

**ENSAMBLAJE DE ANUROS EN TRES HÁBITATS CORRESPONDIENTES A
BOSQUE, POTRERO Y SURAL EN EL PARQUE AGROECOLÓGICO
MERCURE, VILLAVICENCIO, META**

CAROLINA ISABEL BECERRA SERRANO

**TRABAJO DE GRADO
Presentado como requisito parcial
Para optar al título de**

BIÓLOGA

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA DE BIOLOGÍA
BOGOTÁ D. C.
2011**

**ENSAMBLAJE DE ANUROS EN TRES HÁBITATS CORRESPONDIENTES A
BOSQUE, POTRERO Y SURAL EN EL PARQUE AGROECOLÓGICO
MERCURE, VILLAVICENCIO, META**

CAROLINA ISABEL BECERRA SERRANO

APROBAO

**INGRID SCHULLER, Ph. D.
DECANA ACADÉMICA**

**ANDREA FORERO
DIRECTORA CARRERA**

NOTA DE ADVERTENCIA

"La Universidad no se hace responsable por los conceptos emitidos por sus alumnos en sus tesis de grado. Solo velará porque no se publique nada contrario al dogma y a la moral católica y porque las tesis no contengan ataques personales contra persona alguna, antes bien se vea en ella el anhelo de buscar la verdad y la justicia".

Artículo 23 de la Resolución No13 de julio de 1946

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar agradezco a mi mamá y a mi papá que se que se esforzaron mucho para sacarnos adelante y sé que se sienten orgullosos de mi por entregar por fin mi trabajo de grado. También a mi hermano que me ofreció su apoyo en todos los momentos.

Agradezco a todos mis amigos de la universidad: Meli, Dana, Juanguis, Ángela, Aleja, San jualva, Guille, Naty, Juli, Beta, Pili, Cami Lamprea! Y a Pame y Cami Uribe por su apoyo.

Agradezco a Fernanda Cantillo y Andrés Angulo por brindarme su apoyo.

Agradezco a todos los miembros del Parque Agroecológico Merecure que hicieron posible este trabajo... a Daniel, Patricia, la Tata, Juan. A Jose y a Gabriel por ser mi compañía noche y día durante los muestreos. A Angie que me ayudó a tomarle las 1000 fotos a las ranas.

Agradezco a Nicolás Urbina por la dirección del trabajo y por el enseñarme tantas cosas. Es la mejor persona, como profesional y como ser humano . Muchísimas gracias!!!

Agradezco también a Roco por su ayuda durante este semestre y por sus consejos.

Gracias a todos!

TABLA DE CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN	2
2 MARCO TEÓRICO	3
2.1. Diversidad de anfibios en el Orinoco	3
2.2. Efectos de los cambios de uso del suelo en la biodiversidad nativa	5
2.3. Variables ambientales y su efecto en los anuros	6
2.4. Modos reproductivos de anuros	6
3 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN Y JUSTIFICACIÓN	10
4 OBJETIVOS	10
4.1. Objetivo General	10
4.2. Objetivos Específicos	11
5 MATERIALES Y MÉTODOS	11
5.1. Área de estudio	11
5.1.1. Características climáticas	11
5.1.2. Parque Agroecológico Merecure	13
5.1.3. Lugares de muestreo	13
5.1.3.1. Sural	13
5.1.3.2. Potrero	14
5.1.3.3. Bosque de galería	15
5.2. Muestreo	15
5.3. Análisis de datos	16
6 RESULTADOS	16
6.1. Riqueza total	17
6.2. Diversidad alfa	18
6.3. Diversidad beta	19
6.4. Composición y estructura	20
6.5. Abundancia	20
6.6. Relación entre variables	21
6.7. Relación del ensamblaje de anuros con las variables ambientales y estructurales	22
7 DISCUSIÓN	23
7.1. Estructura y composición	23
7.2. Preferencia de hábitats en anuros	27

8	CONCLUSIONES	29
9	RECOMENDACIONES	30
10	BIBLIOGRAFÍA	31

ENSAMBLAJE DE ANUROS EN TRES HÁBITATS CORRESPONDIENTES A BOSQUE, POTRERO Y SURAL EN EL PARQUE AGROECOLÓGICO MEREURE, VILLAVICENCIO, META

RESUMEN

Los cambios en el uso del suelo y, como consecuencia, la pérdida de hábitat generada por el ser humano causan cambios en la riqueza, composición y abundancia de los anuros. Al evaluar estos cambios a lo largo de tres hábitats típicos para el departamento de Meta (bosque, sural y potrero) es posible entender la respuesta de los anuros a los gradientes de hábitat. Se realizaron dos muestreos en los meses de Febrero y Marzo de 2011 en el cual se muestrearon tres hábitats en el Parque Agroecológico Mereure Villavicencio, Meta, entre los meses de Febrero y Marzo de 2011, para determinar su diversidad, las relaciones entre las variables ambientales y estructurales y la relación de las especies con estas variables. Se registró un total de 280 individuos de anuros de los que predominaron los hylidos y leptodactylidos. Del total de individuos se reportaron 14 especies. La riqueza de especies para el bosque fue de 11 especies, para sural de 9 y para potrero se encontraron 8 especies. La dominancia fue diferente para los hábitats, siendo *Pseudopaludicola boliviana* la especie dominante en bosque, *Leptodactylus colombiensis* la dominante para sural y *Dendropsophus mathiassoni* que predominó en potrero. La composición fue similar entre ecosistemas, los tres presentaron especies generalistas que están adaptadas a zonas con perturbaciones antropogénicas. Según las correlaciones realizadas entre las variables ambientales y estructurales, la temperatura y humedad relativa se correlacionan de manera negativa. La temperatura es directamente proporcional a la cobertura del dosel. Por otro lado, se Además los modelos de regresión mostraron que la mayoría de las especies dependen de la temperatura para completar su ciclo de vida. Al considerar que el ensamblaje de anuros no cambia significativamente entre hábitats se puede concluir que la perturbación antropogénica que ha presentado el parque ha simplificado los ensamblajes y generado una homogenización de estos entre los hábitats comparados. Sin embargo, en cada hábitat se encontraron especies exclusivas que podrían ser indicadoras de áreas de conservación en el bosque pero esta afirmación solo podría ser confirmada luego de un monitoreo a lo largo de varias temporadas climáticas y varios años de de muestreo.

Palabras clave: Diversidad. Pérdida de hábitat. Uso del suelo. Uso de hábitat

1. INTRODUCCIÓN

Colombia ocupa el segundo puesto a nivel mundial en cuanto a diversidad de anfibios con 630 especies (1; 2). A su vez, es uno de los países con el mayor número de especies amenazadas de anuros a nivel global (3; 4; 5) y está pasando por un aparente declive importante pues desde 1980, 109 especies están posiblemente extintas y cuatro ya están extintas (6; 7). En el Neotrópico más del 60% de las especies de anfibios han sido reportadas con declives poblacionales y se encuentran en peligro de extinción y entre las especies con mayor riesgo están las bifásicas (8).

Las causas de declive son los cambios en el uso del suelo, el cambio climático, la contaminación por químicos que afecta principalmente a los estados acuáticos de los anfibios. Así mismo, las enfermedades y los patógenos como la chytridiomycosis y el iridovirus, las especies invasoras como *Lithobates catesbeianus*, la sobrexplotación de hábitats y el comercio de especies (9;10;7;11).

El cambio climático es una de las principales causas de declive, esto se debe al aumento de gases de efecto invernadero que afectan principalmente los patrones de lluvias y de temperatura, y por consiguiente afecta los períodos reproductivos y el desarrollo de algunas especies dependientes de cuerpos de agua. Así mismo las alteraciones climáticas obligan a que los individuos migren buscando buenas condiciones para completar su ciclo de vida, afectando principalmente a especies endémicas y especies de áreas protegidas que no tengan zonas de amortiguación. Por otro lado, para las especies generalistas, la migración de algunas especies no lleva a su extinción sino a su propagación (9;10;7;11).

Pero sin duda la causa más importante del declive de anfibios hoy en día son los cambios en el uso del suelo que generan pérdida y degradación de hábitat (7;9;10;11). Por ejemplo, los sistemas agropecuarios causan una degradación de los recursos debido al proceso de transformación de las sabanas naturales denominado como “potrerización” que genera un deterioro en el suelo por efectos del ganado (e.g., compactación, acidificación), además de contaminación de agua por uso de fertilizantes y pesticidas que disminuyen la productividad de los suelos (12).

La pérdida de hábitat genera una desconexión o una falta de continuidad estructural entre la vegetación natural y los cuerpos de agua, lo cual induce una interrupción en los flujos ecológicos, poniendo en riesgo la estructura poblacional y permanencia local de las especies de anfibios que presentan modos reproductivos asociados con cuerpos de agua (huevos y/o larvas acuáticos y adultos terrestres) (13).

Por lo anterior el presente trabajo estudió el ensamblaje de anuros a lo largo de diferentes tipos de hábitat natural y antropogénicos como bosque de galería, sural y potrero y su relación con las variables ambientales y estructurales para conocer las variaciones en la riqueza, abundancia y composición de anuros y el posible impacto sobre estos individuos que pueda generar la pérdida de hábitat natural para esta región.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Diversidad de anfibios en el Orinoco

La Orinoquia se divide en grandes áreas denominadas zonobiomas, que en conjunto albergan 156 tipos de ecosistemas naturales y 49 de transformados. A pesar de la alta diversidad de ecosistemas y coberturas, la Orinoquia, es una de las regiones con menor cantidad de publicaciones sobre herpetofauna en el país (12; 14).

