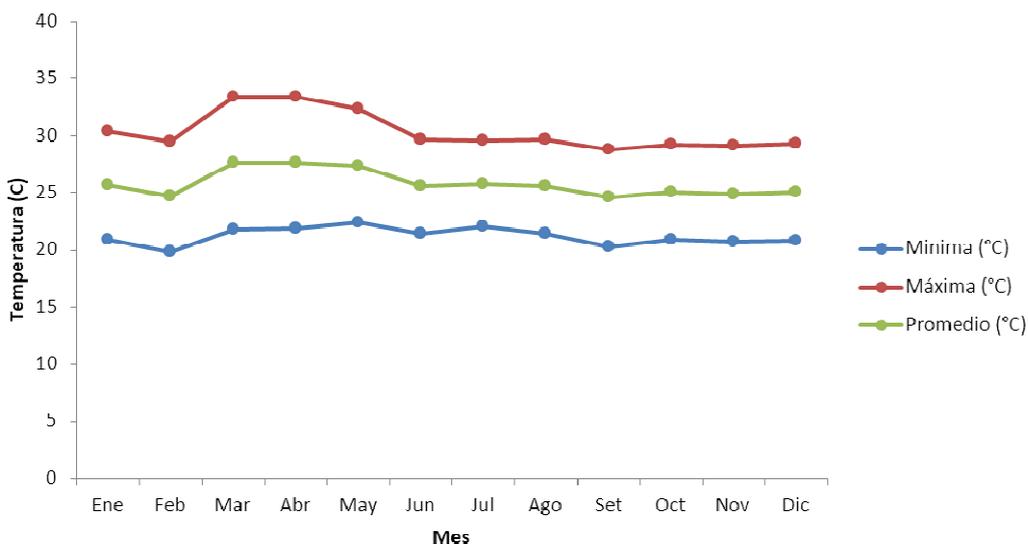
de muy baja fertilidad drenaje excesivo o nulo, riesgo de inundación severa, entre otras. Por esta razón solo se permite el uso de manejo forestal en el caso de que haya cobertura forestal, en casos contrarios, es recomendable procurar la restauración del mismo, por medio del proceso de regeneración natural. Para este caso se da una profundidad efectiva (S1) moderadamente profunda (categoría 3), que va de 60 a 90 cm; más de pendientes (e1) ligeramente onduladas (categoría 2), que va de un 3% a un 8% (SEPSA 1991).

La clase IV, alude a tierras con fuertes limitaciones (relieve ondulado, erosión moderada, pedregosidad, fertilidad media, riesgo de inundación moderado, periodo seco fuerte o ausente, entre otras) que restringen su uso a vegetación permanente y semipermanente. Para este caso, los cultivos anuales solo se pueden desarrollar en forma ocasional o con prácticas muy intensivas de manejo y conservación de suelos y aguas. (SEPSA, 1991).

La menormente representada, clase VI, se relaciona con tierras utilizables para la producción forestal, así como cultivos permanentes, como frutales y café,. Sin embargo especies como *Tectona grandis* y *Gmelina arborea* no son adecuadas para las pendientes características de esta clase, pues aceleran los procesos de erosión del suelo; por lo que se recomienda su desarrollo sólo en relieves fuertes. (SEPSA 1991).

### 5.1.5 Clima

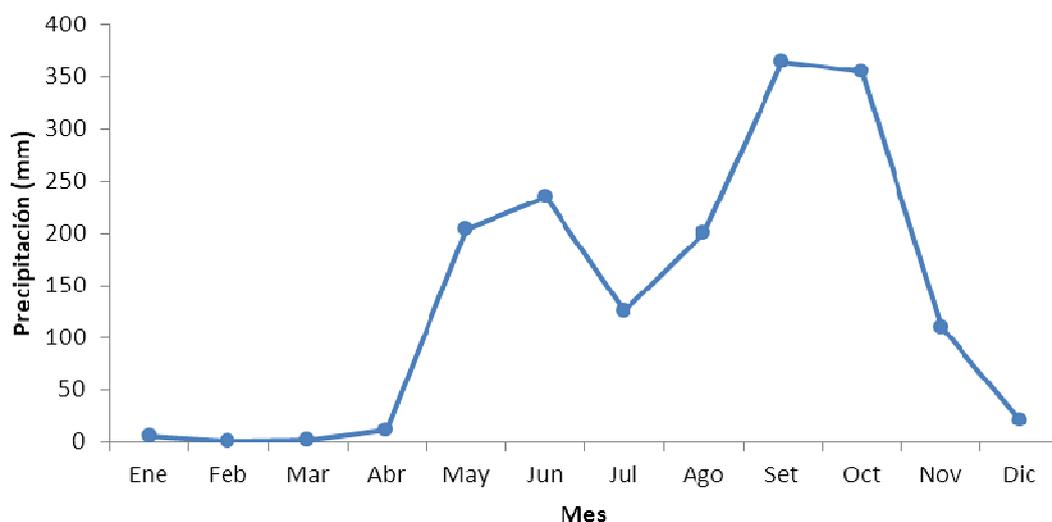
En la siguiente figura se muestra la distribución de la temperatura mensual mínima, máxima y promedio para el periodo 1971-1988 en la Estación Meteorológica Santa Rosa, Guanacaste, Costa Rica.



**Figura 5.** Temperatura mensual para la Estación Meteorológica Santa Rosa, Guanacaste, Costa Rica. (Fuente Instituto Meteorológico Nacional, 2010)

En el gráfico anterior se puede observar que la temperatura promedio se mantiene entre los 24.6 °C y los 27.7 °C; no obstante, se pudo ver que la temperatura mínima promedio para un año fue de 19.8 °C y la máxima de 33.4 °C. Además se pudo identificar que los tres meses más cálidos son respectivamente marzo, abril y mayo; mientras que febrero fue el mes más frío.

En la figura que se muestra a continuación se presenta la forma en que se distribuye la precipitación total media de cada mes para el periodo 1971-2009 en la Estación Meteorológica Santa Rosa, Guanacaste, Costa Rica.



**Figura 6.** Precipitación promedio mensual para la Estación Meteorológica Santa Rosa, Guanacaste, Costa Rica. (Fuente Instituto Meteorológico Nacional, 2010)

Se presentó una precipitación anual total de 1638.4 mm; en la figura 6 se puede ver la forma en que se comporta en el lapso de un año, es evidente que los meses de diciembre a abril fueron los más secos, pero se incrementa para los meses de mayo y junio, pasando de precipitaciones de 0-21 mm a 200-250 mm. Luego hay una baja en el mes de julio, y se acrecentó hasta alcanzar los meses más lluviosos: setiembre y octubre, aproximadamente en los 350 mm.

### 5.1.6 Hidrología

Se determinó que el sistema hidrológico del Corredor Biológico Las Morocochas se encuentra dentro de la gran cuenca del Río Tempisque, en la vertiente pacífico; específicamente en cuatro subcuencas de la misma, las cuales se presentan en el cuadro que se muestra a continuación.

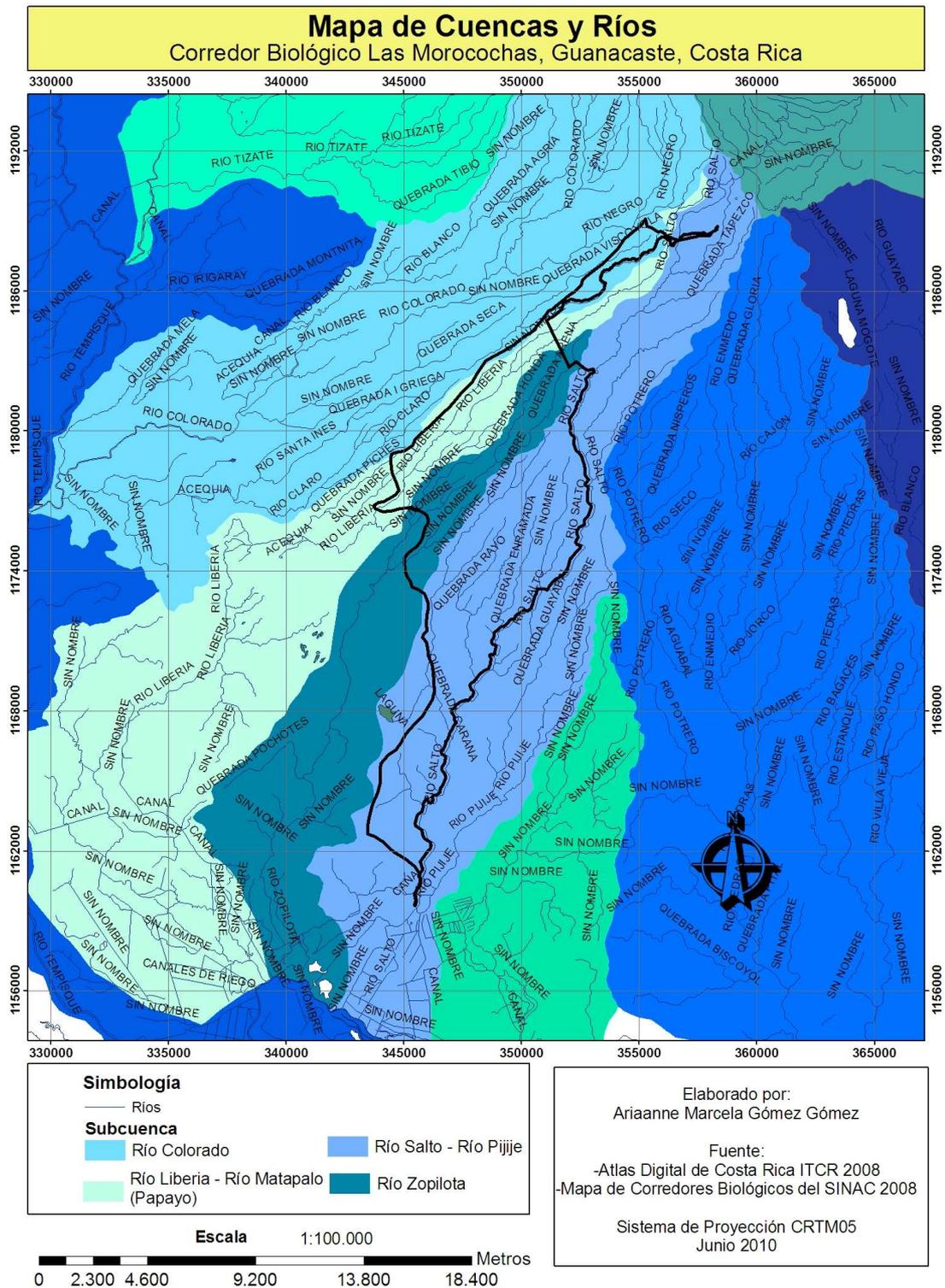
**Cuadro 5.** Distribución de las cuencas hidrográficas presentes en el Corredor Biológico Las Morocochas, Guanacaste, Costa Rica. (Fuente Atlas Digital de Costa Rica, 2008)

<b>Subcuenca</b>	<b>Área (has)</b>	<b>Área (%)</b>
Río Colorado	426,90	4,28
Río Salto- Río Pije	5997,12	60,07
Río Liberia - Río Matapalo (Papayo)	1657,55	16,60
Río Zopilota	1901,60	19,05
<b>Total</b>	<b>9983,18</b>	<b>100,00</b>

La subcuenca del Río Salto- Río Pije mostró el mayor área del corredor, seguido por la subcuenca del Río Zopilota y la del Río Liberia- Río Matapalo; mientras que la del Río Colorado solo pertenece a un 4.28 % del área total.

Es importante mencionar que el corredor limita en su parte este con el Río Salto (Figura 7), por ello que sea la subcuenca que cubre este río la de mayor distribución.

En la siguiente figura se puede observar en detalle la red hídrica y subcuencas que forman parte del corredor biológico.



