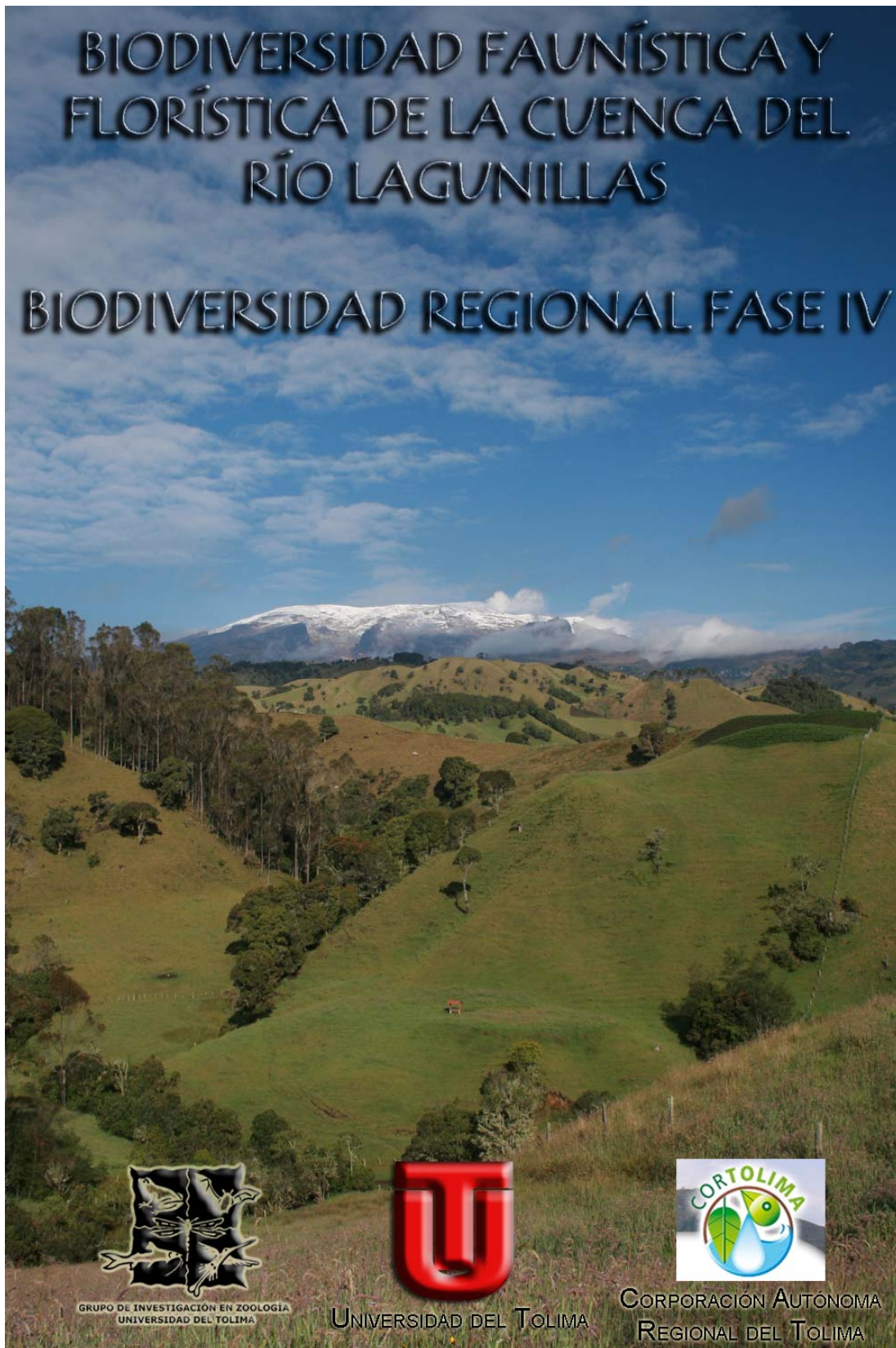


# BIODIVERSIDAD FAUNÍSTICA Y FLORÍSTICA DE LA CUENCA DEL RÍO LAGUNILLAS

## BIODIVERSIDAD REGIONAL FASE IV



GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN ZOOLOGÍA  
UNIVERSIDAD DEL TOLIMA



UNIVERSIDAD DEL TOLIMA



CORPORACIÓN AUTÓNOMA  
REGIONAL DEL TOLIMA

**BIODIVERSIDAD FAUNISTICA Y FLORISTICA DE LA CUENCA  
DEL RÍO LAGUNILLAS**

**BIODIVERSIDAD REGIONAL FASE IV**

**GLADYS REINOSO FLOREZ  
FRANCISCO ANTONIO VILLA NAVARRO  
JORGE ENRIQUE GARCIA MELO  
MAURICIO ALEJANDRO VEJARANO  
HECTOR EDUARDO ESQUIVEL**

**GRUPO DE INVESTIGACION EN ZOOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA  
FACULTAD DE CIENCIAS  
UNIVERSIDAD DEL TOLIMA  
2008**

© Este documento deberá ser citado de la siguiente manera:

**a) Si cita todo el documento:**

REINOSO-FLOREZ, G., VILLA-NAVARRO, F.A., ESQUIVEL, H. E., GARCIA-MELO, J.E. y VEJARANO-DELGADO, M.A. 2008. Biodiversidad Faunística y Florística de la Cuenca del río Lagunillas - Biodiversidad Regional Fase IV. Grupo de Investigación en Zoología, Universidad del Tolima, Ibagué, Colombia.

**b) Si cita un capítulo del libro en particular:**

Los autores de cada capítulo teniendo en cuenta cada uno de los grupos faunísticos y florísticos (ver lista de coinvestigadores y tesis para cada capítulo). Pp. En: REINOSO-FLOREZ, G., VILLA-NAVARRO, F.A., ESQUIVEL, H. E., GARCIA-MELO, J.E. y VEJARANO-DELGADO, M.A. 2008. Biodiversidad Faunística Y Florística de la Cuenca del río Lagunillas - Biodiversidad Regional Fase IV. Grupo de Investigación en Zoología, Universidad del Tolima, Ibagué, Colombia.