Según Rosales y colaboradores (14) las regiones del Orinoco son seis (Fig.1) que comprenden la Orinoquia Andina, Orinoquia llanera, Orinoquia costera, zona transicional Orinoco-Amazonas, Orinoquia guyanesa y Altillanura orinoquense, la cual es el área de estudio. Según Rippstein y colaboradores (15) la Altillanura se divide en dos: la Altillanura bien drenada y la Llanura mal drenada, la primera es la correspondiente al área de estudio y se describe como aquella que está cubierta en su mayoría por plantas herbáceas con un sistema de caños dentro de los bosques de galería.



Figura 1. Regiones de la

Orinoquia. Tomado de Rosales y colaboradores (14).

En cuanto a la diversidad de anfibios, Acosta *et al.* (16) mencionan que la subregión más diversa es la de la Orinoquia guayanesa y que las demás regiones presentan una diversidad relativamente baja a comparación del resto del país. Sumándole a esto, hay varias subregiones que no han sido exploradas. Aún así, para la Orinoquia colombiana se reporta un total de 266 especies de anfibios (16).

Para los llanos Lynch (17) reportó 45 especies de anuros para la región de Villavicencio. Acosta (1) reportó 54 especies de anuros para la subregión de los llanos, específicamente para el departamento del Meta. Acosta y colaboradores (16) reportan que para las tierras bajas de la Orinoquia (entre los 250 y los 500 m.s.n.m) existen 111 especies de anfibios, de las cuales hay 50 especies de anuros para los diferentes hábitats de la subregión de los llanos. Entendiéndose hábitat, según la definición de Hall & Krausman (18) como los recursos y condiciones específicas, es decir las características físicas y biológicas, que presenta un área para la reproducción y desarrollo de un grupo de organismos. Esta definición se diferencia de la de tipo de hábitat que se refiere solamente a la cobertura vegetal.

2.2. Efectos de los cambios de uso del suelo en la biodiversidad nativa

Las fronteras agrarias se expanden continuamente como resultado del desplazamiento por los cultivos lícitos e ilícitos. Las regiones son colonizadas y para preparar el terreno, los bosques son talados y quemados, lo que genera pérdida de hábitat. La pérdida de hábitat afecta directamente la biodiversidad, así mismo esto influye sobre las fuentes de agua y sobre la edafofauna, por lo tanto la erosión también es uno de los efectos de estas actividades (12). Según Rippstein y colaboradores (15) la Altillanura bien drenada se viene usando hace ya muchos años, tantos que se refieren a un uso ancestral de esta tierra. Se ha reportado un uso del suelo de la cuenca del Orinoco desde hace aproximadamente 7000 años. Es una región con una historia de minería, agricultura y ganadería.

Después de la colonización, la agricultura y la explotación minera fueron el centro de las actividades de la zona; más adelante, la ganadería y la agricultura tomaron este lugar y hoy en día continúan siendo las principales actividades de la zona, debido principalmente al uso de pastos que resisten la pobreza de los suelos, lo cual contribuye a que la ganadería sea cada vez más fuerte. (12).

Las perturbaciones naturales y de origen antrópico afectan directamente la partición de hábitat entendida como la división de cargas entre las diferentes especies dependiendo del recurso, refugio y lugar de apareamiento y oviposición (19) y por lo tanto afecta el ensamblaje de la anurofauna. El termino ensamblajes se refiere a un grupo de especies que comparten el mismo recurso y que ocurren en una misma comunidad (20). Un estudio realizado por Cáceres & Urbina (21) reporta que los sistemas productivos pueden tener efectos negativos sobre cuatro especies de anuros para el departamento del Meta, las cuales pueden llegar a desaparecer de esta región si el bosque de galería es deforestado, lo que indica que la perturbación antropogénica puede ser causante de un declive en las poblaciones de anuros para esta región; Aunque los sistemas productivos también pueden ser aprovechados y colonizados por algunos anuros.

Según Gascon y colaboradores (22) los hábitats perturbados actúan como un filtro que permite el paso selectivo de especies desde un hábitat original y no perturbado, es decir que actúa como una red por la cual pueden pasar o no algunas especies según el hábitat e intensidad de uso que

presente. Estas matrices pueden generar un impacto en la composición dependiendo del grado de contraste estructural que presente frente al hábitat original.

Brand & Snodgrass (23) plantean que muchas zonas destinadas a ganadería y agricultura presentan charcas artificiales que son reservorios de agua para el ganado y para el riego, convirtiéndose en lugares ideales para los anuros pues representan una fuente de alimento y pueden llegar a ser lugares de apareamiento y ovoposición. Sin embargo un estudio realizado por Urbina-Cardona y colaboradores (24) explica que la distribución de los anuros depende de la disposición de recursos (como el agua, alimento, entre otros) y la calidad del hábitat (representada en variables ambientales y estructurales), de esta forma la selección del hábitat será dependiendo de estos dos conceptos.

2.3. Variables ambientales y su efecto en los anuros

Algunas variables ambientales son un factor que influye directamente sobre el control hormonal de los anuros. En las regiones tropicales los anuros presentan un ciclo espermatogénico constante. La discontinuidad de los ciclos se da principalmente por los cambios en la temperatura, lo que indica que la gametogénesis está directamente relacionada con la temperatura (25).

Así mismo, la lluvia afecta directamente los ciclos de reproducción, por lo tanto por las condiciones de las regiones tropicales la actividad reproductiva se da durante todo el año. A pesar de que tengan la capacidad de reproducirse durante todo el año, esta actividad está determinada en algunas especies por lluvias fuertes, otras por episodios de lluvia mucho más suaves. En conclusión la temperatura y la humedad son importantes para comenzar la actividad reproductiva, por lo tanto la combinación adecuada de estas dos variables dan como resultado la actividad reproductiva (25).

2.4. Modos reproductivos de anuros

Algunas especies de anfibios con modos reproductivos de larva y/o huevos en el agua son dependientes totalmente del agua para su reproducción y desarrollo inicial. Presentan huevos anamniotas que están relacionados con cuerpos de agua y requieren alta humedad relativa en sus microhabitats para asegurar su supervivencia, debido a que son muy susceptibles a la pérdida de agua (25).

En zonas tropicales algunos anuros presentan una particularidad y es el cuidado parental que ofrecen a su progenie durante el desarrollo. Se conocen diferentes modos reproductivos para los anuros; Crump (19) los divide en 10 modos principales. Tiempo después se conocen más modos reproductivos y se reporta la existencia de 39 modos para los anuros de todo el mundo de los cuales 21 son del Neotrópico y particularmente 8 son exclusivos de esta región (26; 11). Para el área de estudio se han reportado 50 especies las cuales presentan diferentes modos reproductivos como se muestra en la tabla 1.

De la misma manera, estos modos reproductivos enseñan una tendencia evolutiva hacia la terrestrialidad, pues se tienen anuros que dependen completamente a cuerpos de agua y otros que no requieren de cuerpos de agua para el desarrollo. Así mismo, las especies de anuros requieren de una alta humedad para su permanencia en los ecosistemas, lo cual implica que la oviposición está relacionada con los periodos de lluvia que son los de mayor humedad (19; 11).

El proceso de terrestrialidad es una transición de agua a tierra realizada por los anuros. Esto se puede dar por una presión que ejercen los predadores en los ambientes acuáticos, lo que puede explicar la gran variedad de modos reproductivos existentes en el mundo. De esta manera el modo más ancestral es el uno, en el cual los huevos son depositados en una charca y las larvas concluyen su desarrollo en el cuerpo de agua. Mientras los otros modos de reproducción pueden ser especializaciones a diferentes ambientes (26; 11).