**Figura 7.** Cuencas Hidrográficas y Ríos del Corredor Biológico Las Morocochas, Guanacaste, Costa Rica. (Fuente Atlas Digital de Costa Rica, 2008)

### 5.1.5 Zonas de Vida

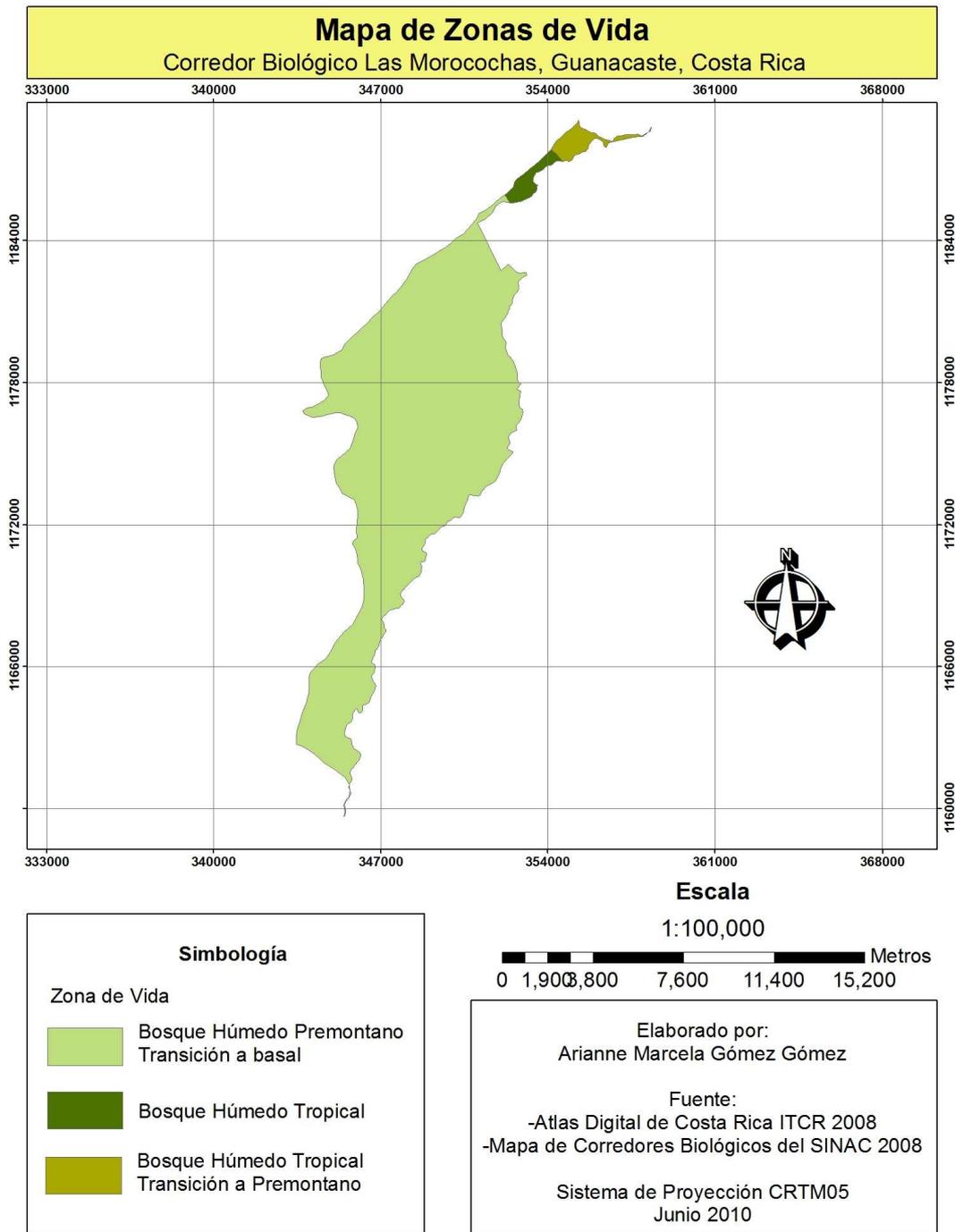
El Corredor Biológico las Morocochas, presentó una zona de vida y dos transiciones, distribuidas en dos pisos altitudinales: basal y premontano. Sin embargo, es posible observar que la zona de vida que domina el área es el Bosque húmedo premontano con transición a basal, pues conforma el 96,46 % del área total.

En el cuadro 6 se puede visualizar la forma que se distribuye el área según la zona de vida.

**Cuadro 6.** Distribución de las Zonas de Vida de Holdridge para el Corredor Biológico Las Morocochas, Guanacaste, Costa Rica. (Fuente Atlas Digital de Costa Rica, 2008)

Zona de Vida	Código	Piso	Biotemperatura	Precipitación	Área (has)	Área (%)
Bosque Húmedo						
Tropical						
Transición a						
Premontano	bh-T12	Basal	24-30	2000-4000	193,44	1,94
Bosque Húmedo						
Tropical	bh-T	Basal	24-30	2000-4000	160,32	1,61
Bosque Húmedo						
Premontano						
Transición a						
Basal	bh-P6	Premontano	18-24	2000-4000	9629,43	96,46
<b>Total</b>	<b>***</b>	<b>***</b>	<b>***</b>	<b>***</b>	<b>9983,18</b>	<b>100,00</b>

En la figura que se muestra a continuación se puede observar la forma en que se distribuyen las zonas de vida dentro de los límites del corredor.



**Figura 8.** Zonas de vida del Corredor Biológico Las Morocochas, Guanacaste, Costa Rica. (Fuente Atlas Digital de Costa Rica, 2008)

La zona de vida Bosque Húmedo Premontano con transición a basal se ubica en las bajuras del noroeste del Bosque Seco Tropical, y el Bosque Húmedo Tropical. Este tipo de bosque es la zona de vida más alterada en

Costa Rica, pues aquí ya no quedan áreas significativas de bosques primarios (Janzen 1991).

El Bosque Húmedo Premontano es un bosque semideciduo estacional de altura mediana y de dos estratos, árboles del dosel en su mayoría caducifolios en la estación seca. Los árboles del sotobosque son de 10 a 20 m de alto, el estrato de arbustos es denso, de 2 a 3 m de altura, de plantas leñosas de uno o varios tallos, algunas con espinas. La cobertura del suelo es rala, las epífitas son escasas y hay abundantes bejucos leñosos, flexibles y de tallos delgados (Janzen 1991).

El Bosque húmedo tropical, es la segunda zona de vida más extensa en Costa Rica; se caracteriza por ser un bosque perennifolio, alto, de muchos estratos, con algunas especies brevemente caducifolias. Los árboles del dosel son de 45 a 55 m de alto, de copas redondas en forma de paraguas y de troncos lisos hasta los 30 m de altura que pueden alcanzar diámetros de 100 a 200 cm de diámetro, generalmente las gambas son altas, lisas y delgadas y de corteza de color claro. Los árboles del subdosel tiene de 30 a 40 m de alto, generalmente sin gambas. Los árboles del sotobosque son de 10 a 25 m de alto y ocasionalmente caulifloros. Son abundantes las palmeras con raíces adventicias. El estrato de arbustos es de 1.5 a 2.5 m de alto con gran abundancia de palmeras enanas y arbustos pocos ramificados y hierbas gigantes latifoliadas. La cobertura del suelo es rala con unos pocos helechos y Selaginella. Los bejucos leñosos no son comunes y casi no hay arbustos epífitos y o árboles estranguladores, en fin es el más rico en especies (Janzen 1991).

## 5.1.6 Flora y Fauna

No se encontraron estudios específicos realizados para caracterizar la flora y fauna dentro del corredor biológico Las Morcohas, por lo que se recurrió a información de Estudios de Impacto Ambiental (EslA) y documentos D1, según los expedientes de la Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA).

### 5.1.6.1 Flora

Según el EIA realizado para el Tajo Ignimbritas y Lavas Vuatsi, la cobertura vegetal actual del entorno ha sido modificada a través del tiempo por las diferentes actividades productivas y la vulnerabilidad a incendios forestales de estas zonas.

La mayor riqueza de flora que aún se conserva en la región se ubica en las zonas de protección que componen el río Liberia, donde las especies que predominan son *Ficus sp*, *Cecropia peltata*, *Bambusa spp*, *Persea sp*, *Acacia collinsii*, *Cocoloba caracasana*, *Anacardium excelsum* y *Pithececolobium dulce*. Además, encontraron algunos especímenes dispersos de *Annona purpurea*, *Tabebuia rosea*, *T. ochraceae*, *Bombacopsis quinatum*, *Bursera simaruba*, *Cochlospermum vitifolium* e *Hymenaea courbaril*. (Montalto García 2008)

Entre otras especies que se pueden encontrar en estas zonas están *Enterolobium cyclocarpun*, *Dendropanax arboreus*, *Ardisia revoluta*, *Apeiba tibourbou*, *Curatella americana* y *Byrsonima crassifolia*. (Montalto García 2008)

Por otro lado, según el D1 realizado para el proyecto de las Terminales Santa María, la vegetación de estas zonas presenta tres asociaciones bien definidas con baja densidad relativa de especies, una es el potrero con jícaro, la otra el bosque secundario intervenido y finalmente el pasto alto de transición.

a) Potrero con jícaro (*Cressentia alata*): en este predominan dos especies de gramíneas (Poaceae), una especie de cornizuelo (*Acacia cf. Mimosifolia*),

el *Crescentia alata* y *Guazuma ulmifolia*. El jícaro se presenta con una densidad estimada en un individuo por cada 100 metros cuadrados, característica típica de la vegetación del potrero guanacasteco que quedó después de la deforestación en las primeras décadas del siglo pasado. En zonas que no han sido tan afectadas por las quemadas, la diversidad de hierbas es un poco mayor, siendo *Hyptis* sp, *Stachytarpheta* sp y *Lantana* sp las especies predominantes. (G.O. Ambiente de Centroamérica S.A 2007)

- b) Bosque secundario intervenido: en estos sectores se presentó un sotobosque ralo y con algunos pequeños sectores acharralados. En este existen tres especies de árboles que dominan: *Byrsonima crassifolia*, *Punica granatum* y *Guazuma ulmifolia*, en donde su densidad es variable y el dosel siempre abierto. En el sotobosque se menciona que dominan algunos arbustos e hierbas espinosas como *Acacia mimosifolia*, *Casearia aculeata* y *Stachytarpheta* sp. Se determinó la presencia de un helecho trepador del género *Lygodium*. Este tipo de vegetación se extiende hasta la margen derecha del río Tempisque y los alrededores de la ciudad de Liberia. (G.O. Ambiente de Centroamérica, S.A 2007)
- c) Pasto alto de transición: En muchas ocasiones las asociaciones a y b, se encontraron divididas por franjas de ancho variable de un pasto alto como la *Hyparrhenia rufa* (jaragua) de 1.5 a 2 m en asociación de algunos arbustos e hierbas como *Acacia mimosifolia* e *Hyptis* sp. (G.O. Ambiente de Centroamérica S.A 2007)

#### **5.1.6.2 Fauna**

Con respecto a la fauna característica de estas zonas, el D1 para el proyecto de las Terminales de Santa María, el componente más importante tanto en diversidad como en abundancia es el de las aves, únicos vertebrados observados. Se menciona que reconocieron un total de 13 especies, la mayoría propias de áreas de vegetación abierta.

- a) Se encontró que predominan las especies insectívoras con un porcentaje de 53,8 %, seguidas por especies granívoras y omnívoras, ambas con un 15,4 %, y finalmente frugívoras y carroñeras con un 7,7 % cada una. (G.O. Ambiente de Centroamérica S.A 2007)

En el cuadro que se muestra a continuación se pueden observar las especies encontradas en la zona.

**Cuadro 7.** Especies de aves características en las zonas aledañas a la empresa Terminales Santa María. S.A. Liberia, Guanacaste, Costa Rica.

<b>Especie</b>	<b>Nombre común</b>
<i>Coragyps atratus</i>	zopilote
<i>Columbina talpacoti</i>	tortolita
<i>Leptotila verreauxi</i>	yuré
<i>Aratinga finschi</i>	cotorra
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	tijo
<i>Tyrannus melncholicus</i>	pechiamarillo
<i>Megarhynchus pitangua</i>	pechiamarillo
<i>Myiozeletes similis</i>	pechiamarillo
<i>Thryothorus modestus</i>	chinchiriguí
<i>Sturnella magna</i>	zacatera
<i>Troglodytes aedon</i>	soterré
<i>Vermivora peregrina</i>	reinita
<i>Notiochelidon Cyanoleuca</i>	golondrina

En el EIA del Tajo Ignimbritas y Lavas Vuatsi, divide la fauna en tres tipos: la avifauna, mastofauna y herpetofauna.

- a) Avifauna: Se encontró que la mayor densidad de avifauna está asociada a la zona de protección del río Liberia, aunque muchas de las especies están adaptadas a ambientes alterados, a continuación se muestra un

listado de las especies de aves identificadas para este grupo. (Montalto García 2008)

**Cuadro 8.** Especies de aves identificadas en las zonas aledañas al Tajo Ignimbritas y Lavas Vuatsi, Liberia, Guanacaste, Costa Rica.