**1. PARAMETROS FISICOQUIMICOS Y BIOLÓGICOS DEL AGUA**

GLADYS REINOSO FLÓREZ  
CAROLINA GUTIERREZ  
EDWIN ORLANDO LOPEZ  
XIMENA CARRANZA HERNANDEZ  
JESUS MANUEL VASQUEZ

**2. MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS**

GLADYS REINOSO FLÓREZ  
CAROLINA GUTIERREZ  
EDWIN ORLANDO LOPEZ  
XIMENA CARRANZA HERNANDEZ  
JESUS MANUEL VASQUEZ

**3. LEPIDÓPTEROS DIURNOS**

JAIDER MANUEL PEÑA CERPA

**4. PECES**

LUIS JOSE GARCIA MELO  
YEIMI YANETH LOZANO

**5. HERPETOS**

MAURICIO ALEJANDRO VEJARANO

## **6. AVES**

YAIR GUILLERMO MOLINA MARTINEZ  
HECTOR MAURO DIAZ  
CAMILO ALBERTO GOMEZ

## **7. QUIRÓPTEROS**

EMMA YICEL GALINDO ESPINOSA  
KARINA ALEXANDRA GUTIERREZ

## **8. PEQUEÑOS MAMÍFEROS NO VOLADORES**

DERLY CONSTANZA YARA ORTIZ  
DIANA KARINA ROJAS BRIÑEZ

## **9. FLORA**

HECTOR EDUARDO ESQUIVEL  
FERNANDO TINOCO  
ANTONIO VARON

© Copyright 2008. Todos los derechos reservados Grupo de Investigación en Zoología de la Universidad del Tolima, conforme la ley, los textos pueden ser utilizados parcial o totalmente citando la fuente. Prohibida la reproducción total o parcial de este documento en medio impreso o magnético sin la autorización de los autores.

## **COINVESTIGADORES**

**XIMENA CARRANZA HERNANDEZ**

AREA: FISICOQUIMICA-MACROINVERTEBRADOS ACUATICOS

**CAROLINA GUTIERREZ**

AREA: FISICOQUIMICA-MACROINVERTEBRADOS ACUATICOS

**EDWIN ORLANDO LOPEZ DELGADO**

AREA: FISICOQUIMICA-MACROINVERTEBRADOS ACUATICOS

**JESUS MANUEL VASQUEZ**

AREA: FISICOQUIMICA-MACROINVERTEBRADOS ACUATICOS

**JAIDER MANUEL PEÑA CERPA**

AREA: LEPIDOPTEROS

**LUIS JOSE GARCIA MELO**

AREA: PECES

**YEIMI YANETH LOZANO**

AREA: PECES

**DERLY CONSTANZA YARA ORTIZ**

AREA: MAMIFEROS NO VOLADORES

**DIANA KARINA ROJAS BRIÑEZ**

AREA: MAMIFEROS NO VOLADORES

**EMMA YICEL GALINDO ESPINOSA**

AREA: QUIROPTEROS

**KARINA ALEXANDRA GUTIERREZ DÍAZ**

AREA: QUIROPTEROS

**YAIR GUILLERMO MOLINA MARTINEZ**

AREA: ORNITOLOGIA

**FERNANDO TINOCO**

AREA: FLORA

**ANTONIO VARON**

AREA: FLORA

## **TESISTAS**

**HECTOR MAURO DIAZ**  
AREA: ORNITOLOGIA

**CAMILO ALBERTO GOMEZ**  
AREA: ORNITOLOGIA

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores del presente estudio expresan sus agradecimientos a:

CORTOLIMA, por su apoyo económico y su gran colaboración para el desarrollo de este proyecto.

Comité Central de Investigaciones de la Universidad del Tolima, por su apoyo económico e incondicional en cada una de las etapas del estudio.

Todo el personal de la Dirección de Investigaciones de la Universidad del Tolima, por su valiosa colaboración.

Comité de Investigaciones de la Facultad de Ciencias de la Universidad del Tolima, por su ayuda incondicional.

El doctor Fernando Mauricio Castro por su gran colaboración como Coordinador General del Macroproyecto de Ordenación de Cuencas en su etapa inicial y a la doctora María Elvia Guzmán como coordinadora actual y por su orientación en Sistemas de Información Geográfica.

La doctora Consuelo Carvajal (Interventora-CORTOLIMA) por su valiosa colaboración durante todo el desarrollo del estudio.

Al Doctor Ramiro Uribe Kaffure y la Facultad de Ciencias por el compromiso en el desarrollo de estos proyectos.

Al Doctor Antonio José Guío y a todos los docentes del departamento de biología por su valiosa colaboración.

Todas las personas de la cuenca Lagunillas que siempre fueron los mejores aliados y quienes siempre recibieron al Grupo de Investigación en Zoología con el mayor calor humano posible.

Todas aquellas personas que de alguna manera contribuyeron para el desarrollo de esta investigación.

## **FOTOGRAFIA**

**JORGE ENRIQUE GARCIA MELO**  
PORTADAS-FOTOS FICHAS, EXCEPTO FLORA

**LUÍS JOSÉ GARCIA MELO**  
FOTOS ESTACIONES DE MUESTREO PECES

**EMMA YICEL GALINDO ESPINOSA**  
FOTOS ESTACIONES DE MUESTREO PECES

**HECTOR EDUARDO ESQUIVEL**  
FICHAS FLORA



## **TABLA DE CONTENIDO**

**INTRODUCCIÓN**

**OBJETIVOS**

**METODOLOGÍA GENERAL**

**BIBLIOGRAFIA**

**1. CARACTERIZACIÓN FISICOQUIMICA Y BACTERIOLOGICA**

**2. MACROINVERTEBRADOS ACUATICOS**

**3. LEPIDOPTEROS DIURNOS**

**4. PECES**

**5. HERPETOS**

**6. AVES**

**7. QUIROPTEROS**

**8. PEQUEÑOS MAMIFEROS NO VOLADORES**

**9. FLORA**

\

## INTRODUCCION

Colombia es considerado uno de los países de más alta biodiversidad en el mundo, a pesar de esto el conocimiento de las diversas especies que conforman la biota del país es mínimo y fragmentado. La mayoría de las investigaciones se han dirigido hacia grupos de vertebrados y plantas vasculares, así como algunos grupos selectos de invertebrados y hongos, pero en términos generales no se conoce ni siquiera el 10% de las especies. De igual forma, estas investigaciones se han llevado a cabo en regiones geográficas con asentamientos humanos y facilidades de acceso, por lo que existen enormes extensiones prácticamente inexploradas y aún hoy biológicamente desconocidas.