Modo reproductivo	Descripción	Familias	Especies
Modo 1.	Huevos depositados en cuerpos de agua lénticos (charcas y lagunas), larvas de desarrollo acuático	Bufonidae	<i>Rhaebo glaberrimus</i> , <i>Rhinella marina</i> , <i>Rhinella granulosa</i>
		Hylidae	<i>Dendropsophus mathiassoni</i> , <i>Dendropsophus minutus</i> , <i>Hypsiboas crepitans</i> , <i>Hypsiboas lanciformis</i> , <i>Hypsiboas punctatus</i> , <i>Osteocephalus taurinus</i> , <i>Pseudis paradoxa</i> , <i>Scinax blairi</i> , <i>Scinax rostratus</i> , <i>Scinax wandae</i> , <i>Scinax x-signatus</i> , <i>Sphaenorhynchus lacteus</i> , <i>Trachycephalus typhonius</i> .
		Microhylidae	<i>Elachistocleis ovalis</i> , <i>Ctenophryne geayi</i>
Modo 2.	Huevos depositados en cuerpos de aguas lóticos, larvas de desarrollo acuático.	Bufonidae	<i>Rhinella granulosa</i>
		Hylidae	<i>Osteocephalus carri</i>
		Strabomantidae	<i>Lithobates palmipes</i>
Modo 4.	Huevos depositados en cuencas realizados por los machos en los bordes de los cuerpos de agua. Huevos depositados en el nido, cuando la cuenca se inunda durante las lluvias los renacuajos salen del nido hacia el cuerpo de agua.	Hylidae	<i>Hypsiboas boans</i>
Modo 6.	Huevos depositados en cuerpos de agua temporales o semipermanentes, sobre raíces. Las larvas se desarrollan en el agua	Bufonidae	<i>Dendrophryniscus minutus</i>

Modo 11.	Huevos depositados en nidos de espuma que flotan en charcas. Cuando comienza la temporada de lluvias las larvas salen del nido a la charca y se alimentan de huevos sin fertilizar.	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus colombiensis</i> , <i>Leptodactylus fuscus</i> , <i>Leptodactylus bolivianus</i> , <i>Leptodactylus mystaceus</i>
		Leiuperidae	<i>Physalaemus fischeri</i>
Modo 13.	Huevos depositados en nidos de espuma dentro de cuencas cavadas por los machos. Las larvas salen del nido a la charca y terminan su desarrollo.	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus hylaedactylus</i> , <i>Leptodactylus fragilis</i> , <i>Leptodactylus knudseni</i> , <i>Leptodactylus lineatus</i>
		Microhylidae	<i>Pseudopaludicola boliviana</i>
Modo 16.	Los huevos son fertilizados e incrustados en el dorso de la hembra por el macho donde se desarrollan hasta pequeñas ranas.	Pipidae	<i>Pipa pipa</i>
Modo 20.	Huevos depositados en hojarasca con cuidado parental. Cuando emergen las larvas el macho las sube a su espalda y son transportados a un cuerpo de agua en el cual las larvas terminan el desarrollo sin cuidado parental	Aromobatidae	<i>Allobates cepedai</i> , <i>Allobates juanii</i> , <i>Allobates ranoides</i> , <i>Allobates femoralis</i> , <i>Rheobates palmatus</i>
		Dendrobatidae	<i>Ameerega hahneli</i>
Modo 23.	Huevos depositados en hojarasca y desarrollo directo.	Strabomantidae	<i>Pristimantis frater</i> , <i>Pristimantis medemi</i> , <i>Pristimantis savagei</i>
Modo 24.	Huevos depositados en hojas sobre cuerpos de agua. Las larvas emergen del huevo y caen al cuerpo del agua para terminar su desarrollo.	Hylidae	<i>Dendropsophus brevifrons</i> , <i>Phyllomedusa hypocondrialis</i> , <i>Scinax ruber</i>
Modo 25.	Huevos depositados en hojas sobre cuerpos de agua, con cuidado parental. Las larvas emergen del huevo y caen al cuerpo del agua para	Centrolenidae	<i>Cochranella flavopunctata</i> , <i>Hyalinobatrachium munozorum</i>

	terminar su desarrollo.		
--	-------------------------	--	--

Tabla 1. Modos reproductivos de las especies del área de estudio. (26; 11; 27).

3. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La Orinoquía, en especial el departamento del Meta, es una región con una alta perturbación antropogénica que genera pérdida de hábitat y discontinuidad entre los flujos naturales los cuales son fundamentales para los anuros pues gran cantidad de ellos presentan ciclos de vida bifásicos (12; 13).

El municipio de Villavicencio es una zona altamente explotada para ganadería y agricultura (28;29) lo cual puede llevar a un declive en la población de anfibios, esto se debe a que son organismos muy sensibles a las transformaciones en su hábitat (3).

Las diferencias en cuanto a riqueza, abundancia y composición de las comunidades de anfibios que habitan las charcas, bosques y pastizales, pueden ayudar a entender parcialmente los efectos del cambio de uso del suelo en los anfibios de la región del Meta, debido principalmente a que los muestreos realizados para herpetofauna en esta región demuestran que el número de registros son medios, y en el amazonas, la zona de transición y la región Guyana los registros son menos (14), por lo tanto se debe aumentar los muestreos en estas regiones.

El diseño propuesto para el presente estudio busca responder la siguiente pregunta de investigación:

¿Varía la estructura y composición de anuros en tres hábitats correspondientes a bosque, potrero y sural en el Parque Agroecológico Merecure, Villavicencio, Meta?

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo general

Evaluar las diferencias en el ensamblaje de anuros entre bosque, potrero y sural y su relación con las variables ambientales y estructurales en el Parque Agroecológico Merecure, Villavicencio, Meta.

4.2. Objetivos específicos

- Evaluar diversidad, abundancia, estructura y composición de anuros en bosque, potrero y sural en el Parque Agroecológico Merecure, Villavicencio, Meta.
- Determinar la relación entre las variables ambientales y estructurales en bosque, potrero y sural en el Parque Agroecológico Merecure, Villavicencio, Meta.
- Determinar la relación del ensamblaje de anuros con las variables ambientales y estructurales a lo largo de los hábitats de bosque, potrero y sural en el Parque Agroecológico Merecure, Villavicencio, Meta.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Área de estudio

5.1.1. Características climáticas

El departamento del Meta pertenece a la región de la Orinoquia que se encuentra distribuida entre Colombia y Venezuela, y su extensión es de aproximadamente 990.000Km², de los cuales corresponden a nuestro país unos 346.500Km². El departamento del meta está ubicado específicamente en la subregión de la Altillanura (12; 14).

Este departamento presenta un régimen de lluvias monomodal (Fig. 3), teniendo el periodo de lluvias entre Marzo y Noviembre, y una época seca entre Diciembre y Febrero. El mes más lluvioso es Mayo y el más seco es Enero. Así mismo la precipitación, para el departamento del Meta, llega a los 4500mm (12; 30).

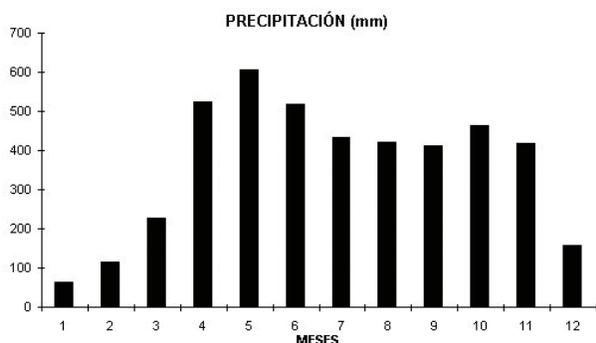


Figura 2. Precipitación media mensual para Villavicencio, Meta. Tómesse 1 como el mes de Enero y 12 como el mes de Diciembre. Tomado de IDEAM 2011.

En cuanto a la Humedad relativa el departamento del Meta presenta un pico alto entre los meses de Junio y Julio con una Humedad relativa media de 83%, mientras que para los meses de Enero y Febrero la Humedad Relativa media es de 66% y 69% respectivamente (Fig.4). En cuanto a la temperatura, esta es de 26°C en promedio anual (12). Según el IDEAM (31) las temperaturas máximas se reportan en el mes de Febrero alcanzando los 32°C y las temperaturas mínimas se dan en el mes de Julio con un promedio de 20°C (Fig. 5).

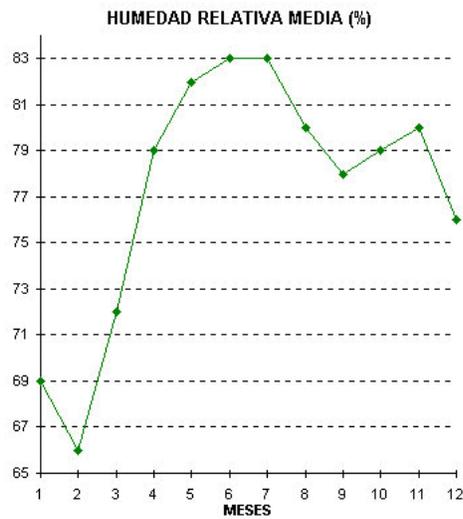


Figura 3. Humedad Relativa Media anual para Villavicencio, Meta. Tómease 1 como el mes de Enero y 12 como el mes de Diciembre. Tomado de IDEAM 2011.