<b>Familia</b>	<b>Especie</b>	<b>Nombre común</b>
Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	garcilla bueyera
Ardeidae	<i>Cochlearius cochlearius</i>	chocuaco
Accipitridae	<i>Buteo magnirostris</i>	gavilán blanco
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote
Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote
Cuculidae	<i>Crotophaga ani</i>	Tijo
Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Tijo
Cuculidae	<i>Piaya cayana</i>	bobo cchizo
Columbidae	<i>Columba nigrirostris</i>	tortolita
Corvidae	<i>Calocitta formosa</i>	urraca copete azul
Emberizidae	<i>Tiaris olivacea</i>	setillero
Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	zanate
Picidae	<i>Celeus castaneus</i>	carpintero castaño
Psittacidae	<i>Brotogeris jugularis</i>	perico
Thraupidae	<i>Thraupis episcopus</i>	viudita
Trochilidae	<i>Amazilia rutila</i>	colibrí canelo
Tyrannidae	<i>Pitangus sulfuratus</i>	pecho amarillo

b) Mastofauna: La mastofauna de esta zona es diversa; no obstante, por las condiciones de alteración del ambiente como consecuencia de actividades productivas como la ganadería y cultivos, la presencia de mamíferos ha disminuido; e inclusive para efectos de este estudio no encontraron animales mamíferos ni reptiles, sin embargo se levanto una

lista de los avistamientos de gente aledañas al sitio, dicha lista se presenta a continuación. (Montalto García 2008)

**Cuadro 9.** Especies de mamíferos comunes e identificados en las zonas aledañas al Tajo Ignimbritas y Lavas Vuatsi, Liberia, Guanacaste, Costa Rica.

<b>Familia</b>	<b>Especie</b>	<b>Nombre común</b>
Agoutidae	<i>Agouti paca</i>	Tepezcuintle
Agoutidae	<i>Dasyprocta punctata</i>	guatusa
Atelidae	<i>Allouatta palliata</i>	mono congo
Canidae	<i>Canis latrans</i>	coyote
Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	venado cola blanca
Dasypodidae	<i>Cabassous centralis</i>	armadillo zopilote
Dasypodidae	<i>Dasybus novemcinctus</i>	armadillo de nueve bandas
Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	zorro pelón
Erethizontidae	<i>Coendou mexicanum</i>	puesco espín
Leporidae	<i>Sylvilagus floridanus</i>	conejo silvestre
Mephitidae	<i>Conepatus semistriatus</i>	zorro hediondo
Myrmecophagidae	<i>Tamandua mexicana</i>	oso hormiguero
Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	pizote
Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	mapache
Sciuridae	<i>Sciurus variegatoides</i>	ardilla
Tayassuidae	<i>Tayassu sp</i>	saíno

c) Herpetofauna: Se caracterizó por la presencia de organismos adaptados a las condiciones de sequía que predominan en la región. Se observaron organismos de las especies *Basiliscus vitatus* (Basilisco), *Iguana iguana* (iguana verde) y *Clelia clelia* (zopilota). Además, se menciona que es

posible encontrar especies de serpientes típicas de la sabana guancasteca, tales como: *Crotalus durissus durissus* (cascabel), *Lachesis muta* (matabuey) y otras venenosas. (Montalto García 2008)

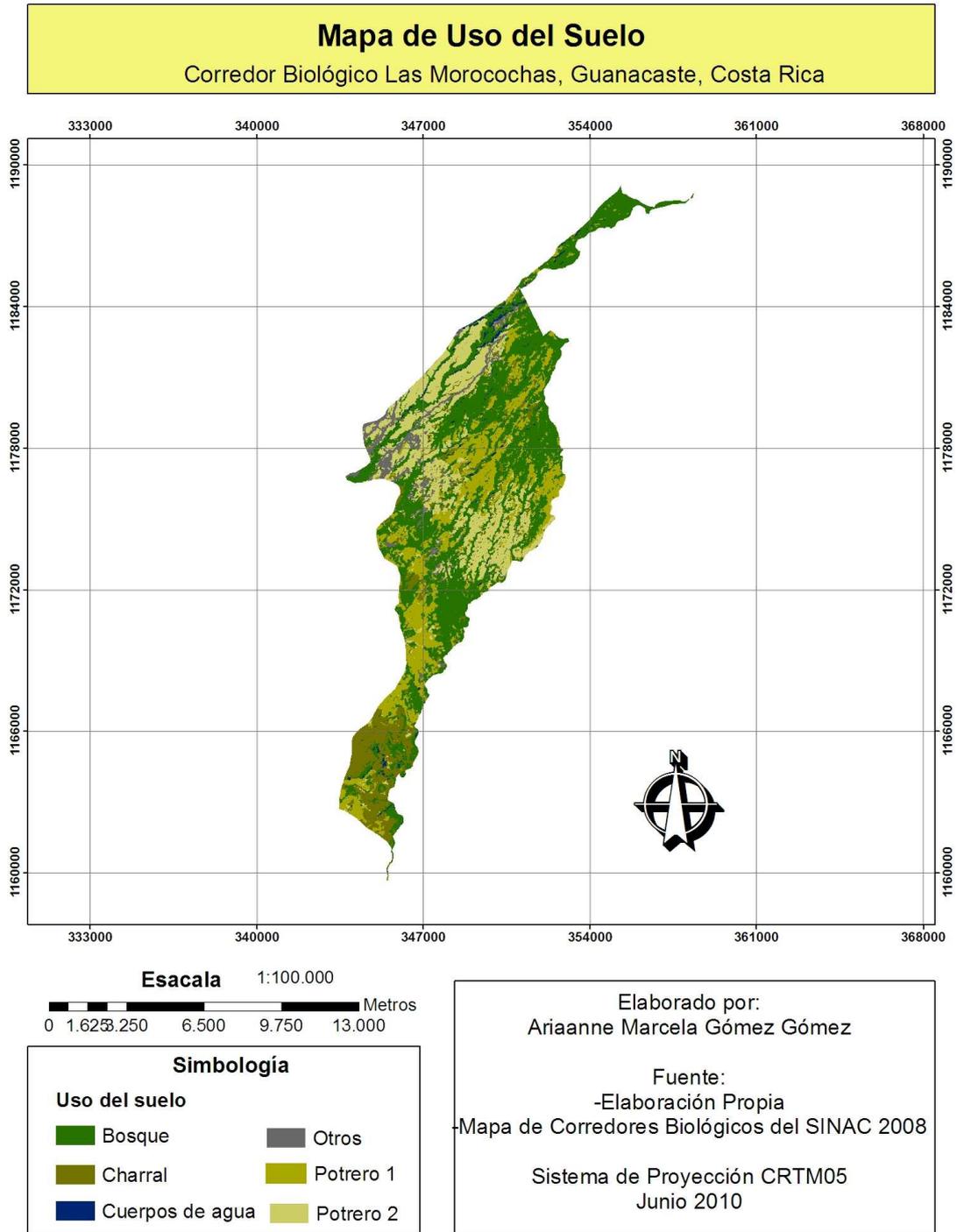
Es importante tomar en cuenta la necesidad de realizar estudios específicos para la caracterización de la flora y fauna del corredor, pues el conocer las especies que hay, su comportamiento dentro del ecosistema y su estado de conservación determina cuales son los límites naturales que nos impone el entorno para crear estrategias que satisfagan las necesidades de las comunidades y del estado natural del corredor. Para realizar esto una opción importante puede ser el hecho de ofrecer prácticas de especialidad o tesis a estudiantes para realizar estudios de esa índole dentro del corredor.

## **5.2 Diagnostico de conectividad ecológica**

### **5.2.1 Clasificación y análisis del uso actual de tierra**

#### **5.2.1.1 Uso de tierra**

El proceso de clasificación supervisada realizado a través del software ERDAS 8.5, permitió obtener el siguiente mapa. (Figura 9)



**Figura 9.** Mapa de la clasificación supervisada de una imagen satelital ASTER 14 del año 2006 para el Corredor Biológico Las Morocochas, Guanacaste, Costa Rica. (Fuente Elaboración Propia)

El cuadro 10 muestra los resultados obtenidos del uso de la tierra en el Corredor Biológico Las Morocochas, Guanacaste, Costa Rica.

**Cuadro 10.** Distribución del Uso de tierra para el Corredor Biológico Las Morocochas, Guanacaste, Costa Rica.

<b>Clase</b>	<b>Área (has)</b>	<b>Área (%)</b>
Bosque	3708,81	37,15
Charral	1274,48	12,77
Cuerpos de agua	326,16	3,27
Otros	797,51	7,99
Potrero 1	2151,75	21,55
Potrero 2	1724,48	17,27
<b>Total</b>	<b>9983,18</b>	<b>100,00</b>

La categoría de Bosque presentó la mayor cobertura, representada por un 37,15 % del área total. Seguidamente se encuentran las categorías de potrero 1, potrero 2 y charral, con valores de 21,55 %, 17,27 % y 12,77 % respectivamente; finalmente están las categorías de otros y cuerpos de agua, las cuales muestran un 7,99% y 3,27 % del área total.

### **5.2.1.2 Matriz de error**

En la matriz de error que se muestra a continuación se pueden observar los resultados obtenidos mediante el uso de puntos de control aleatorios. (Cuadro 11)

**Cuadro 11.** Matriz de error para evaluar la exactitud de los resultados finales de la clasificación supervisada de ERDAS para el Corredor Biológico Las Morocochas, Guanacaste, Costa Rica.

Uso clasificado	Uso observado						Total
	Cuerpos de			Potrero		Total	
	Bosque	Charral	agua	Otros	1		
Bosque	22	2	1				25
Charral	3	14			3	1	21
Cuerpos de agua	1	2	5				8
Otros				8	2		10
Potrero 1		4			23	1	28
Potrero 2					2	6	8
<b>Total</b>	<b>26</b>	<b>22</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>30</b>	<b>8</b>	<b>100</b>

En la matriz anterior se puede observar que el 30 % de los puntos de control utilizados representaron la categoría de potrero 1; seguidamente el 26 % y 22 % para las categorías bosque y charral respectivamente; la categoría de potrero 2 y otros representaron un 8% cada una y finalmente la menos representada fue la categoría de cuerpos de agua.

Ninguna de las clases de uso coincidieron en un 100 % entre la clasificación obtenida y los datos observados en el campo o la realidad de la imagen satelital, pues por ejemplo en el caso de la categoría de bosque se clasificaron 2 puntos como charral y uno como cuerpos de agua siendo en realidad áreas de bosque; se dió un comportamiento de forma similar en las otras categorías.

### 5.2.1.3 Estadísticos de exactitud

En el cuadro 12 se muestran los resultados de los estadísticos de exactitud utilizados.

**Cuadro 12.** Estadísticos de exactitud utilizados para evaluar la información resultante de la matriz de error para la clasificación supervisada del Corredor Biológico Las Morocochas, Guanacaste, Costa Rica.

<b>Clase</b>	<b>Exactitud del usuario</b>	<b>Exactitud del productor</b>
Bosque	88,00	84,62
Charral	66,67	63,64
Cuerpos de agua	62,50	83,33
Otros	80,00	100,00
Potrero 1	82,14	76,67
Potrero 2	75,00	75,00
<b>Exactitud Total</b>	<b>78</b>	

La exactitud del productor indicó que para la categoría de otros la probabilidad de que un pixel fuera clasificado correctamente fue de un 100 %, no obstante, para las demás categorías se obtuvieron valores menores, incluso de un 63,64 %, como es el caso de la categoría charral, pues siete puntos de control clasificados dentro de esta pertenecían a otras categorías; de la misma forma se justifican los valores obtenidos en las otras clases de uso.

La exactitud del usuario mostró que para todas las categorías no hay una probabilidad del 100 % de que un pixel clasificado en el mapa realmente represente esa categoría en el terreno, pues las probabilidades van en un rango de 62,50 % a 88 %.

Finalmente, la exactitud total obtenida indica que un 78 % de la clasificación obtenida representa la realidad del terreno.

#### **5.2.1.4 Análisis de probabilidad de la matriz de error**

Se obtuvo un valor del índice Kappa ( $K_{\text{hat}}$ ) de 0,72, es decir que el análisis de probabilidad mediante este estadístico indicó que para un 72 % de confianza, existen diferencias estadísticas significativas en la metodología de clasificación utilizada. Es decir, se afirma con un 72% de confianza, que la metodología presenta resultados con un 78 % de exactitud.

El resultado obtenido presenta un valor similar al obtenido por Leclerc (1996), el cual a partir de una clasificación de Costa Rica con una imagen Lansat TM obtuvo un valor de precisión de 77 %. Sin Embargo, en otros casos como el valor encontrado por Milla (2008) en una clasificación supervisada de una imagen Lansat TM para el Área de Conservación Tempisque (ACT), se presentaron porcentajes de exactitud más altos, pues en este caso el valor fue de un 92,5 %.