Los ríos son ecosistemas muy atractivos para el hombre entre otros porque le proporcionan el agua necesaria y constituyen un medio para evacuar fácilmente los residuos. La actividad humana, las prácticas agrícolas, las talas y la erosión contribuyen a aumentar la carga de sólidos en suspensión y la carga orgánica del río. Así mismo, la civilización y el desarrollo industrial han conducido a formas diversas de contaminación. Además de la contaminación por transmisión de elementos al agua, compuestos o microorganismos, entre otros, se presentan diversas formas de polución que implican transformaciones del medio ambiente, impidiendo el desarrollo de la comunidad biótica (Sabater *et al*, 1993).

Desde el punto de vista práctica para las medidas de control y vigilancia se ha tratado de seguir la recuperación de un curso de agua después de un episodio de contaminación orgánica, no sólo a través de los cambios químicos y bioquímicos, sino también con referencia a las comunidades de organismos, considerándolas como indicadoras del grado de polución. Los organismos indicadores ideales son aquellos que tienen restringida tolerancia a cambios ambientales, contrariamente los organismos que pueden tolerar diversas condiciones ambientales y cuyos patrones de distribución ó abundancia solo pueden ser afectados por variaciones sustanciales en la calidad ambiental son indicadores pobres. Una especie indicadora debe tener las siguientes características: ser fácilmente reconocida por taxónomos no especialistas, de distribución cosmopolita, tener abundancia numérica con baja variabilidad genética y ecológica, tamaño del cuerpo grande, movilidad limitada, especies de características ecológicas bien conocidas y fácil de usar en estudios (Jonson *et al*, 1993).

La importancia del estudio biológico, es que las poblaciones de animales y plantas acumulan información que los análisis fisicoquímicos no detectan, por lo que

estos indicadores permiten revelar posibles contaminantes inesperados (Pinilla, 1998).

Conocer adecuadamente la biodiversidad regional es una necesidad imperiosa debido al rápido deterioro a que se encuentran sometidos los distintos ecosistemas, máxime cuando este deterioro ha sido y es generado por actividades antrópicas. Los efectos inducidos por el hombre comprenden un amplio espectro, desde el cambio de extensas áreas de paisaje causado por un desarrollo acelerado sin planificación y la introducción de especies no nativas, invasoras, hasta la lluvia ácida y la deposición de partículas de polvo (Dallmeier et al, 2000).

El desarrollo de los Proyectos de Biodiversidad faunística y florística de las cuencas de los ríos Coello, Prado y Amoyá y Totare, ha permitido establecer una metodología de campo que facilita la obtención de información primaria en los principales grupos de fauna y flora, facilitando la elaboración de mapas de distribución de las especies halladas durante los muestreos, así como la conformación y registro ante el Instituto Alexander Van Humboldt, de la Colección Zoológica de la Universidad del Tolima.

De acuerdo con lo anterior, es necesario continuar con los estudios detallados sobre la biodiversidad de nuestro departamento, como parte del proceso de la Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas que se adelanta para el departamento del Tolima a través de la Corporación Autónoma Regional del Tolima. El proyecto que se ha desarrollando sobre el estudio de la biodiversidad de la cuenca mayores del río LAGUNILLAS ha permitido seguir con una metodología ya aplicada en otras cuencas.

La cuenca del río Lagunillas es un afluente importante del río Magdalena en el norte del Tolima. No se conoce información primaria sobre la fauna de esta importante cuenca y sus múltiples afluentes, lo cual hace pertinente una evaluación profunda de las especies de esta cuenca. En 1985, la cuenca del río Lagunillas sufrió una avalancha provocada por el deshielo del nevado del Ruiz. Los resultados presentados son un aporte muy importante para conocer el estado actual de la cuenca y el impacto ecológico de este tipo de eventos naturales en la fauna dulceacuícola y terrestre; además a partir de esta información se podrá entender algunos de los procesos sucesionales que se pueden estar generando.



## **OBJETIVOS**

### **1.1 GENERAL**

Estudiar la diversidad de los principales grupos de fauna (Macroinvertebrados, peces, anfibios, reptiles, aves y Mamíferos voladores) y de flora de la cuenca mayor del Río Lagunillas y determinar los grupos potenciales para bioindicación.

### **1.2 ESPECIFICOS**

1. Determinar la fauna de Macroinvertebrados, peces, anfibios, reptiles, aves, murciélagos y pequeños mamíferos no voladores, presentes de la cuenca mayor del Río Lagunillas, en un mínimo de 20 de puntos comunes de muestreo para los diversos grupos de estudio y durante dos épocas del año (verano e invierno)
2. Evaluar las muestras de agua de los acueductos municipales y veredales y de las quebradas y tramos de de la cuenca mayor del Río Lagunillas
3. Evaluar los diversos grupos de flora de los relictos boscosos y áreas intervenidas de la cuenca mayor del Río Lagunillas
4. Determinar espacialmente la distribución de las especies faunísticas y florísticas encontradas en los puntos evaluados de la cuenca mayor del Río Lagunillas
5. Interactuar con las comunidades locales a través del proceso de selección de áreas de estudio, muestreo y socialización de resultados, para el conocimiento de su biodiversidad

