

ANUROFAUNA EN DOS SECTORES CON DIFERENTE ESTADO DE CONSERVACIÓN, EN EL PARQUE NACIONAL NATURAL MUNCHIQUE, CAUCA

Anurofauna en dos sectores del PNN Munchique

Anny K. Meneses-Mosquera¹, Yamileth Gomez-Navia²,
Giselle Zambrano-G³.

¹*Departamento de Zoología, Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México.
anny.meneses2012@gmail.com.*

²*Secretaria de Educación del Cauca. Popayán, Colombia.*

³*Departamento de Biología, Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y de la Educación. Universidad del Cauca.*

Resumen

Se evaluó la diversidad de anuros y su relación con las variables ambientales: temperatura y humedad relativa, y la cobertura de dosel en los sectores El Cóndor y El Rosal del Parque Nacional Natural Munchique y su zona de amortiguación durante los meses de mayo, julio y octubre de 2009. Los muestreos se realizaron en zonas de bosque, y zonas con dos tipos de manejo: restauración ecológica participativa y uso sostenible. Se registraron diez especies pertenecientes a dos familias. Hylidae, representada por el género *Dendropsophus*, y Craugastoridae representada por los géneros *Hypodactylus* y *Pristimantis*, siendo el último el género más diverso con ocho especies. Las especies con mayor número de capturas fueron *Pristimantis palmeri*, *P. erythropleura*, *P. molybrignus* y *P. sp. 1*, registrándose en los tres tipos de zonas. Las especies con menor número de capturas fueron *Hypodactylus mantipus*, *Pristimantis crucifer*, *P. juanchoi*, *P. eremitus*, *P. verecundus* y



Historia del artículo

Fecha de recepción :

21 /02 /2018

Fecha de aceptación:

20 /11 /2018

Dendropsophus columbianus. En general, las zonas de bosque presentaron valores altos de diversidad, las cuales ofrecían mayores recursos para la anurofauna. Los valores más bajos fueron para las zonas de uso sostenible y restauración de El Rosal. Las variables ambientales medidas no tuvieron relación con la diversidad de anuros en ninguna de las zonas.

Palabras claves: Anuros, diversidad, variables ambientales.

Abstract

We evaluated the diversity of anurans and their relationship with the environmental variables: temperature, relative humidity and canopy cover in the sectors El Condor and El Rosal Munchique Natural National Park (PNN) and its buffer zone during the months of May, July and October 2009. Samples were taken in areas of forest, ecological restoration participatory and sustainable use. Ten species were recorded belonging to two families. Hylidae represented by the Genus *Dendropsophus* and Craugastoridae represented by genus *Pristimantis* and *Hypodactylus*, the latter being the most diverse genus with eight species. The most catches species were *Pristimantis palmeri*, *P. erythropleura*, *P. molybrignus* and *P. sp. 1*, recorded in the three types of zones, the less catches species were *Hypodactylus mantipus*, *Pristimantis crucifer*, *P. juanchoi*, *P. eremitus*, *P. verecundus* and *Dendropsophus columbianus*. In general, forest areas had high values of diversity, which offered more resources for anurans. The values were

lowest for the areas of sustainable use and restoration of El Rosal. The environmental variables are not related to the diversity of anurans in any of the zones.

Keywords: Anurans, diversity, environmental variables.

Introducción

En el mundo, diversas zonas geográficas con alta biodiversidad y endemismos están siendo amenazadas (Bildstein *et al.*, 1998, Londoño-Murcia y Sánchez-Cordero, 2011) por la contaminación, deforestación, fragmentación, introducción de especies invasoras, cambio de uso de suelo, cacería y comercio ilegal de especies, entre otras (Groves, 2003; Carrete *et al.*, 2009). En Colombia como en otros países, se observa un daño creciente a los ecosistemas naturales, ocasionando la preocupación de diferentes entidades (Meyers *et al.*, 2002) que buscan desarrollar proyectos en conjunto con la sociedad para mantener o recuperar las condiciones naturales viables para la conservación de la biodiversidad (MAVDT-UAESPNN, 2005). Bajo este panorama, en el Parque Nacional Natural (PNN) Munchique se han desarrollado proyectos, aplicando procesos de manejo como restauración ecológica participativa y uso sostenible. Estos proyectos han tenido como objetivo recuperar y mitigar perturbaciones como la extracción selectiva de madera y el impacto de cultivos ilícitos en zonas protegidas (MAVDT-UAESPNN, 2005). La identificación de las especies presentes y su constante monitoreo, pueden aportar

a la evaluación de la efectividad de estos procesos para conservar la diversidad biológica (Sarkar *et al.*, 2006).

Los anuros son un grupo destacado por ser particularmente sensibles a los cambios de las condiciones de microhábitat y microclima (Duellman y Thomas, 1996), estos cambios pueden ser el resultado de perturbaciones antrópicas o naturales (Deng *et al.*, 2013). La información biológica publicada y disponible en el PNN Munchique es limitada en los diversos grupos taxonómicos. En el caso de los anuros presentes en el parque, hay pocos estudios realizados y publicados (García *et al.*, 2005). En este sentido, la presente investigación tuvo como objetivo identificar la diversidad de la anurofauna presente en dos sectores del parque, El Cóndor y El Rosal, en zonas con diferente manejo. Este estudio aporta a la conformación de una línea base para el monitoreo, gestión y protección de anuros.

Materiales y métodos

Área de estudio.