No obstante, en un estudio realizado de imágenes ASTER en la discriminación de áreas de uso agrícola en Colombia, se obtuvo un resultado del índice Kappa de 0.75, según Ortiz Lozano y Pérez Gómez (2009) un valor Kappa igual a 1 indica un acuerdo pleno entre la realidad y el mapa, mientras que un valor cercano a 0, sugiere que el acuerdo observado es debido al azar. El margen valorado en la clasificación se considera de grado “acuerdo sustancial” (bueno), lo que quiere decir que la clasificación a partir de las bandas originales es de 72 % mejor de lo esperado al azar.

#### **5.2.1.5 Elementos favorecedores y perturbadores de conectividad**

En el siguiente cuadro se puede observar la distribución espacial de los usos del suelo que favorecen la conectividad del corredor biológico.

**Cuadro 13.** Elementos favorecedores de conectividad para el Corredor Biológico Las Morocochas, Guanacaste, Costa Rica.

<b>Clase</b>	<b>Área (has)</b>	<b>Área (%)</b>
Bosque	3708,81	37,15
Charral	1274,48	12,77
Cuerpos de agua	326,16	3,27
<b>Total</b>	<b>5309,45</b>	<b>53,18</b>

El cuadro anterior evidencia la importancia del bosque dentro del paisaje, pues de los usos favorecedores es el que mayor aporte hace. A pesar de que la distribución de los usos se encuentra muy parcializada, hay que considerar que los usos favorecedores de la conectividad representan la mayoría dentro del área de estudio total.

Es importante notar que el área de estudio presenta usos que muestran la recuperación de algunas áreas, tal es el caso de los charrales, pues estos evidencian la regeneración del bosque secundario en áreas donde anteriormente se había eliminado en gran parte la vegetación arbórea; en este caso muy común en la provincia de Guanacaste que se degradara el bosque por cambios de uso no aptos para dichas zonas. Una vez que estos sitios fueron abandonados inicio el proceso de regeneración natural beneficioso para el restablecimiento de la conectividad.

En el cuadro 14 se puede visualizar la forma en que se distribuyen los usos que no favorecen a la conectividad dentro del corredor.

**Cuadro 14.** Elementos perturbadores de conectividad para el Corredor Biológico Las Morocochas, Guanacaste, Costa Rica.

<b>Clase</b>	<b>Área (has)</b>	<b>Área (%)</b>
Otros	797,51	7,99
Potrero 1	2151,75	21,55
Potrero 2	1724,48	17,27
<b>Total</b>	<b>4673,74</b>	<b>46,82</b>

Los usos de la tierra que perturban el bosque, si bien representan un porcentaje menor que los favorecedores; mostraron un porcentaje alto considerando que tienen gran influencia sobre la conectividad del paisaje; además se evidencia que su distribución se encuentra dominada por áreas de potrero.

La ubicación espacial de estos usos es la causante de la fragmentación del bosque, pues llegan a dividir lo que fueran unidades de bosque. Usos como los potreros influyen sobre la degradación del bosque, por presentar espacios abiertos, con poca presencia de árboles, y poco desarrollo de otra vegetación de mayor altura que el pasto, provocando un efecto de borde muy fuerte. (Baltodano y Zamora 2010).

Sin embargo, es importante tomar en cuenta, que la categoría potrero 2, actualmente se le ha catalogado como una zona en regeneración natural con asociación de pastos, ya que esta es una zona sumamente vulnerable, pues por el tipo de suelos no se puede recuperar fácilmente. Esto se refiere a potreros de jaragua (*Hyparrhenia rufa*) en asociación de tres especies lengua de vaca (*Conostegia xalapensis*), nance (*Byrsonima crassifolia*) y roble encino (*Quercus oleoides*) con el pasto conocido como jaragua (Barrantes 2010).

Montoya-Maquín (1966) citado por Janzen (1991) alude a este tipo de potreros, y menciona que los mismos fueron derivados del bosque perennifolio de robles

(*Quercus oleoides*) característico en suelos de pómez y cenizas de las bajuras secas estacionales de Centroamérica.

A este bosque de robles pobre en especies se le consideró como una asociación edáfico atmosférica debido a los suelos pobres y a una estación seca más prolongada de lo común. (Janzen 1991)

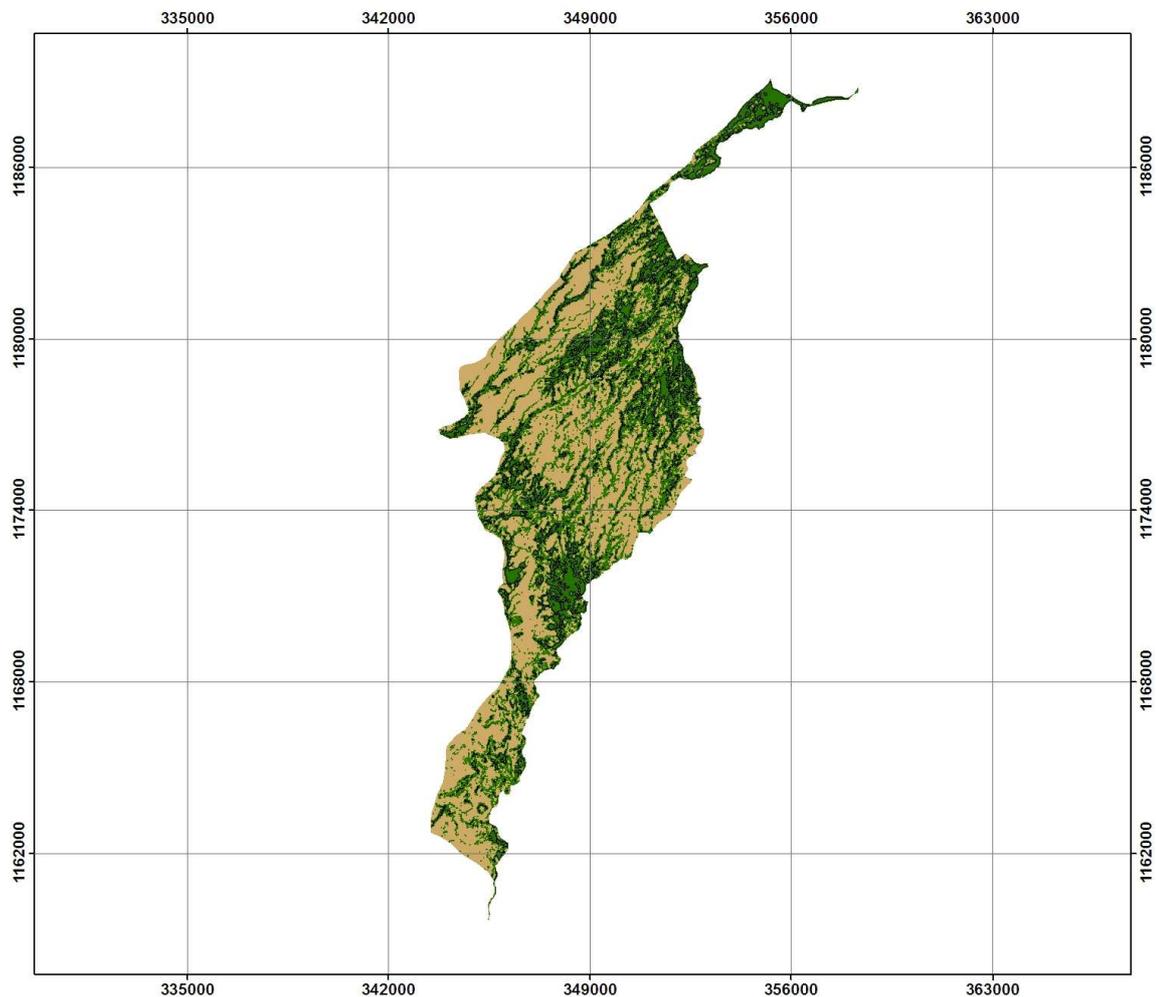
La categoría otros representada por infraestructura y cultivos, se relaciona con usos antrópicos que representan barreras para el paso y las dispersión de algunas especies por el paisaje, sobretodo la infraestructura es uso de gran importancia estructural en el paisaje y su peso como barrera a la dispersión genera dificultades para la conectividad del bosque. (Baltodano y Zamora 2010).

### **5.2.2 Análisis espacial del bosque**

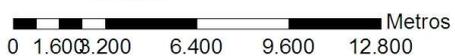
El análisis de la imagen satelital de la zona estudiada presentó varios fragmentos de bosque, se obtuvo un área total de bosque de 3708,81 hectáreas.

En la siguiente figura se puede observar la distribución espacial del bosque con respecto a las áreas de no bosque, además de visualizar la delimitación de los fragmentos que se obtuvieron como área núcleo. (Figura 10)

**Mapa de Distribución Espacial del Bosque**  
 Corredor Biológico Las Morochas, Guanacaste, Costa Rica



**Escala** 1:100.000



<b>Simbología</b>	
	Área Núcleo
	Bosque
	No Bosque

Elaborado por:  
 Arianne Marcela Gómez Gómez

Fuente:  
 -Elaboración Propia  
 -Mapa de Corredores Biológicos del SINAC 2008

Sistema de Proyección CRTM05  
 Junio 2010

**Figura 10.** Distribución espacial del área de bosque para el Corredor Biológico Las Morochas, Guanacaste, Costa Rica. (Fuente Elaboración Propia)

En el cuadro 15 se muestran los resultados obtenidos para las métricas del paisaje utilizadas para evaluar el área de estudio.

**Cuadro 15.** Métricas del paisaje para el Corredor Biológico Las Morocochas, Guanacaste, Costa Rica. (Fuente Elaboración Propia)

<b>Estadística</b>	<b>Valor</b>
Área núcleo (ha)	1181,88
Número de fragmentos	1466,00
Tamaño promedio de fragmento (ha)	0,81
Desviación estándar de tamaño de fragmento	6,79
Borde total (m)	521589,22
Densidad de bordes (m/ha)	441,32
Índice de forma promedio	1,53
Distancia promedio al vecino más cercano (m)	120,92

Se obtuvo un área núcleo de 1181, 88 hectáreas, es decir que un 68, 13 % del área total de bosque se considera como borde.

La cantidad de fragmentos sueltos es de 1466 fragmentos.

El cuadro anterior permite observar que se obtuvo un tamaño promedio de fragmento de 0,81 hectáreas con una variación de 6,79 hectáreas, es decir que es posible encontrar fragmentos de mayor tamaño.

Se pudo evidenciar que la cantidad total de borde representa un valor importante, pues este fue de 521589,22 m; además de que la densidad de bordes es de 442,32 m/ha, lo cual implica que se dan problemas de borde.

Hay cierta irregularidad en los fragmentos, pues se determinó un índice de forma promedio de 1,53.

La distancia promedio obtenida fue de 120, 92 m.

Finalmente se obtuvo un índice de fragmentación de 0,07.

La cantidad de fragmentos se considera bastante alta, pues según el estudio realizado por Baltodano y Zamora (2010) para tres subsectores de un sector del Corredor Biológico San Juan La Selva en un área total de 1500 hectáreas se obtuvieron valores de 103 sector occidental, 81 sector central y 101 sector oriental, siendo los de valores más altos sitios con mayor presencia de fragmentación.

De igual forma sucede en el caso del tamaño promedio de fragmento donde se obtuvieron valores que variaban entre los tres de 0.859 a 7.584, en donde el menor valor corresponde al sitio con mayor número de fragmentos, y el cual se asemeja al valor obtenido para el Corredor Biológico Las Morocochas, factor que representa un problema para la conectividad del paisaje, pues según Baltodano y Zamora (2010) la gran cantidad de fragmentos y su pequeño tamaño traen consigo otros inconvenientes a la conectividad del hábitat en el paisaje, que son los problemas relacionados con el borde de estos fragmentos.

Para Bennett (2004) esto se puede ver como un fenómeno biológico al crearse un contraste entre el hábitat de interior y de borde, el cual impide el establecimiento de determinadas especies; mientras que para Laurence (1997) se puede ver más bien como un fenómeno físico que implica cambios en el microclima y demás aspectos como el suelo de los fragmentos de bosque, entre estos se encuentran fenómenos como la elevación de la turbulencia del viento, penetración de la luz, variabilidad en la temperatura, reducción de la humedad, cambios en la textura del suelo, entre otras.