## 1. MATERIALES Y METODOS

### 2.1 ÁREA DE ESTUDIO

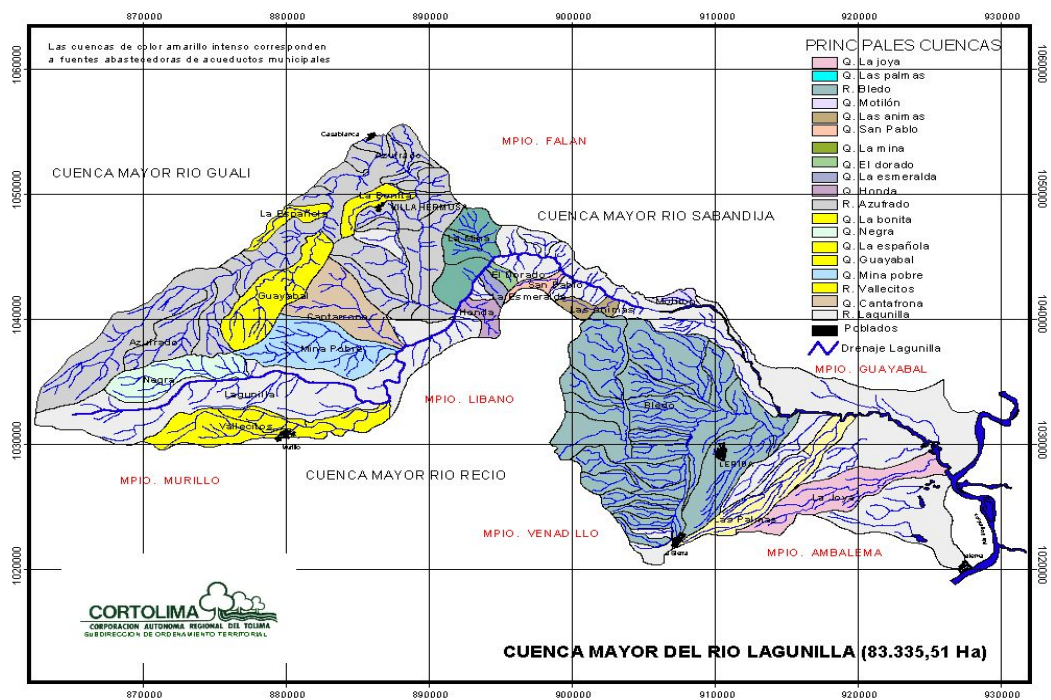
La Cuenca del río Lagunillas Se encuentra localizada en el flanco derecho de la cordillera central, al norte del departamento del Tolima, con un área 83.335,51 Ha, donde tienen influencia los municipios de Casabianca, Palocabildo, Armero-Guayabal, Ambalema, Lérída, Líbano y Villahermosa. El río Lagunillas nace en el nevado del Ruíz y desemboca en el río Magdalena, municipio de Ambalema, con una longitud de cause de 58.20 Km. Sus afluentes son los ríos Azufrado, Bledo, Nuevo, Vallecitos y las quebradas Cristalina, Mina Pobre, La Mina, Aguafria, Joya, Motilón, Las animas, San Pablo, El Dorado, La Esmeralda, Honda, La Bonita, La Española, Negra, Guayabal, Cantafrona y Las Palmas (Corporación Autónoma Regional del Tolima, 1998). El río Lagunillas, desde su nacimiento hasta su desembocadura, comprende las siguientes zonas de vida:

- **Zona de páramo:** Comprende desde los 3500 hasta los 5400 m, presentando temperaturas entre los 0 a 8 °C, correspondiendo a la formación de páramopluvial subandino. La precipitación oscila entre los 140 y 2150 mm, el relieve es de fuertes y largas pendientes pero en las partes más baja varía entre fuertemente ondulado a escarpado.
- **Zona fría:** El rango altitudinal oscila entre los 1800 y 3600 m, temperatura de 8 a 12 °C. El bosque muy húmedo montano (bmh-M) es la formación vegetal predominante donde el relieve varia fuertemente ondulado a escarpado. El rango de precipitación para esta zona está comprendida de 2000 a 2300 mm.
- **Zona cafetera:** Corresponde a una franja altitudinal de 1200-1800 m. El clima es medio y muy húmedo, con temperaturas que oscilan entre los 8 A 24 °C, La formación vegetal de la zona es bosque muy húmedo premontano. La precipitación anual varía entre los 2100 y 2900 mm, el relieve varia de fuertemente ondulado a escarpado.
- **Zona de piedemonte:** la franja altitudinal de esta zona oscila entre los 400 y 1200 m. Presenta un clima cálido húmedo transicional a bosque seco tropical con una precipitación anual de 1400 a 2000 mm. El relieve es quebrado a fuertemente ondulado con pendientes largas y moderadas.

**4.1.2 Estaciones de muestreo.** Se establecieron 16 estaciones (Tabla 1) teniendo en cuenta sus principales tributarios con el objetivo de abarcar la mayor heterogeneidad de ambientes acuáticos presentes en la cuenca.

Cada una de las estaciones de muestreo se georreferenció con un GPS y caracterizó teniendo en cuenta de variables ecológicas como el tipo de fondo o de sustrato, margen del río, vegetación aledaña, profundidad, velocidad de la corriente y tipo de corriente según la clasificación de Roldán-Pérez (1992) (Figura 1, Tabla 1).

**Figura 1.** Mapa de la cuenca mayor del río lagunillas



**Fuente:** CORTOLIMA

**Tabla 1.** Estaciones de muestreo evaluadas en la cuenca del río Lagunillas

No	Localidad	Municipio	Vereda	N	W	Altura (m)
1	Río Lagunillas (Desembocadura en el río Magdalena)	Ambalema	Chorrillo/ 4 Esquinas	4° 50' 42.5"	74° 46' 10.1"	213
2	Q. La Joya	Ambalema	Chorrillo	4° 50' 43.4"	74° 48' 31.8"	265
3	Q. La Vida	Líbano/ Lérida	San Antonio Alto del Bledo	4° 53' 34"	74° 58' 16.8"	951
4	Río Bledo	Lérida	Alto el Sol	4° 51' 49.2"	74° 58' 6.8"	899
5	Río Azufrado	Casa Blanca		4° 55' 25.8"	75° 17' 39.5"	4.090
6	Río Lagunillas	Líbano	El Agrado	4° 53' 45.5"	75° 0.6' 42.9"	2040
7	Río Vallecitos	Líbano	El Agrado	4° 53' 45.5"	75° 0.6' 42.9"	2040
8	Q. Peñones	Líbano	El Agrado	4° 53' 39.1"	75° 0.6' 21.1"	2072
9	Río Vallecitos	Líbano	El Agrado	4° 53' 27"	75° 0.6' 52.2"	2054
10	Río Lagunillas	Líbano/ Villahermosa		4° 55' 20.8"	75° 0.4' 38.3"	1177
11	Desembocadura de la Quebrada NN en el río Lagunillas.	Villahermosa		4° 55' 20.8"	75° 0.4' 38.3"	1177
12	Q. Agua Bonita	Villahermosa		4° 0.2' 03.3"	75° 0.7' 16.7"	2001
13	Río azufrado	Casabianca				1565
14	Q. La Esperanza	Casabianca	Palmapeñita	5° 0.4' 03.4"	75° 0.6' 48.5"	1589
15	Q. La Cascada	Casabianca	Palmapeñita	5° 3' 36.9"	75° 0.5' 51.4"	1564
16	Río Lagunillas	Armero - Guaya		4° 57' 39.6"	74° 54' 53.3"	411

**Fuente:** Autores (2008)



## 2.2 MÉTODOS.

### 2.2. 1 Métodos de Campo

Se establecieron 20 estaciones de muestreo para la toma de muestras de agua; 12 para la fauna de macroinvertebrados acuáticos y peces; y 7 puntos de colecta para la fauna de lepidópteros, anfibios y reptiles, aves y murciélagos. Igualmente se seleccionaron 9 puntos para la evaluación de la flora de la cuenca del río Lagunillas.