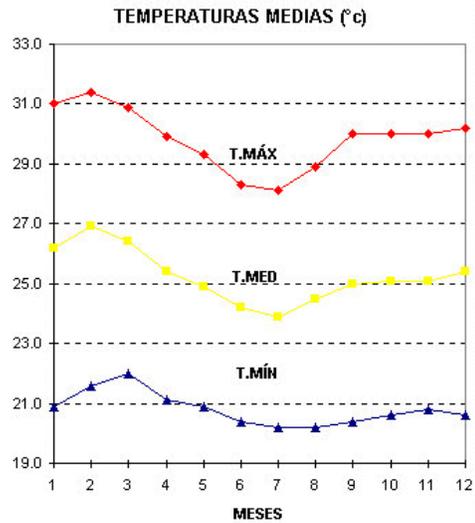
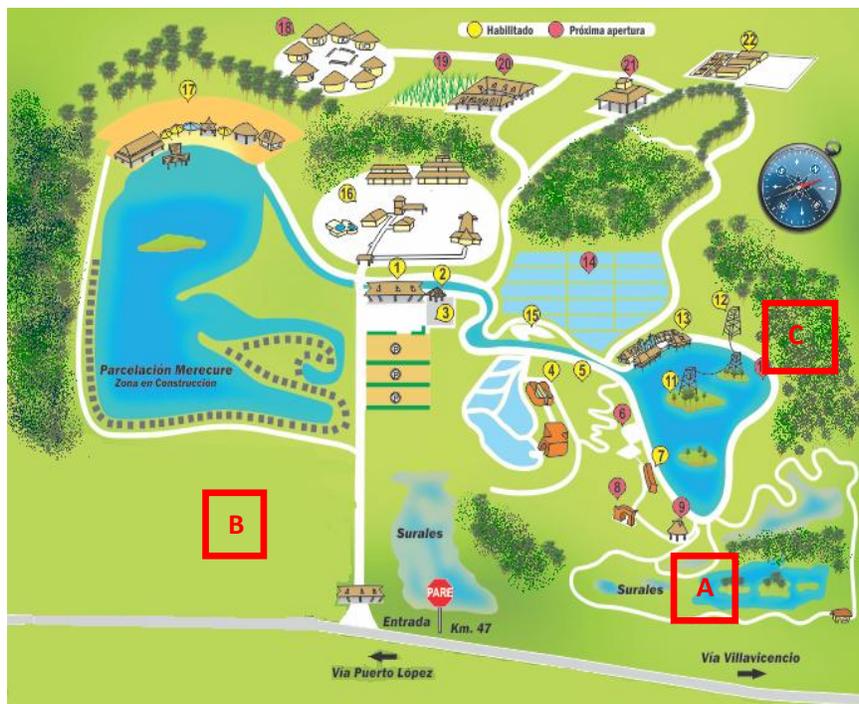


Figura 4. Temperatura anual para Villavicencio, Meta. Tómease 1 como el mes de Enero y 12 como el mes de Diciembre. Tomado de IDEAM 2011.

5.1.2. Parque Agroecológico Merecure



Agroecológico Merecure. A: Sural; B: Potrero; C: Bosque.

Figura 5. Parque

El Parque Agroecológico Merecure se encuentra ubicado en el departamento del Meta a 47 Km del municipio de Villavicencio vía Puerto López (N 04.76001 y W 074.05834) a una altitud de 231m.s.n.m. Es un parque de recreación principalmente con más de 600Ha. El parque se sustenta principalmente con el turismo, la ganadería y piscicultura. Este destino turístico presenta sabanas, esteros, morichales, surales y varios lagos artificiales que se encuentran drenados por el caño Pachaquiario. Además gran parte del parque está dedicado a la ganadería.

5.1.3. Lugares de muestreo

5.1.3.1. Sural

Los surales son sistemas reticulados con un sistema de montículos que van desde pocos centímetros de altura hasta un poco más de un metro y pueden llegar a medir unos 2m de diámetro. Estos montículos se encuentran rodeados por agua durante todo el año y están cubiertos por vegetación herbácea en su mayoría, aunque los más grandes presentan vegetación arbustiva y algunas pocas palmas de moriche (*Mauritia flexuosa*), a diferencia de los morichales, en los cuales domina la palma de moriche (Fig. 6).



Figura 6. Sural del Parque Agroecológico Merecure.

5.1.3.2. Potrero

Los potreros que se encuentran dentro del parque son principalmente sabanas que han sufrido un proceso de “potrerización” para ser utilizado para ganadería. Se encuentran rodeados en su mayoría por pequeños remanentes de bosque de galería. La vegetación que se encuentra principalmente son pastos como *Homolepis aturensis* y pequeños parches de *Panicum pilosum* y de *Melinis minutiflora*. También se encuentran algunos pequeños arbustos que se encuentran principalmente hacia los bordes de los potreros (Figura 7).



Figura 7. Potrero del Parque Agroecológico

Merecure.

5.1.3.3. Bosque de galería

El bosque es secundario y presenta un cuerpo de agua lóxico permanente que se dispersa en pequeñas zanjas que están comunicadas con el caño principal, las cuales en los meses de verano se encuentran secas. El dosel tiene una altura de 30m, la cobertura del dosel es aproximadamente de 85% y el suelo presenta una gran cantidad de hojarasca acumulada. La vegetación incluye palmas del género *Acrocomia*, palmas de moriche (*Mauritia flexuosa*) y árboles de Sangrino o Sangre de Toro (*Virola Sebifera*) con una altura de 25m aproximadamente (Figura 8).



Figura 8. Bosque del Parque Agroecológico

Merecure.

5.2. Muestreo

Se realizaron dos muestreos entre los meses de Febrero y Marzo de 2011 (Finales de época seca e inicios de época húmeda), con una duración de 7 días cada uno. Se realizó el diseño según la metodología de Cáceres-Andrade & Urbina-Cardona (21) en el que se trazaron seis transectos de 50 metros de largo por 4 metros de ancho en cada hábitat seleccionado. Así mismo se utilizó la técnica de muestreo por encuentro visual, en la cual dos personas recorren cada transecto durante el día y la noche por un período de 30 minutos, una vez por salida de campo. De esta manera el esfuerzo de muestreo fue de 12 horas por día y se muestreó un hábitat por día para un total de 168 Horas/Hombre en todo el estudio. Se registraron y colectaron todos los individuos que se observaron durante el recorrido. Posteriormente los individuos fueron identificados, medidos y liberados al día siguiente en su mismo hábitat.

La temperatura y humedad relativa fueron medidas con un termohigrómetro digital y los datos de cobertura de dosel se tomaron con un densiómetro.

5.3. Análisis de datos

La riqueza total se analizó mediante estimadores que asumen heterogeneidad ambiental en la muestra como Jack 1 y 2. La riqueza específica por cada hábitat, entendida como el número de especies en cada hábitat, se evaluó mediante los estimadores Chao 1 y 2 y tanto para la riqueza total como por hábitat se utilizó también Bootstrap, el cual es un estimador idóneo para

determinar la riqueza en ensamblajes con alto número de especies raras. Para evaluar el recambio de especies (diversidad beta) entre hábitats se utilizó el índice de complementariedad propuesto por Colwell y Coddington (32) para determinar patrones de similitud en el recambio de especie. Por otro lado la abundancia se calculó mediante el conteo del número de individuos de cada especie por tipo de hábitat y para detectar diferencias en la abundancia de anuros entre los hábitats se realizó una prueba de Kruskal Wallis que se utiliza cuando hay más de dos muestras independientes y los datos no presentan normalidad, homocedasticidad u homogeneidad de varianza. Por medio de curvas de rango-abundancia se realizaron comparaciones de la estructura y composición de especies entre los diferentes hábitats.

Para determinar la relación entre las variables ambientales (temperatura y humedad relativa) y estructurales en bosque, potrero y sural se utilizó la prueba de correlación de Spearman. Se corrió una prueba no paramétrica dado que los valores de las variables ambientales y estructurales no cumplieron con los requerimientos de normalidad, homocedasticidad de los datos y homogeneidad de varianza.

Se realizó una regresión logística múltiple por especie para identificar las variables ambientales y estructurales que determinan la presencia de las especies más comunes ($n > 5$) en el microhábitat.

6. RESULTADOS

Al concluir las 168 Horas/Hombre del muestreo, se registraron un total de 280 individuos de anuros distribuidos en cinco familias correspondientes a Bufonidae, Hylidae, Leiuperidae, Leptodactylidae y Microhylidae (Tabla 2). De las cuales las más ricas son Hylidae y Leptodactylidae, cada una con 5 especies.

	Codigo	Especie	Bosque	Sural	Potrero	Total
Bufonidae	A	<i>Rhinella granulosa</i>			1	1

	B	<i>Rhinella marina</i>		1		1
	C	<i>Dendropsophus mathiassoni</i>	3	7	41	51
	D	<i>Dendropsophus minutus</i>	1	1	10	12
Hylidae	E	<i>Hypsiboas punctatus</i>	1	1	6	8
	F	<i>Scinax rostratus</i>	1	11		12
	G	<i>Scinax ruber</i>	1			1
Leiuperidae	H	<i>Physalaemus fischeri</i>	3			3
	I	<i>Leptodactylus bolivianus</i>		29		29
	J	<i>Leptodactylus colombiensis</i>	9	49	20	78
Leptodactylidae	K	<i>Leptodactylus fragilis</i>	5	2	9	16
	L	<i>Leptodactylus fuscus</i>	5	17	18	40
	M	<i>Leptodactylus mystaceus</i>	1			1
Microhylidae	N	<i>Pseudopaludicola boliviana</i>	23		4	27
Total de individuos			53	122	110	285

Tabla 2. Abundancia de anuros en el Parque Agroecológico Merecure Villavicencio, Meta.

6.1. Riqueza total

Las curvas de acumulación de especies con los estimadores Jack 1 y 2 y Bootstrap no son asintóticas y representaron el 78,74 % (Jack 1), 68,29% (Jack 2) y Bootstrap fue el más cercano a lo observado con un 89,97% respecto a la riqueza observada (SObs). En cuanto a los sigletons (especies representadas por un individuo en la muestra), estos tienen una tendencia a incrementarse al final de muestreo debido a la adición de especies raras en el inventario. Los doubletones (especies representadas por dos individuos en la muestra) por el contrario disminuyen, lo que indica que a medida que se incrementa el esfuerzo de muestreo, las especies que comenzaron siendo poco comunes (en este caso especies con 2 individuos) tienden a incrementar su abundancia hacia el final del muestreo (Figura 9).