El alto valor de la cantidad total de borde aunado a la densidad de borde obtenida, evidencia como el alto número de fragmentos y su tamaño pequeño influyen en dichos valores; de igual forma se muestra ese comportamiento en los valores obtenidos por Baltodano y Zamora (2010). Kattan (2002) menciona que el impacto de los efectos de borde depende del tamaño del fragmento y se da

por una relación entre el área total del fragmento y su perímetro, lo cual determina que proporción del área se ve expuesta al efecto de borde; por lo tanto mientras más pequeño sea el fragmento, más fuerte será el impacto del efecto de borde, ya que afecta una mayor proporción del área total.

En cuanto al índice de forma de los fragmentos, cuando el fragmento es regular (un círculo) este es igual a 1, no obstante cuando este índice es mayor a 1 aumenta la segregación de los fragmentos (McGarigal *et al* 2002), es decir que entre mayor sea el valor del índice más irregular va a ser la forma de cada fragmento; según Bennett (2004) esto se da por un incremento en la proporción perímetro-área, es decir que una proporción mayor del ambiente natural está cerca del lindero, por lo que se encuentra expuesta a cambios ecológicos. En este caso el índice se compara con los valores de los subsectores más fragmentados obtenidos por Baltodano y Zamora (2010), donde estos eran mayores a 1.4.

La métrica que se refiere a la distancia del vecino más cercano, es por medio de la cual se da a conocer la verdadera dificultad para la unión de los fragmentos de bosque aplicable principalmente a conocer cuanta es la distancia promedio que una especie debe desplazarse en busca de hábitat o comida en el paisaje estudiado. (Baltodano y Zamora 2010). La distancia promedio en este caso, es bastante grande, pues en el caso del estudio realizado por Baltodano y Zamora se obtuvieron valores que iban de 18.01 a 50.57, este último considerado el subsector donde las especies tendrían mayor dificultad para su movimiento.

Con respecto al índice de fragmentación, se puede decir que dicho valor evidencia la veracidad de los resultados obtenidos en las métricas determinadas. Pues es bastante bajo si se compara con valores obtenidos para otros estudios; en la determinación del índice para bosques autóctonos de la Comunidad Autónoma del País Vasco se obtuvo un valor de 5.99 (Gurrutxaga 2003), en Costa Rica se determinó para el hábitat boscoso de los PH de Toro I, II y III, y se obtuvieron valores de 1.01 a 1.51 dependiendo del escenario de fragmentación (Ureña y Araúz 2006). Sin embargo en el caso del estudio realizado por Baltodano y Zamora (2010) se hallaron valores muy diferentes entre un

subsector y otro, pasando de un 4.5987 en el subsector central a un 0.0432 en el subsector oriental, es decir 104 veces más fragmentación que el central; este último valor es el que más se parece al valor obtenido para el Corredor Biológico Las Morocochas, lo cual indica que se encuentra con un alto grado de fragmentación.

Según Bennett (2004) la fragmentación está precedida por tres fenómenos principales, referidos a la pérdida generalizada del paisaje reducción del área núcleo, reducción en el tamaño de los fragmentos remanentes y aislamiento creciente gracias a las nuevas formas de utilización de la tierra.

Es importante tomar en cuenta que la fragmentación implica además de cambios físicos, problemas para la vida silvestre; puede provocar la extinción de especies, la cual es fundamentalmente el resultado de dos fenómenos que ocurren a dos escalas espaciales diferentes. Primero al reducirse la cobertura boscosa, se reduce no solo la diversidad de hábitats a nivel regional, si no el área total de hábitat disponible, afectando a aquellas especies que requieren un hábitat continuo de gran tamaño para poder mantener poblaciones viables. Segundo, la fragmentación deja a las poblaciones aisladas en los parches remanentes, y es por el aislamiento que las poblaciones tienden a ser pequeñas y se incrementa su riesgo de extinción (Kattan 2002).

Finalmente, las características biométricas del corredor muestran que existen problemas debido a la fragmentación del hábitat; sin embargo se deben considerar zonas con mayores problemas, pues según Baltodano y Zamora (2010) un número mayor de fragmentos de diferentes tipos proveen hábitat para un número mayor de especies, y también proveen beneficios para las personas, por los servicios y bienes diversos que ellos conllevan; además de que juegan un papel importante como zonas de amortiguamiento para los fragmentos grandes y áreas protegidas. Schelhas & Greenberg (1996) mencionan que proveen recursos para las especies migratorias que realizan viajes cortos, al ser fragmentos que las especies van utilizando en su desplazamiento, a manera de componentes de paso (“stepping-stones”) como refugio o zonas de alimentación

### 5.3 Aspectos socioeconómicos y productivos

#### 5.3.1 Características Sociales y Demográficas

Políticamente el corredor pertenece en su mayoría al distrito de Liberia del cantón de Liberia, pues el porcentaje que representan los distritos de Bagaces y Mogote pertenecientes al cantón de Bagaces suman apenas u 0.2 % del área total. (Cuadro 16)

**Cuadro 16.** División político administrativa del Corredor Biológico Las Morocochas, Guanacaste, Costa Rica. (Fuente INEC, 2002)

<b>Cantón</b>	<b>Distrito</b>	<b>Área (has)</b>	<b>Área (%)</b>
Liberia	Liberia	9963,27	99,80
Bagaces	Mogote	18,32	0,18
Bagaces	Bagaces	1,58	0,02
<b>Total</b>	<b>***</b>	<b>9983,18</b>	<b>100,00</b>

En el siguiente cuadro se puede observar la cantidad de habitantes por sexo y zona para los distritos que forman parte del área de estudio.

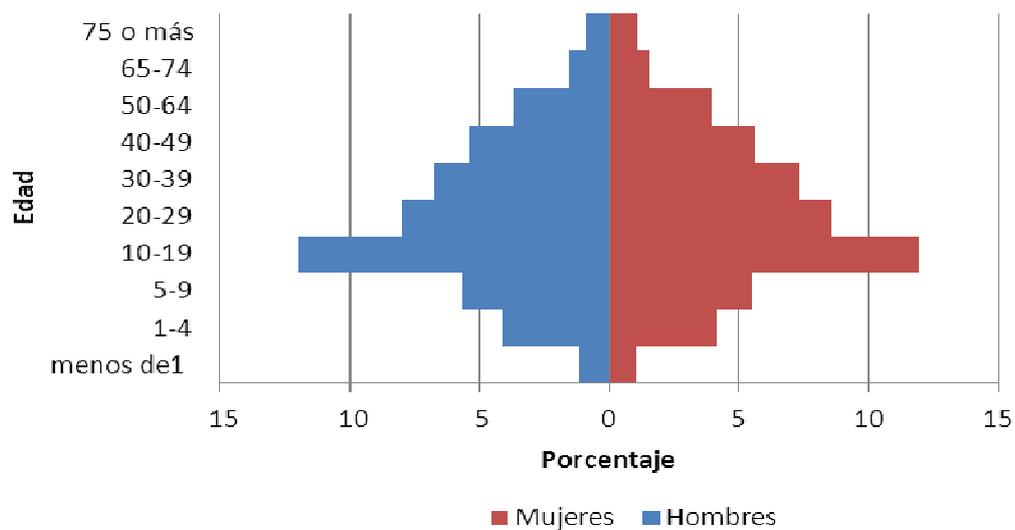
**Cuadro 17.** Características demográficas generales de los distritos que componen del Corredor Biológico Las Morocochas, Guanacaste, Costa Rica. (Fuente INEC 2002)

<b>Cantón</b>	<b>Distrito</b>	<b>Urbano</b>		<b>Rural</b>		<b>Total</b>
		<b>Hombres</b>	<b>Mujeres</b>	<b>Hombres</b>	<b>Mujeres</b>	
Liberia	Liberia	16761	17708	2414	2359	<b>39242</b>
Bagaces	Mogote	973	977	497	439	<b>2886</b>
Bagaces	Bagaces	1772	1873	2993	2623	<b>9261</b>
<b>Total</b>	<b>***</b>	<b>19506</b>	<b>20558</b>	<b>5904</b>	<b>5421</b>	<b>51389</b>

En este caso se pudo determinar que las diferencias entre zonas urbanas y rurales es bastante alta en el distrito de Liberia, donde la cantidad de habitantes en el área rural representa aproximadamente un octavo de la población urbana, es importante mencionar que es la población rural la que representa en su mayoría el corredor biológico.

No obstante, en el caso del distrito de Bagaces se da un comportamiento diferente, pues en este caso los habitantes de zonas rurales sobrepasan los de áreas urbanas.

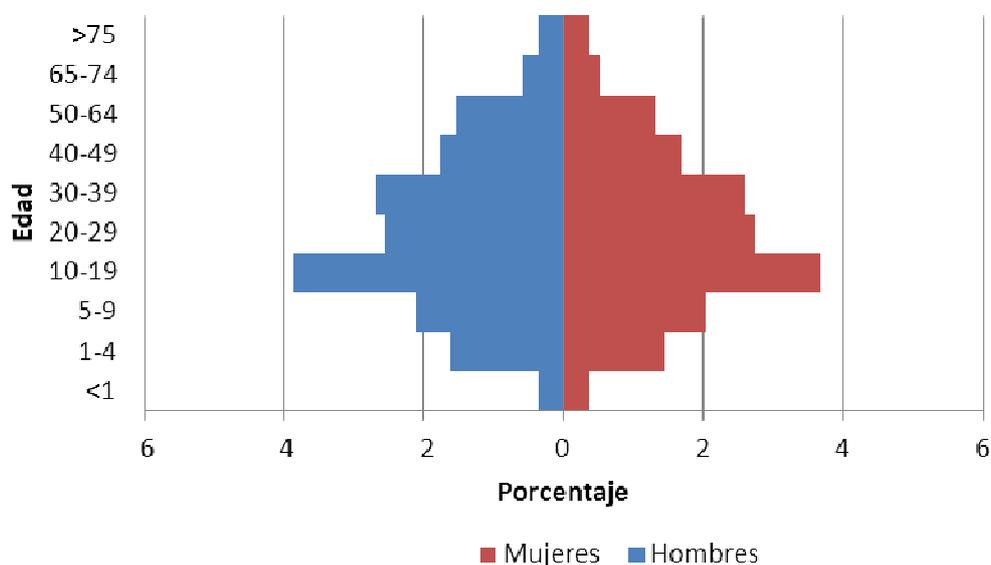
A continuación se muestra la pirámide de población para el cantón de Liberia.



**Figura 11.** Estructura y composición de la población según sexo y edad para el Cantón de Liberia, Guanacaste, Costa Rica. (Fuente INEC 2002)

De la figura anterior se pudo determinar que la población del área de estudio se concentra en los grupos de edad entre los 10 y 29 años, la forma del gráfico es indicador de que se trata de una población de tipo regresiva.

En la figura 12 se presenta la pirámide de población para el cantón de Bagaces.



**Figura 12.** Estructura y composición de la población según sexo y edad para el Cantón de Bagaces, Guanacaste, Costa Rica. (Fuente INEC 2002)

Se puede observar que la mayoría de población se agrupa en las personas que tienen de 10 a 19 años, tiene un comportamiento similar al cantón de Liberia, pues tiende a ser una población regresiva.

Esa tendencia de las pirámides obtenidas, hace alusión a una situación de regresión demográfica que se demuestra por unas tasas de natalidad mínimas, las de mortalidad son bajas, pero mayores que las de natalidad y el crecimiento vegetativo negativo. Corresponden a regiones ya consolidadas en procesos posteriores a la industrialización o también a aquellas áreas rurales que han sufrido una intensa emigración. (Castillo 2009)

En el siguiente cuadro se muestran los datos obtenidos para el Índice de Desarrollo Humano 2007 (IDH) e Índice de Desarrollo Social 2007 (IDS), de acuerdo a los cantones y distritos que forman parte del corredor.

**Cuadro 18.** Índice de Desarrollo Humano 2007 (IDH) e Índice de Desarrollo Social 2007 (IDS) según los distritos que abarca el Corredor Biológico Las Morocochas, Guanacaste, Costa Rica. (Fuente MIDEPLAN 2007 Y PNUD-CR 2007)

<b>Cantón</b>	<b>Distrito</b>	<b>IDH</b>	<b>IDS</b>	<b>Posición IDS</b>
Liberia	Liberia	0,811	55,1	227
Bagaces	Mogote	0,771	44,5	360
Bagaces	Bagaces	0,771	47,8	322

De acuerdo con el Índice de Desarrollo Humano (IDH) del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (2007), los cantones donde se encuentra ubicado el corredor biológico Las Morocochas, pertenecen a la clase “media baja” en el caso de Bagaces y “media alta” en el caso de Liberia.

Según el Índice de Desarrollo Social (MIDEPLAN 2007) de los distritos donde se localiza el corredor, clasificó como de menor desarrollo relativo los tres distritos, sin embargo, dentro de esta categoría situó el distrito de Liberia como de nivel medio, Bagaces de nivel bajo y Mogote como de nivel muy bajo.