**Parámetros Físico – Químicos y Bacteriológicos.** Algunos de los parámetros físicos – químicos como temperatura del agua, temperatura del aire y oxígeno disuelto fueron tomados “in situ”, empleando para ello un equipo digital de campo: el oxímetro. Paralelamente se tomaron muestras de agua del ecosistema y de las plantas de tratamiento y/o acueducto. Estas se almacenaron en frascos plásticos de 1 l, debidamente acondicionados para tal fin, para el traslado al laboratorio, las muestras se preservaron en neveras de icopor con hielo. Los análisis respectivos se realizaron en el Laboratorio Ambiental de CORCUENCAS.

Las muestras bacteriológicas se tomaron en botellas de vidrio previamente esterilizadas, las cuales se preservaron en hielo para su posterior análisis.

**Macroinvertebrados.** Se establecieron 12 estaciones de muestreo a lo largo de la cuenca del río Lagunillas y sus afluentes, teniendo en cuenta facilidad de acceso, y distribución altitudinal. En cada una de las 12 estaciones de la cuenca del río Lagunillas se selecciono un tramo representativo del cuerpo de agua en el cual se ubicaron zonas con corrientes rápidas y lentas, así como diferentes sitios con agrupaciones de hojas y restos vegetales. Cada tramo se caracterizo físicamente teniendo en cuenta los tipos del sustrato y la topografía del terreno, datos que fueron consignados en fichas de muestreo diseñadas para dicho fin. La ubicación de los sitios de muestreo se definió teniendo en cuenta el fácil acceso y la influencia de la actividad humana. La primera época de colecta se llevo a cabo durante diez días del 29 de Marzo al 2 de abril del 2008 (época de lluvias).

Para la colecta de los organismos en las zonas de muestreo se emplearon redes en los márgenes y en el centro de cada una de las estaciones de muestreo, se utilizaron dos tipos de técnicas cualitativas y cuantitativas: dentro de las primeras se encuentran la revisión de forma manual y la red de dos palos y las segundas la red surber y tamices. La colecta manual, consistió en levantar y revisar cuidadosamente los cúmulos de hojas, troncos sumergidos, rocas y algunos de los coriotopos establecidos por Rincón (1996). Los organismos registrados se separaron cuidadosamente con pinzas entomológicas de punta fina o pinceles. En el caso de las redes y tamices, se siguió las recomendaciones de Needham y

Needham (1982), Roldán (1988, 1992, 2003), Barbour *et al.* (1999) y Rueda-D. (2002). El material colectado, se colocó en frascos plásticos y se fijó con formol al 10%, se etiquetó y se llevó una ficha de campo.

**Lepidópteros.** Los ejemplares fueron capturados con jama lepidopterológica (red aérea), la cual posee un diámetro de 0.4 m y 0.7 m de profundidad. Se hicieron muestreos al azar en transectos de longitud no definida (tipo sendero) entre las 08:00 y las 18:00 horas.

**Peces.** Para estimar la abundancia y composición ictica de la cuenca del río Lagunillas se utilizó principalmente la Electropesca. Es el método más adecuado teniendo en cuenta las condiciones que presentan los cuerpos de agua andinos (torrentosos y fondos pedregosos). Este método consiste en una corriente que fluye entre dos electrodos opuestos en el agua y que al tener contacto con los peces les produce un estado de electrotaxis (natación de forma obligada), electrotétano (contracción muscular) y electronarcosis (relajación muscular) (Lobón-Cerviá, 1991), lo que facilita su captura con una red que se instala a contracorriente después de los electrodos. Este tipo de pesca está determinada principalmente por factores biológicos como la talla del pez, la especie, y por factores físicos como la conductividad del agua y su temperatura (Guerrero-Kommritz, 1997).

Se contó con un equipo de electropesca portátil de 340 voltios y un amperio de corriente pulsante. Con dos electrodos (positivo y negativo), uno de ellos (electrodo positivo) modificado a manera de nasa redonda (50 cm de diámetro) con un mango de PVC de longitud variable, junto con una red de pesca de 5 metros de longitud que se ubicó aguas abajo para facilitar la captura de los ejemplares. El muestreo se realizó en un tramo del cauce, de aproximadamente 100 metros de largo durante un hora, haciendo recorridos por las orillas de los ríos y por todo lo ancho en las quebradas.

Además se utilizó un chile de 5 m de largo y de un ojo de malla de 1cm, en zonas de remanso de gran profundidad, en las cuales no se puede utilizar eficientemente la electropesca.

**Fotografía:** Para facilitar el proceso de determinación taxonómica algunos de los ejemplares capturados se fotografiaron en vivo, en acuarios ambientados, con una cámara digital Canon Eos 30D de 8.2 Mega píxeles, con los siguientes lentes: un lente macro USM de 100 mm f 2.8, lente 18-55 mm f 4.5- 5.6 y un lente de 24 mm invertido sobre dos anillos de extensión de 50 mm, para el detalle de algunas estructuras y peces pequeños.

**Fijación de los peces.** Una vez capturados los ejemplares, se fijaron para evitar el proceso de descomposición de los tejidos en una solución de formol al 10%. Posteriormente se depositaron en bolsas plásticas de sello hermético con la

correspondiente etiqueta de campo, donde se registró la fecha de colecta, la estación, el tipo de hábitat, el colector(s) y el método de colecta. Adicionalmente se diligenció la ficha de campo correspondiente y finalmente los organismos fueron transportados en canecas plásticas herméticas al Laboratorio de Investigación en Zoología de la Universidad del Tolima, donde fueron pasados a frascos de vidrio con alcohol al 70% para ser preservados indefinidamente.