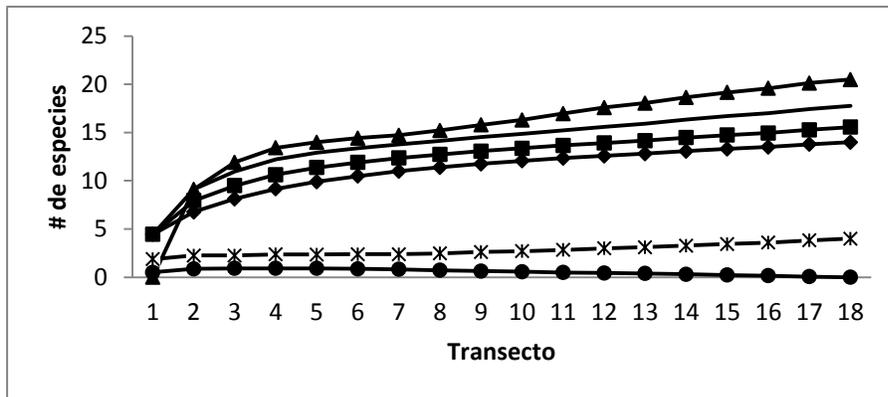


Figura 9. Curvas de acumulación de especies. ♦=Sobs; ---=Jack 1; ▲=Jack 2; ■ = Bootstrap; *=Singletons; ●= Doubletons

6.2. Diversidad alfa

La mayor riqueza se encontró en el bosque con un total de 11 especies, seguido del sural con 9 y potrero con 8 especies. Los estimadores Chao 1 y 2 y Bootstrap estiman un mayor número de especies en el caso de bosque y sural: Para bosque, Bootstrap estima 2 especies más de las reportadas mientras que Chao 1 estima 10 especies más y Chao 2 predice 12 especies adicionales. Para sural se estima una especie más al valor observado según Bootstrap y cuatro especies adicionales según los estimadores Chao 1 y 2. Por último, para potrero los tres estimadores predijeron 8 especies, valor igual al de las especies observadas (Tabla 3).

	Bosque	Sural	Potrero
Sobs	11	9	8
Chao 1	21 52,38%	13 69,23%	8 100%
Chao 2	23	13	8

	47,82%	69,23%	100%
Bootstrap	13	10	8
	84,61%	90%	100%

Tabla 3. Riqueza esperada y observada en bosque, sural y potrero en el Parque Agroecológico Merecure Villavicencio, Meta.

6.3. Diversidad Beta

Los tres hábitats presentaron una complementariedad similar y baja. La complementariedad promedio es de 0.44 para el paisaje evaluado. La mayor complementariedad (entendida como la mayor diferencia en la composición) se presentó entre bosque y sural. Los hábitats con mayor número de especies compartidas fueron bosque y potrero con un índice de complementariedad de 0.42 y 7 especies compartidas. En cuanto al número de especies únicas, para bosque se registraron tres especies, para sural dos y para potrero una sola especie (Tabla 4).

Hábitat	Bosque	Sural	Potrero
Bosque	3	7	7
Sural	0,46	2	6
Potrero	0,42	0,45	1

Tabla 4. Valores de complementariedad y número de especies compartidas y únicas en cada hábitat en el Parque Agroecológico Merecure

6.4. Composición y estructura

Las curvas de rango abundancia en bosque, sural y potrero muestran que los patrones de abundancia de los diferentes hábitats son ligeramente diferentes, debido a que las curvas tienen diferentes pendientes. Para todos los hábitats cambia la composición y la posición jerárquica. La

especie más abundante para bosque es *Pseudopaludicola boliviana* (N), para sural es *Leptodactylus colombiensis* (J), mientras que la especie más abundante en potrero es *Dendropsophus mathiassoni* (C). En cuanto a las especies raras, el bosque es el hábitat que presenta mayor número con un total de cuatro, seguido por el sural con tres y el potrero con una (figura 10).

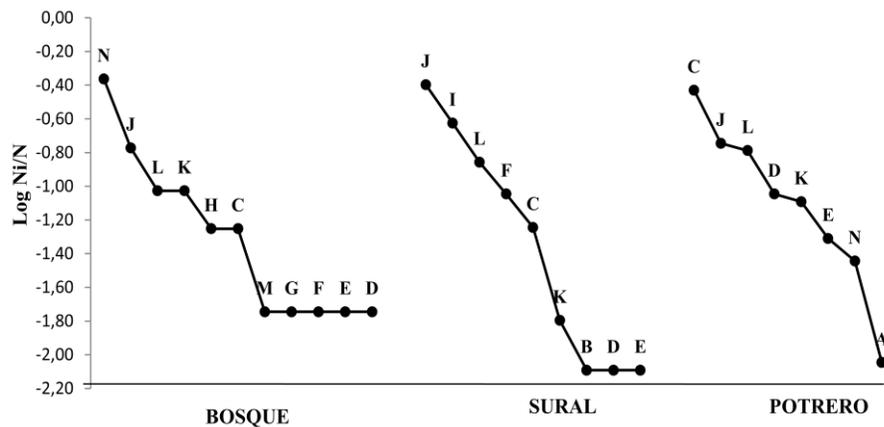


Figura 10. Curvas de rango abundancia en bosque, sural y potrero. Los códigos de las especies están en la tabla 2.

6.5. Abundancia

No se presentaron diferencias significativas en cuanto a la abundancia de las especies de anuros entre los tres hábitats evaluados ($H= 0,0122$; $p= 0,9939$).

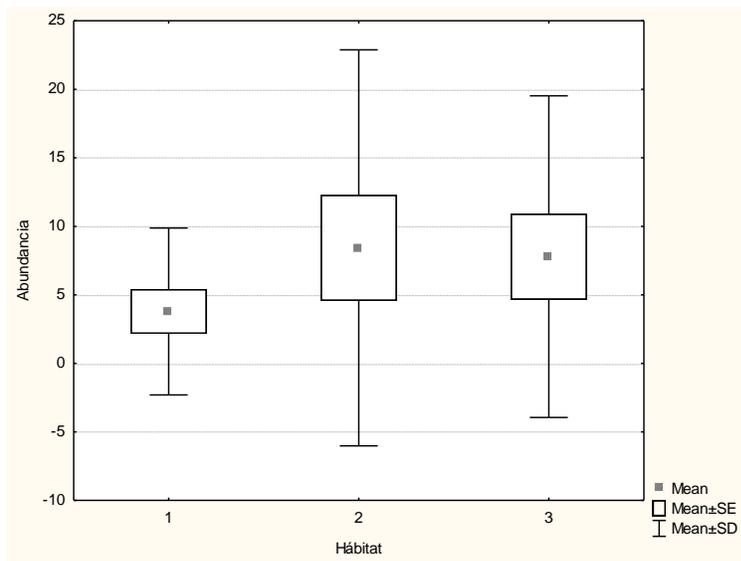


Figura 11. Abundancias de bosque (1), sural (2) y potrero (3). En el Parque Agroecológico Merecure Villavicencio, Meta.

6.6. Relación entre variables

La temperatura, humedad relativa y cobertura del dosel están relacionadas lineal y significativamente entre sí. La humedad relativa y la temperatura son inversamente proporcionales, lo que indica que si la temperatura aumenta, la humedad relativa disminuye. Lo mismo sucede en el caso de cobertura del dosel y humedad relativa. Para la cobertura del dosel y la temperatura pasa lo contrario, las variables son directamente proporcionales es decir que a mayor cobertura de dosel mayor es la temperatura. Aunque se esperaba que estas variables fueran inversamente proporcionales, debido a que a mayor cobertura de dosel, la radiación no llega directamente a la parte baja del bosque, por lo tanto la temperatura sería más baja en zonas cubiertas que en zonas expuestas (tabla 5).

	T	HR	C.D
T	1.000000		
HR	*-0.333217	1.000000	
C.D	*0.167200	*-0.372134	1.000000

Tabla 5. Valores de correlación entre las tres variables ambientales T= temperatura; HR= % Humedad Relativa; C.D= Cobertura de Dosel. *p< 0.05.

6.7. Relación del ensamblaje de anuros con las variables ambientales y estructurales

De las 14 especies evaluadas, 7 presentaron la abundancia mínima requerida (n>5) para correr los modelos de regresión logística múltiple. La regresión se realizó con las tres variables (temperatura, humedad relativa y cobertura de dosel). Las especies que no presentan modelo de regresión no fueron evaluadas y no se pudo conocer su relación con las variables ambientales y estructurales. Las siete especies con modelos de regresión están relacionadas con la temperatura. *Dendropsophus mathiassoni*, *Dendropsophus minutus*, *Hypsiboas punctatus* y *Pseudopaludicola boliviana* están relacionadas positivamente con la temperatura, mientras que *Leptodactylus bolivianus*, *Leptodactylus colombiensis* y *Scinax rostratus* están relacionadas negativamente por la temperatura. Las especies como *D. mathiassoni* y *H. punctatus* se encuentran a su vez relacionadas con la humedad relativa, las dos de manera positiva. Mientras que *S. rostratus* está relacionada positivamente con la cobertura del dosel (tabla 6).