### **5.3.2 Características económicas y productivas**

En el cuadro 19 se presenta la distribución porcentual de los habitantes mayores de 12 años según la condición de actividad para los distritos que comprende el corredor.

**Cuadro 19.** Características económicas por condición de actividad para habitantes mayores a 12 años según los distritos que abarca el Corredor Biológico Las Morocochas, Guanacaste, Costa Rica. (Fuente INEC 2002)

<b>Cantón</b>		<b>Liberia</b>	<b>Bagaces</b>	<b>Bagaces</b>	
<b>Distrito</b>		<b>Liberia</b>	<b>Mogote</b>	<b>Bagaces</b>	
<b>Población económicamente activa</b>	<b>Ocupada (%)</b>	40,63	44,10	40,13	
	<b>Desocupada</b>	<b>Cesante (%)</b>	3,49	1,20	2,61
		<b>Busca por primera vez (%)</b>	0,52	0,25	0,52
		<b>Total (%)</b>	4,01	1,44	3,13
	<b>Total (%)</b>	44,64	45,54	43,26	
<b>Población económicamente inactiva</b>	<b>Pensionado Rentista (%)</b>	5,26	1,49	4,58	
	<b>Estudiante (%)</b>	20,31	15,30	14,13	
	<b>Quehaceres del hogar (%)</b>	25,59	35,38	31,96	
	<b>Otra (%)</b>	4,21	2,29	6,08	
	<b>Total (%)</b>	55,36	54,46	56,74	
<b>Población Total (No Habitantes)</b>		<b>***</b>	<b>28809,00</b>	<b>2007,00</b>	<b>6746,00</b>

Es posible observar que en los tres distritos la población económicamente inactiva predomina sobre la activa, y de esta un 40,63 %, 44,10 % y 40,13 % corresponde a la población ocupada para los distritos de Liberia, Mogote y Bagaces respectivamente.

Es importante considerar los porcentajes obtenidos para las personas dedicadas a los quehaceres del hogar, pues estos oscilan aproximadamente entre el 25-35% para los tres distritos.

Barrantes (2010) en lo referente a las actividades productivas que se dan dentro del corredor mencionó lo siguiente:

Entre las actividades productivas más relevantes de la parte alta del corredor se encuentra la ganadería extensiva, agricultura y turismo, este último debido a la cercanía con el Parque Nacional Volcán Rincón de la Vieja. Se presenta la posesión de aproximadamente tres vacas y dos cerdos por familia, además de que se da la avifauna, para la producción de huevos y carne (gallinas), sin embargo son para consumo propio y no meramente como negocio local; de igual forma que se da la producción de hortalizas, yuca, maíz, frijoles, guineo, naranja, mango e inclusive la producción de miel orgánica, como es el caso de la comunidad de Agua Fría.

Además, en este sector algunos de los dueños son parceleros del Instituto de Desarrollo Agrario (IDA), lo cual ayuda a los mismos a cultivar la tierra por medio de la agricultura de subsistencia. También se aprovecha el *Quercus oleoides* (roble encino), común en este sector, para la producción de carbón.

En la parte baja se da la ganadería extensiva a gran escala, tal es el caso de haciendas ganaderas como el Pelón de la bajura, las cuales además de la actividad ganadera, mantienen zonas con reservas de bosque y se da el cultivo de arroz, melón y caña.

En lo que respecta al turismo, se da la presencia de varios hoteles, que ofrecen paquetes para realizar actividades recreativas, tales como canopy, paseos por el bosque y río, caminatas, cabalgata, rafting, rapel, entre otros. Esto ofrece oportunidades de trabajo a los miembros de las comunidades cercanas a este sector; un ejemplo es el trabajo realizado por el Hotel Hacienda Guachipelín, el cual tiene una serie de proyectos sostenibles, y los aprovecha para realizar tours a los mismos, entre estos proyectos se encuentra: la producción de gas por medio de biodigestores, uno con heces humanas y otro con heces de cerdo, la gallinaza para el ganado, producción avícola para sus visitantes (carne y huevos), producción de material orgánico para sus jardines, entre otros.

Las actividades productivas de la zona son un punto determinante para tomar las decisiones relacionadas a la optimización del corredor, pues para que este tenga éxito depende de la capacidad de los habitantes de la zona y las necesidades que estos tengan

Además de las actividades mencionadas anteriormente se da la presencia de algunas fincas sometidas al Pago de Servicios Ambientales (PSA). En el siguiente cuadro se muestra las fincas que se encuentran sujetas al PSA en las áreas del Corredor Biológico Las Morocochas.

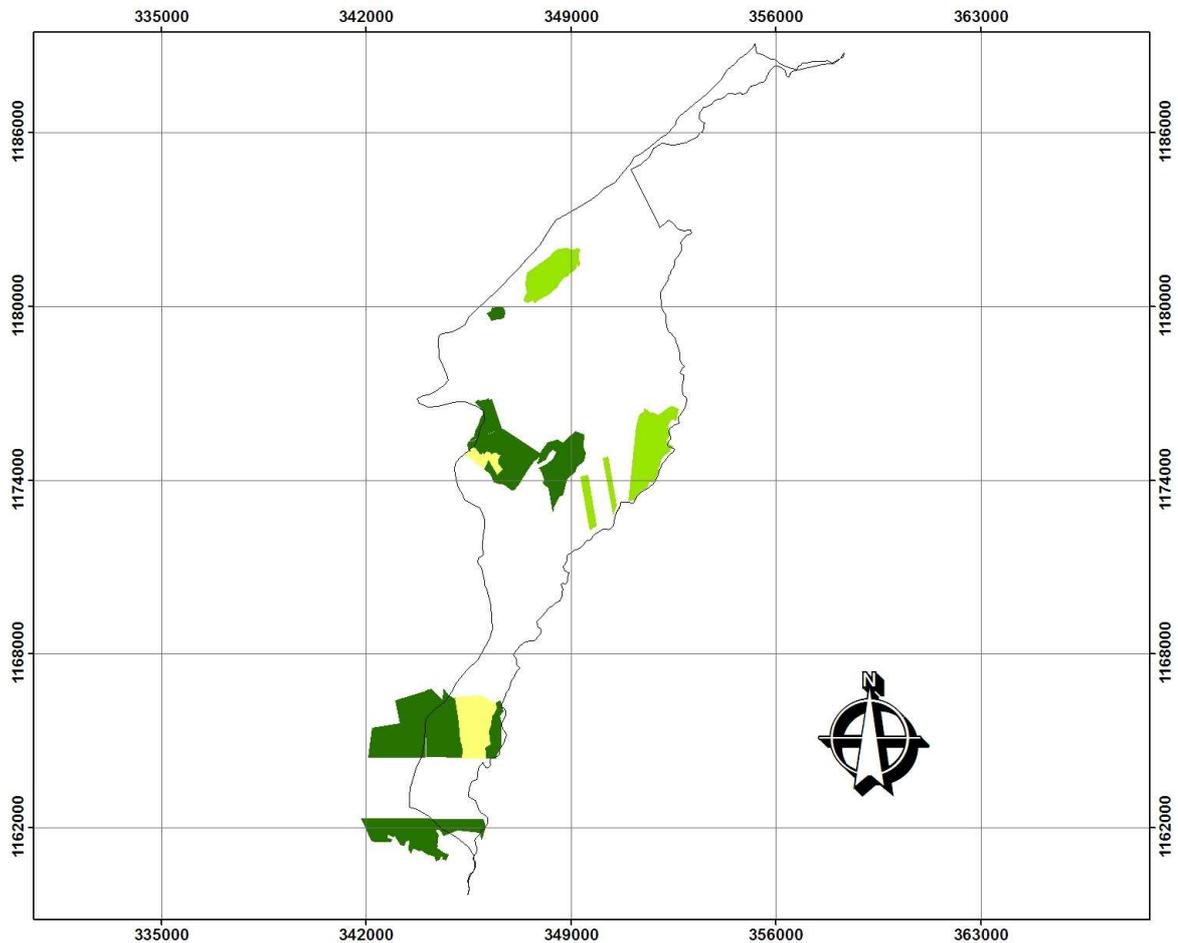
**Cuadro 20.** Fincas sujetas al Pago de Servicios Ambientales (PSA) en el Corredor Biológico Las Morocochas, Guanacaste, Costa Rica. (Fuente FONAFIFO 2010)

Beneficiario	PSA dentro del CBMo		PSA fuera del CBMo		Resto de la finca (has)	Área Total de Finca (has)	Año
	Protección (has)	Regeneración (has)	Protección (has)	Regeneración (has)			
Carlos E. González Pinto Ltda.	5,18	***	295,34	***	236,27	536,79	2009
Carlos Enrique González Pinto Ltda	261,11	***	39,00	***	***	300,11	2007
Hacienda Ruiseg S.A.	212,85	***	***	***	***	212,85	2007
María Eugenia Hernández Aguirre	***	43,64	***	***	0,18	43,82	2008
José Antonio Hernández Rodríguez	***	288,95	***	***	***	288,95	2008
Hubert Hurtado Hernández	***	29,35	***	***	0,13	29,48	2008
Inversiones Román y Ocampo S.A.	***	194,34	***	***	***	194,34	2008
Maritza González Pinto Ltda	65,03	***	235,89	***	***	300,92	2007
Víctor Manuel Ribera Abarca	63,00	***	13,32	***	***	76,31	2007
Rafael Rivera Brenes	241,40	***	3,60	***	52,95	297,95	2009
Totora de Guanacaste S.A.	19,94	***	***	***	***	19,94	2007
<b>Total</b>	<b>868,51</b>	<b>556,28</b>	<b>587,15</b>	<b>***</b>	<b>289,52</b>	<b>2301,47</b>	<b>***</b>

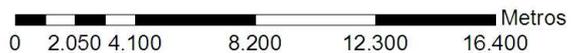
Como se puede observar en el cuadro anterior 868.52 hectáreas del corredor se encuentran sujetas al PSA modalidad protección, lo cual corresponde a un 8.7 % del corredor, y 556.28 hectáreas correspondientes a PSA modalidad regeneración, que corresponden a un 5.6 % del área total.

En la figura que se muestra a continuación se puede observar la distribución de las fincas que se encuentran sujetas al sistema de PSA, en las áreas del corredor biológico.

**Mapa de Fincas sujetas a PSA**  
Corredor Biológico Las Morocochas, Guanacaste, Costa Rica



**Escala** 1:100.000



Elaborado por:  
Arianne Marcela Gómez Gómez

Fuente:  
- FONAFIFO 2010  
- Mapa de Corredores Biológicos del SINAC 2008

Sistema de Proyección CRTM05  
Junio 2010

**Figura 13.** Fincas sujetas al Pago de Servicios Ambientales (PSA) en el Corredor Biológico Las Morocochas, Guanacaste, Costa Rica. (Fuente Elaboración Propia)

El sistema de PSA en Costa Rica ha cubierto más territorio que con el sistema de incentivos, mas ambos, en conjunto, han tenido impacto positivo respecto de la cobertura forestal del país. A pesar de las dificultades administrativas y especialmente financieras que enfrenta el pago de servicios ambientales, este ha sido fehacientemente calificado como exitoso, concitando el apoyo de entidades financieras internacionales y de la empresa privada involucrada en el consumo de diversos servicios ambientales, pudiéndose augurar entonces vigoroso desarrollo próximo (Sáenz 2000).

Existen algunos estudios relacionados con la opinión que tienen los dueños de fincas con respecto a los resultados obtenidos por haberse sometido al PSA, tal es el caso de Muñoz (2004), el cual determinó que un 40,91% de los dueños de fincas afirmó que gracias al PSA habían tenido un cambio de actitud hacia la visión del bosque, debido a que los conocimientos de este ecosistema habían mejorado y reconocen ahora sus funciones, no viendo al bosque como un sistema productor de madera, sino también dando razón de las funciones ecológicas que poseen.

Ortiz *et al* (2003) menciona que muchos propietarios encuentran que la utilización de los suelos a veces no es rentable para otras actividades productivas, lo cual puede significar que el PSA no sea necesariamente el único mecanismo para frenar la deforestación, ya que ellos mismos propician el desarrollo de cobertura forestal en zonas degradadas.