**Herpetofauna.** Los anfibios y reptiles se detectaron acústica (anuros) y visualmente entre las 06:00 y 12:00 horas y entre las 18:00 y 24:00 horas, en las distintas estaciones de muestreo (Bernal, 2000), para anuros en noches de luna nueva. Los sitios de captura serán los cauces de quebradas o río de mediano caudal, bosques de galería, áreas con bosques más o menos densos y poco intervenidos (bosques secundarios), áreas abiertas (humedales y lagos) y zonas destinadas a diferentes cultivos. En cada localidad se trazarán transectos de 200 x 2 m, en los diferentes biotopos escogidos con el fin de establecer la preferencia de los herpetos hacia estos hábitat; para tal fin se levantarán troncos y piedras y se removerá la hojarasca.

**Aves.** Estos organismos fueron capturados por medio de “redes de niebla”, para aquellas especies que no fue posible capturarlas por este método se realizó a través del método de observación directa y registro fotográfico. Debido a la dificultad que algunos grupos de aves, tal es el caso de las rapaces, se optó por el registro fotográfico y visual como referencia de su distribución. Algunos de los ejemplares capturados se seleccionaron para la preparación y montaje e ingreso a la colección de referencia CZUT.

En cada una de las zonas de muestreo se realizó un recorrido de 1 km de distancia, dentro del cual se ubicaron cuatro (4) redes de niebla de 2.6 m de altura x 12 m de longitud y 36-mm de ojo de malla cada una, y se realizaron conteos por puntos con una duración de dos (2) días por zona.

La captura de especímenes se llevo a cabo con la ayuda de las redes de niebla, éstas se extenderán en línea continua a una altura de 50 cm sobre el nivel del suelo en las secciones del recorrido donde se considera una alta presencia de aves; además, se instalaron antes del amanecer (06:00 horas), se observaron cada hora y se cerraron cinco (5) horas más tarde (Whitman et. al. 1997). A las aves capturadas se les registro: la especie, el sexo, el peso, la longitud total, la longitud alar, el rictus, el culmen, el estado de muda y el estado reproductivo a través de la observación de la protuberancia cloacal (Orejuela et al., 1982). Adicionalmente, las especies fueron fotografiadas y liberadas.

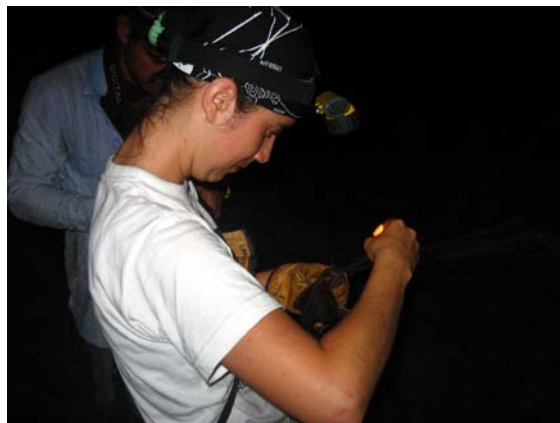
Paralelamente se desarrolló el Método de Conteo por Puntos el cual es un conteo visual donde se emplearán binoculares de 10 x 25 aumentos, con un recorrido de 1 km, con puntos de observación cada 200 m y con una duración de 10 minutos por punto. Esto permitió un conteo por puntos de radios fijos en donde se

registraron las especies y el número de individuos observados y escuchados (Ralph et al. 1995). Este método se inició desde las 06:00 horas y se terminará a las 11:00 horas (Whitman et al. 1997).

**Murciélagos.** El muestreo se llevo a cabo en las zonas escogidas en la cuenca. Para la captura de los murciélagos se utilizaron cuatro redes de niebla (Figura 2), de 12 m de largo por 3 m de alto, que fueron ubicadas en los diversos hábitat encontrados en cada una de las estaciones de muestreo (bosque de galería, bosque secundario, potreros, cultivos y bordes de bosque). Las redes se mantuvieron abiertas entre las 18 y 22 horas y se revisaron cada 30 minutos en el transcurso de la noche.

Como herramienta básica para la determinación taxonómica de las especies, se realizó un registro de cada uno de los ejemplares capturados en una ficha de campo donde se pueden encontrar los datos morfométricos y morfológicos requeridos (Tabla 2), además de datos característicos de cada uno de los sitios de muestreos como ubicación, coordenadas geográficas, altura sobre nivel del mar, temperatura y humedad relativa.

**Figura 2.** Método de campo para la captura de los quirópteros (Muestreo por medio de redes de niebla de piso).



**Fuente:** Autores (2008)

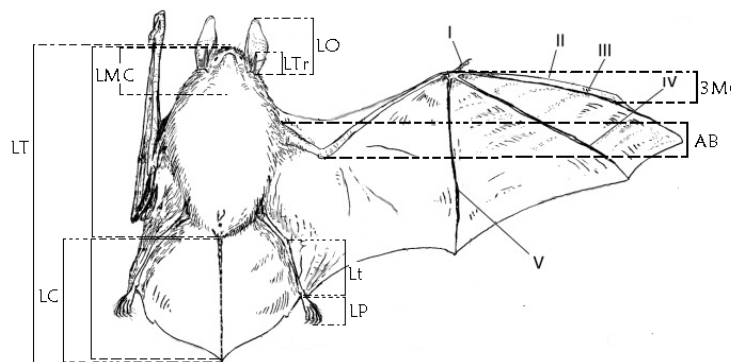
**Tabla 2.** Medidas morfométricas necesarias para la determinación taxonómica (Ficha de campo).

MEDIDA	SIGLA
Medida del antebrazo	AB
Longitud de la cola	LC
Longitud cabeza cuerpo	LCC
Longitud mayor del cráneo	LMC
Longitud de la oreja	LO
Longitud del pie	LP
Longitud total del animal	LT
Longitud de la tibia	Lt
Tercer metacarpal	3MC
Longitud del calcar	Lcal
Longitud del trago	Ltra
Longitud del uropatagio	
Longitud de la hoja nasal	

**Fuente:** Autores (2008)

Las mediciones morfométricas (Figura 3), observaciones y registros fotográficos pertinentes fueron realizadas al día siguiente de la captura. Las medidas se tomaron con ayuda de un calibrador TUMYCO con precisión 0,05 mm, el registro fotográfico se obtuvo empleando una cámara digital Canon Eos 30D 8.2 megapixeles.