Especie	Modelo de regresión	p	R multiple	F test
<i>Dendropsophus mathiassoni</i>	Y= -3.11 + 0.273 * b+ 0.200 * a	0.000069	0.25858272	9.924401
<i>Dendropsophus minutus</i>	Y= -0.39 + 0.123 * a Y= -0.839+ 0.146 *a + 0.145 * b	0.039379	0.12320241	4.284753
<i>Hypsiboas punctatus</i>	Y= 1.77 - 0.24 * a	0.035926	0.15404724	3.366572
<i>Leptodactylus bolivianus</i>	Y= 2.39 - 0.15 * a	0.000949	0.22139247	7.138412
<i>Leptodactylus colombiensis</i>	Y= -4.20 + 0.595 * a	0.059589	0.14197569	2.849189
<i>Pseudopaludicola boliviana</i>	Y= -4.20 + 0.595 * a	0.000000	0.59833461	23.14218
<i>Scinax rostratus</i>	Y= 2.38 - 0.40 * a + 0.281* c	0.000021	0.47835956	12.31419

Tabla 6. Modelos de regresión para las especies de anfibios del Parque Agroecológico Merecure Villavicencio, Meta. **a**= temperatura; **b**= Humedad relativa; **c**= Cobertura del dosel.

7. DISCUSIÓN

7.1. Estructura y composición

Para el presente estudio se determinó que tanto los Hylidos como los Leptodactylidos son las familias predominantes para la región, cada uno con 5 especies. Así mismo estos fueron los grupos predominantes para cada uno de los hábitats estudiados (bosque, sural y potrero). Esta información concuerda con lo reportado por Lynch (17) y Cáceres y Urbina (21) y quienes reportan a los Hylidos y los leptodactylidos como unas de las familias más predominantes para la región de Villavicencio. La cantidad de especies de estas dos familias se debe a que Hylidae y Leptodactylidae son consideradas como unas de las familias mayor riqueza de especies en el neotropico (25), ambas con modos reproductivos asociadas a cuerpos de agua en fases tempranas del desarrollo larval.

Se registraron 14 especies de las 50 especies de anuros reportadas para la zona (16), lo que corresponde a un 28% de la riqueza total de la zona. La diferencia entre el número de especies encontradas y el número registrado para la región por Acosta et al. (16) se debe a que el presente estudio se realizó con un esfuerzo de captura intermedio cuyos muestreos no representaron la totalidad de la variabilidad climática anual en la zona. Así mismo se debe tener en cuenta que el presente estudio no busca realizar el inventario total de los anuros de la zona, sino realizar comparaciones validas y estandarizadas entre hábitats con un enfoque ecológico por lo tanto varias zonas del Parque Agroecológico Merecure no fueron muestreadas ni analizadas. Cáceres & Urbina (21) obtuvieron resultados similares al comparar cultivos, bosque y potrero para la época seca pues registraron un total de 12 especies y para la época de lluvias encontraron cuatro especies más (16 especies).

Jack 1 y 2 estimaron el 78,74 % y 68,29% (respectivamente) de representatividad en la diversidad total, mientras que Bootstrap un total de 89.97%, Lo que indica que según los estimadores Jack 1 y 2 se esperarían, para la región de estudio, entre cuatro y seis especies

adicionales, mientras que Bootstrap estima una especie adicional. La diferencia entre la riqueza total observada y los estimadores de riqueza refleja que es posible que al incrementar el esfuerzo de captura, incluir hábitats adicionales y realizar muestreos en diferentes épocas climáticas del año se encuentren especies adicionales tales como *Phyllomedusa hypocondrialis* e *Hypsiboas crepitans* las cuales no se registraron en los transectos de este estudio, pero si se observaron dentro del parque habitando principalmente zonas abiertas como cultivos y pastizales aunque algunos autores reportan que se pueden encontrar también en bosques (17; 21).

La riqueza en cada uno de los hábitats resultó ser diferente, lo cual era esperado debido a la variación en la estructura vegetal y las variables microclimáticas asociadas. El bosque, es el hábitat que presenta una mayor complejidad estructural al igual que una diversidad de nichos ecológicos para las especies debido a la presencia de diferentes estratos y variedad de microhábitats (15; 33), lo que permite albergar y soportar un gran número de especies, es por esto que fue allí donde se encontró una mayor riqueza (11 especies) y dónde los estimadores Chao 1 y 2 predijeron una riqueza de 21 y 23 especies respectivamente siendo la mayor riqueza estimada entre los tres hábitats. Sin embargo, es necesario considerar que a medida que reduce el tamaño de los fragmentos de bosque remanente, disminuye la calidad del hábitat y la cantidad de microhábitats disponibles para las actividades indispensables de los anuros (24), esto puede explicar la poca cantidad de especies e individuos por especie encontrados para este lugar de muestreo. Por otro lado los surales son hábitats cubiertos principalmente por vegetación herbácea y que presentan una gran cantidad de caños (15), su complejidad estructural, en cuanto a estratos de vegetación, es más baja que la del bosque y por esto se encontró un menor número de especies (9 especies). Por último para el potrero se encontraron 8 especies, el número más bajo para el estudio debido a la homogeneidad estructural y las condiciones climáticas extremas que se presentan en este hábitat para los anuros (24). Esto se debe a que es un hábitat con alta frecuencia e intensidad de disturbio, debido a los procesos de “potrerización” para ganadería (12). Por lo tanto con un esfuerzo relativamente bajo de captura se encuentra la totalidad de las especies como lo reflejan Chao 1 y 2 y Bootstrap que estimaron el 100% de la riqueza. Al comparar estos resultados con los estimadores en los otros dos hábitats evaluados, se puede concluir que se necesita un mayor esfuerzo de muestreo en Bosque y sural.

El estudio reportó las especies generalistas que corresponden justamente a las familias más diversas Hylidae y Leptodactylidae. De la primera están *Dendropsophus mathiassoni*, *D. minutus* e *Hypsiboas punctatus*. Para los leptodactylidos se encontraron *Leptodactylus colombiensis*, *L. fragilis* y *L. fuscus*. Cáceres y Urbina (21) reportaron también a *D. mathiassoni* para cultivo, potrero y bosque. Esto se debe a que es una especie que habita en lugares abiertos como los surales y también es muy común en ambientes transformados (17). Esto explica la baja abundancia encontrada en el bosque (3 individuos) y el gran número de individuos de esa especie registrados en potrero (41 individuos).

Por otro lado *D. minutus* es una especie que se encuentra cercana a cuerpos de agua lénticos debido a que presenta un modo reproductivo que requiere de charcas (26). Lynch (17) afirma que es una especie común en los pastizales que presenten cuerpos de agua cercanos y en el ecotono entre pastizales y bosques. Por lo tanto no es raro haber encontrado la mayor abundancia de esta especie en el potrero que presenta un cuerpo de agua léntico a 15m de la zona de muestreo (10 individuos) mientras que para los otros dos hábitats se encontró un individuo en cada uno. En cuanto a *H. punctatus*, se encontró un mayor número de individuos en potrero debido a que es una especie común en áreas intervenidas por el ser humano (17) además Cáceres y Urbina (21) la reportan también como una especie generalista.

Los leptodactylidos generalistas encontrados en este estudio como *L. colombiensis*, *L. fuscus* y fueron más comunes en los hábitats de sural y potrero. Son especies muy comunes en las zonas bajas y abiertas (17). Por otro lado *L. fragilis*, fue reportada en este estudio para los tres hábitats, con sus mayores abundancias en potrero y bosque; Lynch (17) no reporta la especie para la región y Cáceres y Urbina (21) reportan la especie en bosque solamente. De esta manera se encontró que esta especie de leptodactylido es una especie generalista, que presenta un modo reproductivo con nidos de espuma que permite la presencia de esta especie en lugares abiertos, pues los huevos son protegidos por el nido evitando la desecación (26).

Se puede observar un patrón de abundancia muy particular, pues el número de individuos de las especies generalistas es mayor hacia el potrero, lo que indica que las especies generalistas

prefieren las zonas abiertas con perturbación antropogénica y pueden tolerar los gradientes entre los hábitats.

La composición y la jerarquía de las especies es diferente entre los hábitats. De esta manera la especie dominante en bosque es *Pseudopaludicola boliviana*, que prefiere ambientes húmedos como bosques con cuerpos de agua permanentes o temporales aunque se puede adaptar fácilmente a ambientes transformados (27). Para sural la especie dominante es *Leptodactylus colombiensis* que es una especie generalista. Para potrero la especie dominante es *Dendropsophus mathiassoni* que como se dijo anteriormente es muy común en ambientes con una fuerte perturbación antropogénica. En conjunto, los tres hábitats, presentaron un patrón similar de especies dominantes pues *Leptodactylus fuscus* y *Leptodactylus colombiensis* se encuentran entre las 3 especies más abundantes en cada hábitat.