Para este corredor es importante considerar el PSA, pues en gran parte los suelos no son los más aptos para desarrollar otras actividades productivas, por lo que una opción beneficiosa tanto para los finqueros como para contribuir a la recuperación de las áreas degradadas y la disminución de la fragmentación en el corredor. Aunque en la actualidad este sistema es un instrumento dentro del corredor, no es quizá lo óptimo, esto se puede deber a que en muchas ocasiones esta estrategia de conservación se ve obstaculizada. Según Wunder (2006) el primer obstáculo es la demanda limitada: muy pocos usuarios de los servicios tienen confianza en el mecanismo como para pagar –en unos casos porque el nexa

Entre el uso de la tierra y la provisión del SA es ambiguo o poco evidente (ver análisis más adelante) y el segundo es el poco conocimiento sobre la dinámica de abastecimiento de servicios ambientales.

## 6. Conclusiones

La geomorfología se encuentra representada en casi un 100 % por la Meseta de Santa Rosa, una topografía fuertemente ondulada con suelos de orden Entisoles e Inceptisoles y una capacidad de uso de los suelos que se inclina mayoritariamente al manejo de bosque, seguido de terrenos de uso agropecuario con limitaciones fuertes.

La temperatura promedio va de 24.6 °C a 27.7 °C, donde los meses más cálidos fueron marzo, abril y mayo y el más frío febrero. Los meses más secos fueron de diciembre a abril y los más lluviosos: setiembre y octubre.

El área de estudio se encuentra representada en un 60,07 % por la Subcuenca del Río Salto-Río Pije y la zona de vida Bosque Húmedo Premontano con transición a basal.

No existen estudios específicos para caracterizar la flora y fauna presente dentro del corredor.

Un 78 % de la clasificación obtenida representa la realidad del terreno y se obtuvo un valor del índice Kappa (Khat) de 0,72.

Más de la mitad de los usos encontrados son favorecedores para la conectividad del corredor.

Los valores obtenidos por las métricas y un índice de fragmentación de 0.07 muestran que el corredor se encuentra muy fragmentado.

El área de estudio se cataloga como una población de tipo regresiva.

Los cantones que ubican el área de estudio pertenecen a la clase “media baja” en el caso de Bagaces y “media alta” en el caso de Liberia, mientras que los tres distritos se clasificaron como de menor desarrollo relativo, y se situó el distrito de Liberia como de nivel medio, Bagaces de nivel bajo y Mogote como de nivel muy bajo.

Las principales actividades productivas son la ganadería extensiva, agricultura de subsistencia y turismo.

El sistema de Pago de Servicios Ambientales (PSA) es la principal herramienta utilizada en el corredor para contribuir a mantener y conservar las áreas favorables para la conectividad dentro del ecosistema, sin embargo, las áreas destinadas a esta actividad no son suficientes, pues representan menos de un 15 % del área total.

El tipo de colonización que se dio en la zona hace muchos años, donde se cambió el uso del suelo en forma desmedida, y se transformó el bosque a potreros y cultivos agrícolas provocó que en la actualidad se den serias consecuencias ambientales en la zona, un ejemplo de ello es el alto grado de fragmentación que se obtuvo dentro del corredor, pues dichos usos no representan un valor para el paso de la biodiversidad entre un fragmento de bosque y otro.

Falta mucho camino por recorrer en lo que se refiere a la reversión de la pérdida de biodiversidad, la concientización de las poblaciones del corredor y la implementación de estrategias para contrarrestar el daño ocasionado, pero es posible conseguirlo ofreciendo alternativas válidas, fuertes, realistas y convincentes; sin dejar de lado que los cambios que se den para disminuir la desagregación de los espacios de bosque o que favorecen la conectividad, deben de ir de la mano del hecho de satisfacer y respetar las necesidades de la población actual del corredor, a la vez que los cambios o mejoras se deben de impulsar en forma paulatina.

## 7. Recomendaciones

La gestión ambiental debe ser fuerte, pues es una alternativa imprescindible para la conservación del bosque y mitigar los efectos de la fragmentación. Por lo que es primordial que se dé una relación sinérgica entre las diferentes entidades que se encuentran relacionadas con el corredor, es decir crear lazos más fuertes entre instituciones como el MAG, FONAFIFO, la municipalidad, ONGs, entre otras; todo con el fin de contar con un equipo multidisciplinario para no perder de vista todos los aspectos del corredor y la estrategia se dirija a un enfoque ecosistémico.

Efectuar estudios como inventarios para la caracterización de la flora y fauna, pues su existencia es nula. Y por medio de estos establecer si hay especies en categorías especiales de conservación, de modo que en un futuro se tome en cuenta tácticas de conservación que se centren en especies importantes, las cuales no cuentan con las especificaciones para sobrevivir dentro de un determinado hábitat. En este caso se puede incentivar a estudiantes a realizar prácticas de especialidad o tesis, enfocadas al tema.

Eliminar dentro de lo posible intervenciones antropogénicas como la cacería, las quemas y corta y limpia de las áreas aún boscosas, lo cual es muy común en la zona.

Aprovechar la presencia de ríos para favorecer la conectividad y mejorar la funcionalidad de los pequeños fragmentos de bosque. Pues su estructura lineal y continua juega un papel importante para la migración, la distribución geográfica y el intercambio genético de las especies silvestres.

Permitir la regeneración natural en las áreas determinadas como potrero 2 o potreros de jaragua, ya que son sitios que por sus características de suelo y topografía no son aptas para un uso diferente, siendo en este caso útil el PSA.

Al ser este corredor de índole social, donde la ganadería extensiva es la actividad productiva principal, se debe promover en la implementación e inversión de técnicas amigables con el ambiente para realizarlas, de igual forma en las áreas dedicadas a cultivos agrícolas.

En el caso de la ganadería se puede incentivar el uso de lombricompost, biodigestores, y el uso de pastos que ayuden a conservar los suelos, como por el ejemplo el Vetiver (*Vetiveria zizanioides*), el cual contrarresta los efectos producidos por la erosión que causa el ganado y es resistente a la sequía, a la contaminación y la salinidad. En los casos donde sea económicamente posible se puede recomendar la estabulación o el uso de foliares altos en proteínas que ayudan a una mayor producción de leche y de carne.

Para la producción agrícola se debe considerar la agricultura orgánica, pues esta además de que permite cerrar los ciclos de producción, descarta la dependencia de agroquímicos, aportando beneficios ambientales y disminuyendo los costos de producción. También se puede incursionar en el método biointensivo de cultivo, el cual según Martínez Valdez (2006) es una técnica de agricultura orgánica en pequeña escala que por sus características usa tecnología sencilla pero sofisticada, lo que permite que sea fácilmente adoptado por pequeñas comunidades, con los recursos naturalmente existentes; dicho método además de proporcionar una alta productividad en poco espacio y el ahorro de insumos, beneficia el suelo 60 veces más rápido que la naturaleza. También, es importante el uso de barreras biológicas para la protección de los cultivos y la utilización de ambientes protegidos.

Los recursos con los que se cuentan deben ser objeto de una ordenación sostenible a fin de atender a las necesidades sociales, económicas, ecológicas, culturales y espirituales; es por esta razón que una alternativa para contribuir a la economía de las comunidades y la creación de ambientes favorecedores para la conectividad es la reforestación comercial en las áreas donde las características naturales lo permitan; además es significativo tomar en cuenta la implementación de Sistemas Agroforestales y el uso de productos no maderables del bosque.

Continuar apoyando y promover que la actividad turística tan importante en la zona se dé bajo un marco de sostenibilidad acorde con la naturaleza y los medios de vida del corredor.

A pesar de que la mayoría de la población es joven y mucha probablemente pertenezca al porcentaje de estudiantes, hay un alto porcentaje dedicado a los quehaceres del hogar, por lo que las técnicas de divulgación de la información, así como capacitaciones deben utilizar métodos sencillos y de entendimiento para todos los participantes.

Permanecer y mejorar dentro de lo posible con el programa actual de Educación Ambiental, pues es importante que este vaya dirigido a poblaciones de todas las edades, en este caso la comunicación es un punto clave para cumplir con muchas de las recomendaciones; pues es la comunidad, los dueños del terreno quienes se deben convencer y concientizar de la importancia que tiene formar parte de un corredor biológico y del estado en que este mismo se encuentra; Sin embargo, se debe tener claro que es importante respetar sus necesidades y medios de vida, y que la mejor alternativa es crear una sinergia entre la abastecer la sustentabilidad de sus familias y contribuir a la funcionalidad del corredor como un medio para favorecer la conectividad del paisaje y la reversión de la pérdida de biodiversidad.

Originar estudios para determinar el valor que los habitantes locales dan a la belleza escénica y los servicios ecosistémicos que reciben de los bosques; pues es importante determinar qué tan involucrados y abiertos están los miembros de las comunidades locales para contribuir a la conservación porque perciben beneficios para su desarrollo.

## 8. Bibliografía

- Barrantes, C. 2010. Información general del CBMo. (correo electrónico y chat). Guanacaste, CR. ACG. (cbarrantes@acguanacaste.a.cr)
- Bennet, A.F. 2004. Enlazando el paisaje: el papel de los corredores y la conectividad en la conservación de la vida silvestre. San José, CR. UICN. 276 p.
- Bergoeing, JP. 1998. Geomorfología de Costa Rica. 1 ed. San José, CR. Instituto Geográfico Nacional. 409 p.
- Bergoeing, JP. c2007. Geomorfología de Costa Rica. 2 ed. San José, CR. Librería Francesa S.A. 328 p.
- Bocco, G. 2003. Carl Troll y la ecología del paisaje. Gaceta ecológica. 68: 69-70.
- Bustamante, R; Grez, A. 1995. Consecuencias Ecológicas de la Fragmentación en Bosques Nativos. Revista Ambiente y Desarrollo. 9(2): 58-63.
- Canet-Desanti, L. 2007. Herramientas para el Diseño, Gestión y Monitoreo de Corredores Biológicos en Costa Rica. Tesis M. Sc. Turrialba, CR. CATIE. 220 p.
- Canet-Desanti, L. 2009. Diagnóstico sobre la Efectividad de Manejo de los Corredores Biológicos de Costa Rica. Turrialba, CR. CATIE. 382 p.
- Castillo Yáñez, B. 2009. Características demográficas de la población. (en línea). Consultado 21 de jul 2008. Disponible en: <http://www.scribd.com/doc/16561638/Piramide-de-Poblacion>
- Castillo, M. 1999. Creación y Validación de un Mapa de Cobertura Vegetal, Usando Imágenes del Satélite LANDSAT 5, en Puerto Viejo, Sarapiquí. Informe de Práctica de Especialidad para Bachiller en Ingeniería Forestal. Cartago, CR. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 62 p.

- Chinguel-Laban, Bosques Nativos Andinos, Planes de Conservación Frente al Cambio Climático. **In** I Encuentro de jóvenes para los Bosques Nativos Andinos (2008, UNALM, Lima, PE). Memorias. Eds. B. Vaccari, M. Alvarado, M. Quiñones, R. Watanabe, A. Pérez y G. Dulong. Revista Xilema, Edición Especial. p. 40-49.
- CCAD (Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo). 2007. Programa Estratégico Regional para la Conectividad. **In** Corredor Biológico Mesoamericano: Instrumentos para su Consolidación. Managua, NI. EDITARTE. 55 p.
- Barrantes, C. 2010. Información sobre uso del suelo. (correo electrónico). Guanacaste, CR. ACG.
- Corella, O. 2001. Elaboración de un Mapa Histórico del Cambio de Uso del Suelo en la Estación Biológica La Selva, Puerto Viejo de Sarapiquí, Heredia. Informe de Práctica de Especialidad para Bachiller en Ingeniería Forestal. Cartago, CR. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 62 p.
- Díaz, C. 2010. Áreas sujetas al Pago de Servicios Ambientales (PSA) en el Corredor Biológico Las Morocochas, Guanacaste, Costa Rica. (correo electrónico). Cañas. Guanacaste, CR. FONAFIFO. (cdiaz@fonafifo.co.cr)
- Flora, C.B. 2009. El marco de los capitales de la comunidad: cambio climático, universidades y comunidades rurales. (Correo electrónico). Iowa, US. ISU. 8 p.
- Flora, C.B; Flora, J; Fey, S. 2004. Rural Communities: Legacy and Change. 2 ed. Westview Press. US. 372 p.
- Forman, RTT. 1995. Land Mosaics. The ecology of Landscapes and regions. Cambridge University Press. Cambridge. 632 p.