**Figura 3.** Medidas morfométricas utilizadas para la determinación taxonómica.



Luego de realizar los registros en las fichas de campo; algunos ejemplares juveniles junto con las hembras en estado de gestación o lactancia fueron liberados en el lugar de captura, los demás especímenes fueron sacrificados y

transportados al Laboratorio de Investigación en Zoología de la Universidad del Tolima para su posterior procesamiento en el laboratorio.

**Pequeños mamíferos no voladores.** Par la colecta se utilizaron 85 trampas Sherman (22 grandes, 20 medianas y 43 pequeñas) y 14 trampas de caída. Estas últimas dispuestas en un transecto lineal de 70 m, con un espacio de 5 m entre cada trampa (balde). Las trampas sherman se colocaron a una distancia de 7 m entre estaciones y cada estación estuvo conformada por dos trampas (Figura 4). Las trampas fueron revisadas y cebadas diariamente antes del anochecer. Se utilizaron dos tipos de cebo, el primero consistía de una mezcla de grasa animal, avena en hojuelas, uvas pasas, maní previamente tostado y molido, esencia de vainilla y coco y el segundo fue una mezcla de avena en hojuelas y sardina en aceite.

**Figura 4.** Trampa Sherman cubierta con hojarasca y ubicada bajo vegetación arbustiva.



**Fuente:** Autores (2008)

Los ejemplares colectados fueron transportados hasta la estación de trabajo con el fin de realizar el registro fotográfico y diligenciar la ficha de campo, en la cual se consignaron los datos de colecta, las medidas externas y demás información morfológica y biológica del ejemplar. Todas estas observaciones en conjunto dieron un diagnóstico específico para la identificación taxonómica de cada ejemplar.

Las medidas externas se tomaron con un calibrador MITUTOYO con precisión de 0.01 mm y el registro de la masa corporal se realizó con un dinamómetro OHAUS con precisión de 1,0 g. Gran parte de los especímenes fueron preparados en campo.

La preparación de los ejemplares incluyó el montaje de piel, extracción del cráneo y preservación del cuerpo. Se realizó una disección en el área abdominal y se procedió a desprender la piel del organismo hasta alcanzar los labios (las extremidades fueron cortadas a nivel del cubito y la tibia). La cola fue extraída y remplazada con alambre de ferroniquel cubierto de algodón, al igual que las extremidades. La piel se rellenó con algodón y fue llevada por 3 días a una cámara de desecación para retirar la humedad de la piel del organismo.

El cráneo fue extraído y en él se retiraron los globos oculares, la lengua y el cerebro para ser secado a temperatura ambiente y posteriormente sometido a limpieza utilizando una colonia de Derméstidos, proceso que duró aproximadamente 4 días.

Otras colecciones, tales como ectoparásitos y heces fueron preservadas en etanol al 70% y rotuladas con el número de ficha de campo correspondiente.

**Flora.** El inventario de la flora existente se llevó a cabo mediante el método de transectos, éste método permite evaluar la diversidad y la abundancia relativa de cada una de las especies en estudio. La ubicación del transecto fue al azar, en cada zona de vida elegida como representativa de la cuenca, para esto se conto con el mapa de cobertura vegetal y uso del suelo más reciente. Las muestras tomadas en campo fueron prensadas y preservadas para su traslado al Herbario Toli de la Universidad del Tolima.

### **2.2.2 Métodos de laboratorio.**

**Macroinvertebrados.** Los organismos colectados se separaron en alcohol al 70% y se determinaron nivel taxonómico más alto posible con un estereomicroscopio Olympus SZ40 y un microscopio Olympus CH30. Para la determinación taxonómica se realizaron micropreparados del material colectado y se emplearon las claves y descripciones de Usinger (1956), Flint (1974, 1978, 1981, 1982b, 1988, 1989, 1991, 1998, 1999), McCafferty (1981), Botosaneanu y Flint (1982a), Flint y Bueno-Soria (1982), Bueno-Soria (1984, 1985, 1986), Morse y Holzenthal (1984, 1996), Wiggins (1984, 1987, 1996), Flint y Angrisano (1985), Holzenthal (1985, 1986, 1988), Flint *et al.* (1987), Machado (1989), Maes y Flint (1988), Roldán (1988, 2003), Harris (1990), Flint y Reyes (1991), Angrisano (1992, 1995, 1997, 1998, 1999), Blahnik y Holzenthal (1992), Harris y Bueno-Soria (1993), Archangelsky (1995, 2001), De Castellano y Landoni (1995), Holzenthal y Flint (1995), Marchese (1995), Pescador *et al.* (1995), Angrisano y Burgos (2002), De Almeida y Flint (2002), Harris y Flint (2002a), Harris *et al.* (2002bcd), Muñoz-Q. (1997, 1999, 2000, 2004), Muñoz-Q. y Paprocki (2002), Paprocki (2003), Posada & Roldán (2003) y Roldán (2003).

**Lepidópteros.** Los ejemplares se prepararon de acuerdo con el procedimiento de cámara húmeda (Fagua, 2001). La determinación taxonómica se realizó siguiendo las claves de Ehrlich y Ehrlich (1961) y Andrade-C (1990). Adicionalmente los ejemplares se confrontaron con registros fotográficos de Anónimo (1987), De la Maza (1987) y García-Robledo *et al.* (2002). Con el fin de confirmar su determinación, algunos ejemplares serán comparados con tipos *Pedaliodes empusa* (Felder): EN002646R, *Panyapedaliodes drymaea* (Hewitson 1858): EN002648R, *Eretris calisto* (C&R. Felder 1867): EN002649R, *Lymanopoda obsoleta* (Hewitson 1854): EN002650R y *Pedaliodes polusca* (Hewitson 1862): EN002651R), depositados en la Colección Lepidopterológica del Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca MHN-UC (Colombia) y con los de la Colección Zoológica de la Universidad del Tolima (CZUT-Ld).

**Peces.** Para la determinación de los ejemplares se emplearon las claves taxonómicas propuestas por Dalh (1971), Gery (1977), Román-Valencia & Cala (1997), Buckup (2004), y Maldonado-Ocampo y colaboradores (2005). El material colectado fue comparado con la colección de la Universidad del Tolima (CZUT-IC), para corroborar el proceso de determinación.