En los tres hábitats se encontraron especies únicas para cada uno. En bosque las tres especies únicas fueron *Leptodactylus mystaceus*, *Physalaemus fischeri* y *Scinax ruber*. La primera es una especie rara en la región (17), por su modo reproductivo es posible que se pueda encontrar en zonas expuestas debido a que el nido de espuma protege los huevos de la desecación. *Physalaemus fischeri* es una especie que es común en las áreas abiertas cerca a charcas. Lynch (17) afirma que la especie se restringe a zonas abiertas y se pueden adaptar fácilmente a zonas intervenidas, por lo tanto no es una especie única para este hábitat. Posiblemente la especie no fue reportada para ningún otro hábitat en este estudio debido a que su modo reproductivo, que consiste en nidos de espuma, requiere de la temporada de lluvias para que los renacuajos sean liberados. Finalmente *Scinax ruber* es una especie que se encuentra especialmente cerca a asentamientos, por lo tanto es tolerante a ambientes perturbados. Cáceres y Urbina (21) reportan esta especie en zonas abiertas como cultivos y potreros. En conclusión las especies reportadas como únicas para el bosque, que además presentaron una baja abundancia, son generalistas y es posible que el no haberlas encontrado en otros hábitats y en abundancias altas, tiene que ver con los periodos de reproducción que están relacionados a los periodos de lluvias (35).

En el sural se reportaron dos especies únicas *Rhinella marina* y *Leptodactylus bolivianus*, la primera es un bufónido generalista que se encuentra principalmente en asentamientos humanos y

rara vez en los bosques (17), lo cual explica que sea el único ejemplar que se encontró en el estudio aunque se observaron varios individuos en a las posadas turísticas. Por otro lado *Leptodactylus bolivanus* es una especie de zonas abiertas, bosques y pantanos, que está asociada principalmente a cuerpos de agua permanentes (27), por lo tanto puede presentarse también en potrero y bosque pero probablemente en época de lluvias. Se encontró solo en el sural porque es el hábitat que presenta la mayor extensión de cuerpos de agua permanentes en el parque.

En pastizal se registró una especie única para este hábitat que corresponde a *Rhinella granulosa*, es una especie que se encuentra en zonas abiertas e intervenidas. Cáceres y Urbina (21) reportaron a esta especie solamente en el potrero por lo tanto es posible que sea una especie que se presente únicamente en este hábitat.

La complementariedad promedio en este estudio fue de 44%, es decir que la diferencia en la composición de especies de anuros entre hábitats es baja. Al comparar la complementariedad de especies entre los hábitats naturales y antropogénicos estudiados en la Orinoquia con otros paisajes de selva y bosque nublado de montaña, se puede observar que el recambio de especies en Orinoquia es más bajo: Urbina-Cardona y Reynoso (38) en selva húmeda tropical, obtuvieron una complementariedad promedio de 54% a lo largo del gradiente pastizal-borde-interior de selva; por su parte Pineda & Haffter (37) obtuvieron una complementariedad promedio del 77.5% al comparar fragmentos de bosque nublado con cultivos de café y potreros. Las diferencias en la complementariedad entre hábitats para las especies de anuros puede estar dada por el tipo y figura de manejo del paisaje (e.g. reserva de la biosfera, 38; paisaje transformado sin figura de protección, 37; y parque agroforestal, en el presente estudio). Así mismo las diferencias en la complementariedad entre ecosistemas podría ser dado por la heterogeneidad estructural y ambiental generada por los gradientes altitudinales. Esto indica que la baja complementariedad encontrada en el presente trabajo se debe posiblemente a que la región no presenta un gradiente altitudinal abrupto, y por que históricamente ha experimentado perturbación antropogénica y cambios en el uso del suelo, lo que lleva a una homogeneidad de las especies encontradas en el ensamblaje.

7.2. Relación de los anuros con los gradientes ambientales y estructurales

Los modelos de regresión logística múltiple muestran que las variables que más influyen sobre la presencia de los anfibios en los microhábitats evaluados son la temperatura y la humedad relativa. Siendo la temperatura la que está más relacionada con la presencia de una especie en determinado lugar. En todos los modelos de regresión la temperatura está presente, es decir que es una variable clave en la repartición del recurso espacial en las especies del ensamblaje y que tiene una mayor influencia en los anuros de la altillanura que la cobertura de dosel. Esto contrasta con el estudio de Cáceres y Urbina (21) en el cual concluyen que la humedad relativa es la variable que más influencia la distribución de los anuros en los microhábitats del mosaico de hábitats en el piedemonte llanero, seguida por la distancia a cuerpos de agua y la cobertura de dosel.

Aunque la tendencia general del estudio indica que la temperatura y la cobertura del dosel se encuentran correlacionadas positivamente, el modelo de regresión particular para *Scinax rostratus* muestra que esta especie está influenciada negativamente por la temperatura y positivamente por la cobertura del dosel, quiere decir que como es una especie arborícola requiere de cobertura de dosel pero no requiere temperaturas altas, por eso se encuentra en una abundancia mayor en el sural, que proporciona cobertura de dosel y reduce la temperatura en el microhabitat. Sin embargo, al parecer la especie tiene una preferencia por temperaturas intermedias dado que de preferir temperaturas bajas, esta especie sería más abundante en el bosque.

Los cambios en el uso del suelo generan pérdida de hábitat y esta a su vez cambia los gradientes ambientales y estructurales de cada hábitat, resultando en una menor disponibilidad de nichos para las especies (34); el aumento de las fronteras agropecuarias y urbanas conduce a una reducción de los espacios naturales forzando la migración de anfibios hacia hábitats no aptos para su desarrollo o a lugares subóptimos del nicho (39). Así mismo, la desconexión entre hábitats producida por el ser humano (hábitat-split) afecta principalmente las especies de anuros con modos reproductivos ligados a cuerpos de agua que incluyen todas las especies encontradas en el presente estudio (40).

Para garantizar la disposición de los recursos y la calidad del hábitat para las especies, las áreas naturales protegidas son una figura de protección que de ser bien manejadas y controladas

aseguran la persistencia de las especies, las interacciones inter e intra específicas y las funciones, mecanismos y procesos claves para la provisión de bienes y servicios ecosistémicos (12, 41). Sin embargo, las reservas de la sociedad civil son un esfuerzo privado y complementario indispensable para disminuir los efectos adversos de la matriz antropogénica y que permita la representatividad de especies (micro) endémicas en el sistema de áreas protegidas (39; 41). Es por esto que iniciativas privadas tales como el Parque Agroecológico Merecure (aunque no es una reserva de la sociedad civil) juega un papel muy importante en la conservación de los anfibios, pues si bien no se constituye en una figura de protección estricta, puede ayudar al incremento de la conectividad en el paisaje manteniendo hábitats claves para la reproducción, ovoposición, refugio y forrajeo de las especies.

8. CONCLUSIONES

Para la altillanura del departamento del Meta se encontraron diferencias en cuanto a la riqueza de especies, encontrando el mayor número de especies en bosque (11 especies) y el menor en potrero (8). A su vez se encontraron diferencias en la dominancia, aunque no cambia tanto la composición en cada hábitat. La especie dominante para bosque es *P. boliviana*; para sural es *L. colombiensis*; para potrero es *D. mathiassoni*. Así mismo, los disturbios antropogénicos generan cambios en la estructura y composición de los anfibios lo cual se ve representado en la complementariedad baja, el bajo grado de recambio de especies y la presencia de especies generalistas en su mayoría, esto explica la homogeneidad en cuanto al ensamblaje de anuros en los tres hábitats.

El bosque como es un hábitat con una gran complejidad estructural es el que mayor número de especies puede albergar debido a que es un refugio que brinda estabilidad, protección y disponibilidad de recurso permanente para los anuros.

Las variables ambientales y estructurales representadas en la temperatura, humedad relativa y cobertura del dosel están débilmente relacionadas entre sí; la temperatura y la humedad relativa se relacionan de manera negativa, por lo tanto al aumentar la temperatura disminuye la humedad relativa pero de manera no lineal. También se encontró que la temperatura es directamente proporcional a la cobertura del dosel, lo que no se esperaba debido a que las zonas expuestas, comparadas con las zonas cubiertas, presentan mayores temperaturas.

Las especies de anuros del Parque Agroecológico Merecure dependen de la temperatura para completar su ciclo de vida, debido a que es la variable que influencia en mayor medida la presencia de especies en el microhábitat. Las especies como *Dendropsophus mathiassoni* e *Hypsiboas punctatus* son especies que además dependen significativamente de la humedad relativa. Por último *Scinax rostratus* que depende de temperaturas bajas y de la cobertura del dosel, por lo tanto el hábitat apropiado para esta especie es el sural.

9. RECOMENDACIONES

Para posteriores trabajos se recomienda hacer muestreos en diferentes épocas del año que permitan acercarse más a la abundancia y riqueza de especies de la zona y de esta manera, evidenciar las verdaderas especies exclusivas. Así mismo se recomienda ampliar el muestreo a otros hábitats del parque para realizar comparaciones con estos.

Utilizar las variables estructurales como tipo de sustrato, distancia a cuerpos de agua, profundidad de la hojarasca para conocer la dependencia de las especies a estas variables.