- Gutierrez, L. 1987. Introducción a la Fotogrametría. 1 ed. San José, CR. Editorial de la Universidad de Costa Rica. 76 p.
- G.O. Ambiente de Centroamérica S.A. 2007. Pronóstico-Plan de Gestión Ambiental: Terminales Santa María, Expediente Administrativo No D1-833-2006. Liberia, Guanacaste; CR. 70 p.
- Harvey, C.A. 2008. Evaluación y conservación de biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamérica. Eds. CA Harvey y JC Sáenz. 1 ed. Santo Domingo de Heredia, CR. INBio. 620 p.
- INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos, CR). 2002. IX Censo Nacional de Población: Características Sociales y Demográficas. 9a. ed. San José, C.R. 330 p.
- INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos, CR). 2002. IX Censo Nacional de Población: Características Económicas. 9a. ed. San José, C.R. 290 p.
- Hartshorn, GS. 2001. Capítulo 7: Plantas. **In** Historia Natural de Costa Rica. Ed. DH Janzen. 1 ed. San José, CR. Editorial de la Universidad de Costa Rica. 119-354 p.
- Kapos V. 1989. Effects of isolation on the water status of forest patches in the Brazilian Amazon. *Journal of Tropical Ecology*. no 5: 173-185.
- Kattan, G.H. 2002. Fragmentación: patrones y mecanismos de extinción de especies. **In** Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales. Eds. MR Guariguata y GH Kattan. 1 ed. Cartago, CR. Ediciones LUR. 561-590 p.
- Leclerc, G. 1996. Tropical forest assessment in Central Costa Rica using Landsat Thematic Mapper imagery Tropical Ecosystem Environment Observations by Satellites Contract N°EN9406951V.

Lillesand, T; Kifer, R. 2000. Remote Sensing and Image Interpretation. 4 ed. US. John Wiley & Sons, Inc. 724 p.

Martínez Valdez, JM. 2006. El Método Biointensivo de Cultivo. (en línea). Consultado 28 jun 2010. Disponible en: [www.bosquedeniebla.com.mx/imagen/metbio.doc](http://www.bosquedeniebla.com.mx/imagen/metbio.doc)

McGarigal, K; Marks, B; Ene, E; Holmes, C. 2002. Fragstats: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps. Software program designed to compute a wide variety of landscape metrics for categorical map patterns (en línea). Massachusetts, USA. Consultado 15 mar 2010. Disponible en <http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>

Mena, M. 2010. Promedios Mensuales de datos climáticos para la estación Santa Rosa, Guanacaste, Costa Rica. (correo electrónico). San José, CR. Instituto Meteorológico Nacional. ([servicios@imn.ac.cr](mailto:servicios@imn.ac.cr))

Méndez Estrada, VH; Monge-Nágera, J. 2007. Costa Rica: Historia Natural. 3 reimpr. de la 1 ed. San José, CR. EUNED. 314 p.

MIDEPLAN (Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica, CR). Área Análisis del Desarrollo, CR. 2007. Índice de desarrollo social 2007. San José, CR. 116 p.

Ministerio de Ambiente y Energía MINAE. 2001. Plan Nacional de Desarrollo Forestal 2001-2010. San José, CR. 80 p.

Miller, K; Chang, E; Johnson, N. 2001. En busca de un enfoque común para el Corredor Biológico Mesoamericano. Trad. P Ardila. Washinton, DC; US. WRI. 49 p.

- Montalto García, F. 2008. Estudio de Impacto Ambiental: Tajo Ignimbritas y Lavas Vuatsi. Liberia, Guanacaste; CR. 275 p.
- Morláns, M. 2005. Introducción a la Ecología del Paisaje. S.F. del V. de Catamarca, AR. Editorial Científica Universitaria- Universidad Nacional de Catamarca. 33 p.
- Murcia, C. 1995. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *Trends in Ecology and Evolution*. no.10:58-62.
- Ortiz Malavassi, E.; Sage Mora, LF.; Borge Carvajal, C. 2003. Impacto del Programa de Pago de Servicios Ambientales en Costa Rica como medio de reducción de la pobreza en los medios rurales. San José, C.R. Series de Publicaciones RUTA. 62 p.
- Ortiz, E; Cordero, S. 2007. Libro de Teoría: Curso de Sistemas de Información Geográfica. Cartago, CR. 58 p.
- Ortiz Lozano, N; Pérez Gómez, U. 2009. Imágenes Áster en la Discriminación de áreas de uso agrícola en Colombia. *Revista Facultad Nacional de Agronomía de Medellín*. 62 (1): 4923-4935.
- PNUD – COSTA RICA (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, CR); UCR (Universidad de Costa Rica – Escuela de Estadística, CR). 2007. Atlas del desarrollo humano cantonal de Costa Rica 2007. 1 ed. San José, C.R. 70 p.
- Pretell-Monzón, K. 2008. Corredores Biológicos como alternativa de Manejo Sustentable. **In** I Encuentro de jóvenes para los Bosques Nativos Andinos (2008, UNALM, Lima, PE). Memorias. Eds. B. Vaccari, M. Alvarado, M. Quiñones, R. Watanabe, A. Pérez y G. Dulong. *Revista Xilema, Edición Especial*. p. 59-64.

Primack, R; Rozzi, R; Feinsinger, P. 2001. Diseño de Áreas Protegidas. **In** Fundamentos de conservación biológica. Perspectivas Latinoamericanas. Eds. R. Primack; R. Rozzi; P. Feinsinger; R. Dirzo y F. Massardo. MX. Fondo de Cultura Económica. 477-495 p.

Rodríguez Hernández, SV. s.f. La cartografía digital y los sistemas de información geográfica, expresión actual de la cartografía (en línea). Unidad de Ciencia y Tecnología GEOCUBA. La Habana, Cuba. Consultado el 11 jun. 2010. Disponible en: [www.ismm.edu.cu/R\\_Geociencias\\_Quimica/VolumenII/Silvio%20Rodr%E Dguez%20Cartograf%EDa%20y%20SIG.pdf](http://www.ismm.edu.cu/R_Geociencias_Quimica/VolumenII/Silvio%20Rodr%E Dguez%20Cartograf%EDa%20y%20SIG.pdf)

Romero, M. 2005. Cambios en la estructura del paisaje del Alt Empordà en el período 1957- 2001. Tesis Ph.D. Girona, ES. Universidad de Girona. 330 p.

Sáenz, A. 2000. Impacto en el Sector Forestal del Pago de Servicios Ambientales. Revista Semestral de la Escuela de Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional. no.18: 4-8.

Saunders, DA; Hobbs, RJ; Margules, CR. 1991. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. *Conservation Biology*. 5(1): 18-32.

SEPSA (Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria). 1991. Metodología para la determinación de la capacidad de uso de las tierras de Costa Rica. San José, CR. 50 p.

Schelhas, J., Greenberg, R. (editores). 1996. *Forest patches in tropical landscapes*. Island Press. Washington, US.

SINAC (Sistema Nacional de Áreas de Conservación, CR). 2008. Guía práctica para el diseño, Oficialización y Consolidación de Corredores Biológicos en Costa Rica. San José, CR. 56 p.

SINAC (Sistema Nacional de Áreas de Conservación, CR). 2007. GRUAS II: Propuesta de Ordenamiento Territorial para la Conservación de la Biodiversidad de Costa Rica. Volumen 1: Análisis de vacíos de Representatividad e Integridad de la Biodiversidad Terrestre. San José, CR. 100 p.

SRGIS (Sensores Remotos & GIS). s.f. Guía básica sobre Imágenes Satelitales y sus productos. (en línea). Consultado 12 de jun. 2010. Disponible en: [http://www.srgis.cl/pdf/guia\\_basica\\_imagenes\\_satelitales.pdf](http://www.srgis.cl/pdf/guia_basica_imagenes_satelitales.pdf)

Tapia, A. 2007. Evaluación de los cambios en el uso del suelo en fincas sometidas al Programa de Pago por Servicios Ambientales (PSA) en las regiones Huetar Norte, Huetar Atlántica y Central de Costa Rica. Tesis Bachiller Ingeniería Forestal. Cartago, C.R. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 101 p.

Turner, MG; Gardner, RH. 1991. Quantitative methods in landscape Ecology: An introduction. In Quantitative methods in landscape Ecology. Eds. MG. Turner y RH Gardner. Springer Springer-Verlag, New York, US. 536 p.

Troll, C. 2007. Ecología del Paisaje. (en línea). Mexico D.F. MX. Consultado 10 jun. 2010. Disponible en: <http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/gacetitas/399/troll.html>

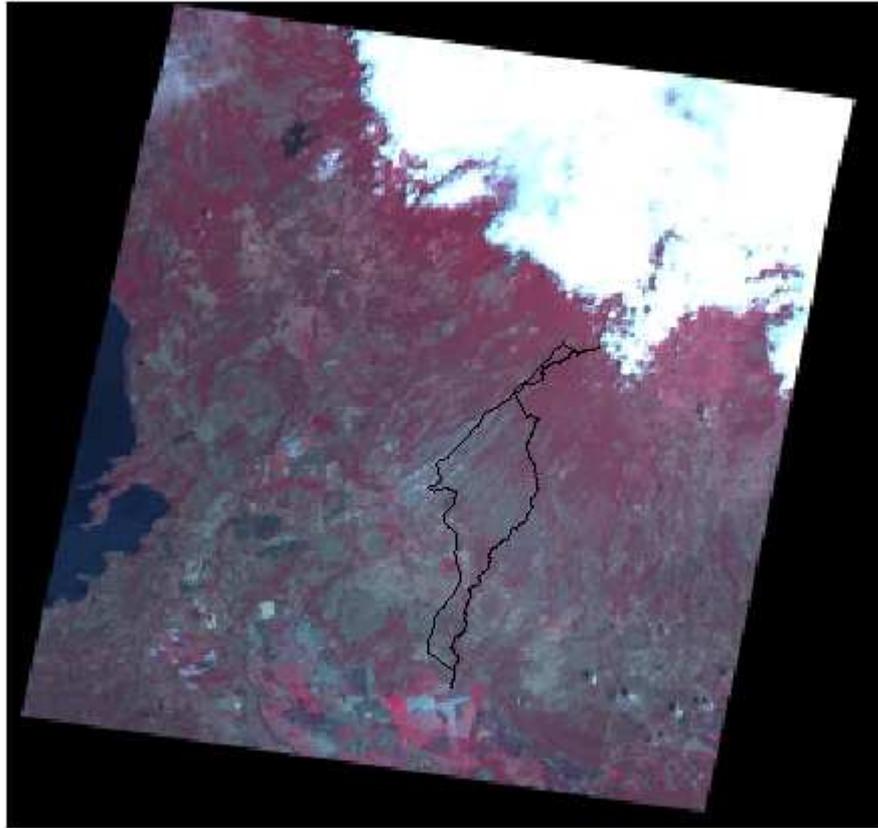
Milla Quesada, V. 2008. Utilización de sensores remotos para determinar cambio de uso de la tierra en Costa Rica: caso del Área de Conservación Osa (1992-2005) y del Área de Conservación Tempisque. Informe de Práctica de Especialidad para optar por el grado de Bachiller en Ingeniería Forestal. Cartago, CR. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 71 p.

Ureña Ferrero, M; Araúz Bran, W. 2006. Efectos Sinérgicos de los PH Toro I, II y III en el Hábitat Boscoso y su Fauna: Una aplicación de la ecología del paisaje. In I Encuentro Nacional de Usuarios en Sistemas de Información Geográfica y Teledetección. s.f. Presentación. San José, CR.

Viñas-Olaya, E. 2008. Bosques nativos andinos: oportunidad de desarrollo local. **In** I Encuentro de jóvenes para los Bosques Nativos Andinos (2008, UNALM, Lima, PE). Memorias. Eds. B. Vaccari, M. Alvarado, M. Quiñones, R. Watanabe, A. Pérez y G. Dulong. Revista Xilema, Edición Especial. p. 14-22.

## Anexos

**Anexo 1.** Imagen Satelital ASTER del año 2006 utilizada para la clasificación de uso del suelo del Corredor Biológico Las Morocochas; Guanacaste, Costa Rica.



**Anexo 2.** Estadísticas para la determinación del índice Kappa ( $K_{\text{hat}}$ ) de la clasificación supervisada para el Corredor Biológico Las Morocochas; Guanacaste, Costa Rica.

<b>Uso Observado</b>	<b>Uso Clasificado</b>						<b>Todo</b>
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	
<b>1</b>	22	3	2	0	0	0	<b>26</b>
<b>2</b>	2	14	5	4	0	0	<b>22</b>
<b>3</b>	1	0	0	0	0	0	<b>6</b>
<b>4</b>	0	3	0	23	2	2	<b>30</b>
<b>5</b>	0	1	0	1	6	0	<b>8</b>
<b>6</b>	0	0	0	0	0	8	<b>8</b>
<b>Todo</b>	<b>25</b>	<b>21</b>	<b>8</b>	<b>28</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>100</b>

1= Bosque, 2 = Charral, 3 =Cuerpos de agua, 4 =Potrero 1, 5 = Potero 2, 6 = Otros.