**Herpetos.** Los ejemplares capturados se depositaron en bolsas de tela, teniendo en cuenta datos morfológicos de los individuos y la forma en que fueron capturados, con la altura de percha y distancia del cuerpo de agua, así como la actividad (desplazamiento, durmiendo). Se tomaron notas de los aspectos morfológicos como la coloración en vida y las medidas morfométricas, datos que se incluirán en la ficha de campo específica para cada orden, para lo cual se emplearán balanzas de campo de 0.1 gr de precisión, y calibradores de 0.01 cm. de precisión. La determinación taxonómica se hará con base en claves y descripciones.

**Aves.** Para la determinación taxonómica se están empleando las guías de Hilty y Brown (1986), Álvarez-López (1999) y SAO (1999), lo cual permitirá llegar al nivel más inferior de clasificación; se corroborará la taxonomía con los ejemplares de la Colección de referencia de la >Universidad del Tolima, del departamento de Biología de la Universidad del Valle y del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia.

**Murciélagos.** Los ejemplares colectados que fueron llevados al Laboratorio de Investigación en Zoología de la Universidad del Tolima se identificaron taxonómicamente con el empleo de las claves Linares, 1987, Badillo *et. al.*, 1988 y Universidad del Valle 2006. Posteriormente se realizó la preparación de pieles (conservación de piel y extracción de cráneo) (Figura 5).

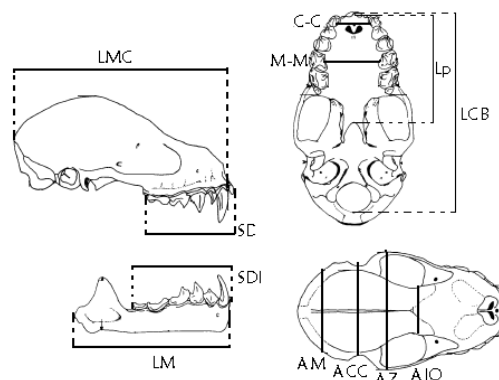
Los cráneos fueron sometidos a un tratamiento de limpieza con dermestidos con el fin de realizar las medidas propuestas por Muñoz 1990 (Tabla 3)



**Tabla 3.** Medidas morfométricas craneanas realizadas en laboratorio para su determinación taxonómica (Ficha de campo).

MEDIDA	SIGLA
Anchura mastoide	AM
Anchura zigomática	AZ
Anchura entre caninos.	CC
Formula dentaria	FD
Longitud condilobasal	LCB
Longitud mayor del cráneo	LMC
Anchura entre molares	M-M
Serie de hilera dental inferior	SDI
Serie de hilera dental superior	SDS
Longitud del palatino	Lp
Longitud ancho interorbital	AIO
Ancho de la caja craneana	ACC

**Figura 5.** Estructuras y Medidas morfométricas del cráneo de un murciélago.



**Pequeños mamíferos no voladores.** Los cráneos totalmente limpios por la colonia de Derméstidos fueron lavados con detergente y secados, para realizar posteriormente la toma de medidas craneales de acuerdo con lo requerido en la determinación taxonómica de cada ejemplar. Estas medidas fueron tomadas con un calibrador marca MITUTOYO de una precisión de 0,01 mm. Adicionalmente se realizó el registro fotográfico de los mismos.

Con los datos de la ficha de campo y las medidas corporales y craneales, se realizó la determinación taxonómica de los organismos, para lo cual se utilizaron las claves de Mamíferos de los bosques húmedos de América tropical (Emmons 1999), Mamíferos de Venezuela (Linares 1998), Mammals of the Neotropics

(Eisenberg 1989) y Marsupiales, Cenoléstidos e insectívoros de Colombia (Cuartas-Calle y Muñoz 2003).

Los individuos determinados se compararon cualitativa y cuantitativamente con especímenes de la Colección zoológica de la Universidad del Tolima para lo cual se tuvo en cuenta datos de distribución, medidas externas y medidas craneales.

**Flora.** Para una identificación de los individuos de la composición florística se colectaron muestras vegetales en lo posible fértiles, posteriormente se hizo el uso de claves taxonómicas y se compararon con muestras presentes en Herbario "TOLI" de la Universidad del Tolima donde se contó con la colaboración del curador del herbario Tirso A Medina para la determinación de los excicados.

**Colección de Referencia.** Una vez identificados los organismos de cada grupo, se procede a elaborar su ficha técnica correspondiente y se anota en el registro correspondiente, este registro se llevará tanto manualmente como en una hoja electrónica, esto último permitirá el intercambio de información con otras colecciones de referencia en el ámbito nacional e internacional.

## ANALISIS DE DATOS

. Para el análisis de los datos obtenidos se calculó:

La abundancia relativa, a partir del número de individuos colectados de cada especie y su relación con el número total de individuos de la muestra, esta se utilizó con el fin de establecer la importancia y proporción en la cual se encuentra cada especie con respecto a la comunidad.

$$AR = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ de individuos de cada especie en la muestra}}{\text{N}^{\circ} \text{ total de individuos en la muestra}} \times 100$$

Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'). Este índice permite conocer la relación entre el número de especies y la abundancia relativa, lo que permite describir la estructura de la comunidad (Hutchinson, 1981), según la fórmula:

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

donde,  $p_i$  es igual a  $n_i/n$ ,  $n_i$  es el número de individuos de la especie y  $n$  el número total de individuos (Moreno, 2000).

Riqueza específica, número de especies por sitio de muestreo (Villareal, 2004).

Índice de riqueza de Margalef, el cual mide el número de especies o taxones por unidad de muestreo, mediante la fórmula:

$$D = (S-1) / \ln N$$

donde,  $S$  es el número de especies,  $N$  el número total de individuos y  $\ln$  el logaritmo natural (Moreno, 2000).

Esfuerzo y éxito de captura. El esfuerzo de captura se calculó con el número de trampas instaladas por sitio de muestreo (cota altitudinal) multiplicado por las noches de muestreo (trampas/noche).

El éxito de captura que se define como el porcentaje de la eficiencia del muestreo (Gómez-Laverde, 1994), se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Ex. C.} = (C.T./E.C) \times 100$$

Donde: Ex. C = éxito de captura, C.T. = número de individuos capturados y E.C = esfuerzo de captura (Pérez, 2006).

*Eficiencia de las trampas en la colecta de pequeños mamíferos no voladores.* Se calculó la tasa de captura para cada tipo de trampa con el número total de individuos colectados dividido por el número de trampas, multiplicado por 100 (Santos-Filho *et al.*, 2006).