10. BIBLIOGRAFIA

1. Acosta, A. Lista de los Anfibios de Colombia. [en línea]. Unidad de Ecología y Sistemática UNESIS, Museo Javeriano de Historia Natural Lorenzo Uribe S.J. Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Javeriana. 2008. Bogotá, Colombia.
2. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Cuarto Informe Nacional ante el Convenio sobre la Diversidad Biológica – República de Colombia. Bogotá, Colombia. 2010: 239 pp.
3. Rueda, J. Lynch, J. Amézquita, A. Libro rojo de anfibios de Colombia. Serie libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Conservación Internacional Colombia, Instituto de Ciencias Naturales- Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia. 2004: 384 pp.
4. Sodhi, N. Bickford, D. Diesmos, A. Ming Lee, T. Pin Koh, L. Brook, B. Sekercioglu, C. Bradshaw, C. Measuring the Meltdown: Drivers of Global Amphibian Extinction and Decline. Plos one. 2008; 3 (2).
5. Urbina, N. Conservation of Neotropical Herpetofauna: Research Trends and Challenges. Tropical Conservation. Science. 2008; 1(4): 359-375.

6. Stuart, S. Status and trends of amphibian declines and extinctions worldwide. *Science*. 2004; 306, 1783p
7. Young, B. Stuart, S. Chanson, J. Cox y, N. Boucher, T. Joyas que Estan Desapareciendo: El Estado de los Anfibios en el Nuevo Mundo. NatureServe, Arlington, Virginia. 2004.
8. Becker, C. & Dias, R. Extinction risk assessments at the population and species level: implications for amphibian conservation. *Biodiversity Conservation*. 2008; 17:2297–2304.
9. Gardner, T. Declining amphibian populations: a global phenomenon in conservation biology. *Animal Biodiversity and Conservation*, 2001; 24 (2): 25–44.
10. Semlitsch, R. Amphibian conservation. Smithsonian Institution. USA. 2003. Pp.324.
11. Vitt, L. Caldwell, J. Herpetology. Academic Press imprint of Elsevier. Oxford. 2009. Pp.697.
12. Correa, H. Ruiz, S. Arévalo, L. (eds). Plan de acción en la biodiversidad de la cuenca del Orinoco - Colombia/2005-2015-Propuesta técnica. Bogotá D.C.: Corporinoquia, Cormacarena, IAvH, Unitrópico, Fundación Omacha, Fundación Horizonte Verde, Universidad Javeriana, Unillanos, WWF-Colombia, GTZ-Colombia. Bogotá. 2006
13. Becker, G. Fonseca, C. Haddad, C. Prado, P. Habitat Split as a Cause of Local Population Declines of Amphibians with Aquatic Larvae. *Conservation Biology*. 2009; 24(1): 287–294
14. Rosales, J. Suárez, C. Lasso, C. Descripción del medio natural de la cuenca del Orinoco. Capítulo 3. Pp 50-72. *En*: Lasso, C. A., J. S. Usma, F. Trujillo y A. Rial (editores.). Biodiversidad de la cuenca del Orinoco: bases científicas para la identificación de áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle e Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia). Bogotá, Colombia. 2010.
15. Rippstein, G. Escobar, G. Motta, F. Agroecología y biodiversidad de las sabanas en los Llanos Orientales de Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. 2001.

16. Acosta, A. Señaris, C. Rojas, F. Riaño, D. Anfibios y Reptiles. Capítulo 8. Pp. 259-287. En: Lasso, C. A., J. S. Usma, F. Trujillo y A. Rial (editores.). Biodiversidad de la cuenca del Orinoco: bases científicas para la identificación de áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle e Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia). Bogotá, Colombia. 2010.
17. Lynch, J. The amphibian fauna in the Villavicencio región of Eastern Colombia. *Caldasia*. 2006; 28 (1).
18. Hall, L. Krausman, P. Morrison, M. The Habitat Concept and a Plea for Standard Terminology. *Wildlife Society Bulletin*. 1997; 25 (1): 173-182.
19. Crump, M. Reproductive strategies in a tropical anuran community. University of Kansas. Museum of Natural History, Miscellaneous Publication 1974; (61): 1–68.
20. Fauth, J. Bernardo, J. Camara, M. Resetarits, W. Van Buskirk, J. McCollum S. Simplifying the Jargon of Community Ecology: A Conceptual Approach. *The American Naturalist*. 1996; 147(2): 282-286.
21. Cáceres, S. & Urbina, N. Ensamblajes de anuros de sistemas productivos y bosques en el piedemonte llanero, departamento del Meta, Colombia. *Caldasia* 2009; 31(1):175-194
22. Gascon, C. Lovejoy, T. Bierregaard, R. Malcolm, J. Stouffer, P. Vasconcelos, H. Laurance, W. Zimmerman, B. Tocher, M. Borges, S. Matrix habitat and species richness in tropical forest remnants. *Biological Conservation*. 1999; 91: 223-229
23. Brand, A. & Snodgrass, J. Value of Artificial Habitats for Amphibian Reproduction in Altered Landscapes. *Conservation Biology*. 2009; 24(1): 295–301
24. Urbina, N. Olivares, M. Reynoso, V. Herpetofauna diversity and microenvironment correlates across a pasture–edge–interior ecotone in tropical rainforest fragments in the Los Tuxtlas Biosphere Reserve of Veracruz, Mexico. *Biological conservation*. 2006; 132: 61-75.
25. Duellman, W. and Trueb, L. *Biology of Amphibians*. 1 edición. Editorial McGraw Hill. United States of America. 1986. Pp. 642
<http://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=CzxVvKmrIgc&oi=fnd&pg=PP13&d>

[q=amphibians&ots=AWLal5mvfU&sig=AOdPBpCNi6LT5vhuz--vGAa8Z2c#v=onepage&q=&f=false](http://amphibians&ots=AWLal5mvfU&sig=AOdPBpCNi6LT5vhuz--vGAa8Z2c#v=onepage&q=&f=false)

26. Haddad, C. Prado, C. Reproductive Modes in Frogs and Their Unexpected Diversity in the Atlantic Forest of Brazil. *BioScience*. 2005;. 55 (3): 207-217.
27. AmphibiaWeb: Information on amphibian biology and conservation [web application]. AmphibiaWeb. Berkeley, California. 2011.: Available: <http://amphibiaweb.org/>. (Visitado: Mayo 3 de 2011).
28. Etter, A. McAlpine, C. Pullard, D. Possingham, H. Modeling the conversion of Colombian lowland ecosystems since 1940: Drivers, patterns and rates. *Journal of Environmental Management*. 2006; 79: 74–87.
29. Etter, A. McAlpine, C. Possingham, H. Historical Patterns and Drivers of Landscape Change in Colombia Since 1500: A Regionalized Spatial Approach. *Annals of the American Association of Geographers*. 2008; 98: 2-23.
30. Instituto de Hidrología, meteorología y Estudios Ambientales. Cartas climatológicas medias mensuales. Aeropuerto Vanguardia, Villavicencio. Precipitación. [en línea] <http://bart.ideam.gov.co/cliciu/villao/precipitacion.htm> . citado el 19 Marzo de 2011.
31. Instituto de Hidrología, meteorología y Estudios Ambientales. Cartas climatológicas medias mensuales. Aeropuerto Vanguardia, Villavicencio. Temperatura y otros valores. [en línea] <http://bart.ideam.gov.co/cliciu/villao/temperatura.htm> . citado el 19 Marzo de 2011.
32. Longino, J. Coddington, J. Colwell, R. The ant fauna of a tropical rainforest: estimating species richness three different ways. *Ecology*. 2002; 83: 689-702
33. Urbina, N. & Perez, J. Dinámica y preferencias de microhábitat en dos especies del género *Eleutherodactylus* (Anura: Leptodactylidae) de Bosque Andino. In: *Memorias del Congreso Mundial de Paramos*. Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia. 2002, p. 278-288.
34. Isaacs, J. Urbina, N. Anthropogenic Disturbance and Edge Effects on Anuran Assemblages Inhabiting Cloud Forest Fragments in Colombia. *Natureza & Conservação*. 2011; 9 (1):1-8

35. Cantillo, F. Diversidad del ensamblaje de renacuajos de un bosque de galería y su relación con las variables ambientales y estructurales en la reserva El Caduceo, San Martín, Meta. Trabajo de grado. Facultad de Ciencias. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, 2009, 96 p.
36. Urbina, N. and Reynoso, V. Uso del microhábitat por hembras grávidas de la rana de hojarasca *Craugastor loki* en la selva alta perennifolia de Los Tuxtlas, Veracruz, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 2009; 80: 571- 573.
37. Pineda, E. Halffter, G. Species diversity and habitat fragmentation: frogs in a tropical montane landscape in Mexico. *Biological Conservation*. 2004; 117 : 499–508
38. Urbina, N. Reynoso, V. Recambio de anfibios y reptiles en el gradiente potrero- borde-interior en los Tuxtlas, Veracruz, México. En: Halffter, G. Soberón, J. Koleff, P. Melic, A. *Sobre Diversidad Biológica: El significado de las Diversidades Alfa, Beta y Gamma*. Zaragoza, España. 2005. 191-207
39. Ochoa, L. Urbina, N. Vázquez, L. Flores, O. Bezaury, J. The effects of governmental protected areas and social initiatives for land protection on the conservation of mexican amphibians. *PLoS ONE*. 2009; 4(9).
40. Becker, C., Fonseca, C., Baptista, C., Baptista, R. & Prado, P. Habitat Split and the Global Decline of Amphibians. *Science*. 2007; 318: 1775-1777.
41. The World Bank. *Valuing protected areas*. World Bank. Washington D.C., U.S.A. 2010. 63 pp.