El PNN Munchique está localizado en el departamento del Cauca, en el municipio El Tambo ($2^{\circ} 28'$ y $2^{\circ} 55'$ N; $76^{\circ} 51'$ y $77^{\circ} 10'$ W). Se ubica sobre la vertiente occidental de la cordillera Occidental y posee una superficie aproximada de 47.000 ha. El gradiente altitudinal esta entre 500 y 3.000 msnm. La temperatura varía desde los 10 a 12°C, en el dorso montañoso de la cordillera Occidental, hasta 27°C en las partes bajas

del río San Joaquín, Mechengue y Agua Clara (MAVDT-UAESPNN, 2005). La precipitación oscila entre 3.000 y 5.000 mm, y la humedad relativa es de 87% a lo largo del año. Los ecosistemas del PNN Munchique hacen parte de la formación vegetal de selva neotropical, subdividida en selva inferior o basal, selva subandina y selva andina (MAVDT-UAESPNN, 2005) (Figura 1).

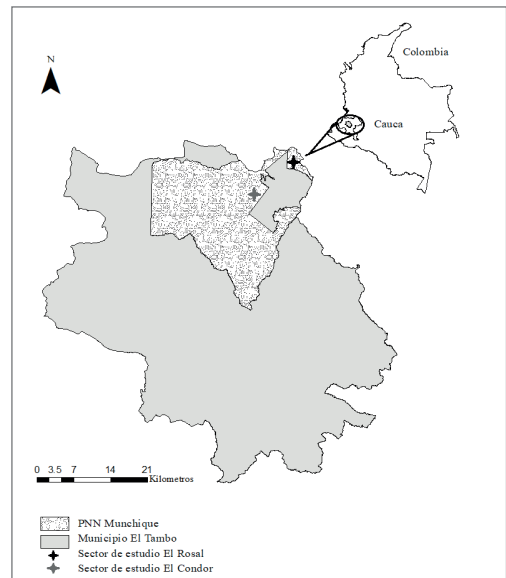


Figura 1. Sectores El Cóndor y El Rosal en el PNN Munchique.

En el PNN Munchique, se muestrearon dos sectores, uno en la vereda El Rosal y otro en la vereda El Cóndor, ubicados entre el límite del parque y su zona de amortiguación (Figura 1). En El Rosal, se muestrearon tres zonas: zona de uso, zona de restauración y zona de bosque, las cuales corresponden a áreas con predominancia de vegetación secundaria y bosque. En El Cóndor, se muestrearon una zona de restauración y

una zona de bosque, correspondiente a agroecosistemas de cultivos mixtos y bosque alto denso (MAVDT-UAESPNN, 2005).

Método de muestreo

La obtención de ejemplares se realizó con la técnica de relevamientos por encuentros visuales (VES, por sus siglas en inglés), que consiste en caminatas a través del área de estudio por un periodo de tiempo predeterminado, buscando animales de modo sistemático por medio de transectos con el fin de determinar la riqueza de especies por zona y la abundancia relativa para cada especie (Heyer *et al.*, 1994).

Diseño por transectos

Se realizaron tres salidas durante los meses de mayo(M1), julio(M2) y octubre (M3) del 2009, cada una con quince días de duración. En cada sitio de muestreo se establecieron 45 transectos al azar, y se realizaron observaciones de 9:00 am a 1:00 pm y de 6:00 pm a 10:00 pm. Se muestreo un transecto por día y la longitud se determinó por tiempo de captura (ocho horas). El transecto fue recorrido por tres personas en el día y en la noche. Se capturaron todos los individuos durante el muestreo y se asignaron números de campo para su posterior identificación; además se registraron datos de altura, fecha, coordenadas, sustrato, estratos, hora de colecta. La temperatura y la humedad relativa se midieron al inicio y al final de cada transecto y la cobertura de dosel se calculó mediante un densitómetro con diámetro de 5 cm.

Preparación e identificación de especies

Los individuos colectados se almacenaron en bolsas de tela humedecidas para mantener las condiciones favorables hasta el proceso de narcotización (Ramírez, 1995). Se empleó una solución concentrada de éter y alcohol etílico al 96% en proporción 1:2 y 10 cc de lidocaína con epinefrina al 2% (Cortez *et al.*, 2006). Posteriormente los especímenes se montaron y fijaron con formol al 10% y después se preservaron con alcohol al 70%. Los ejemplares fueron identificados con claves taxonómicas y con la ayuda del Dr. John Lynch del Instituto de Ciencias Naturales. Finalmente, los ejemplares se depositaron en la colección de herpetología del Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca (MHNUC-He-An 000655, MHNUC-He-An 000922) y en la Colección Herpetológica del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional.

Análisis de la diversidad de especies

Se evaluó con índices para la estimación de diversidad verdadera (Jost 2006, 2007), por medio de los números efectivo de especies, utilizando el programa SPADE (Chao *et al.*, 2016). Se calcularon los valores de números efectivos con tres valores de q (0, 1, 2). Los estimadores utilizados fueron: para $q=0$, ACE (abundance-based coverage estimator); para $q=1$, un estimador del índice de Shannon MLE_bc (Bias-corrected Shannon diversity estimator), el cual es usado cuando no se tiene conocimiento completo de la comunidad, ya que corrige el sesgo cuando se ha reportado la mitad

de especies en la muestra (Chao *et al.*, 2016). Por último, para $q=2$ se utilizó el estimador MVUE (Minimum variance unbiased estimator). Para la similitud (especies compartidas) entre las zonas de muestreo, se utilizó el índice de similitud de Morisita en SPADE. Para relacionar la causa efecto de las variables ambientales (Variables independientes) con la riqueza de especies (Variable dependiente) en las zonas de estudio, se realizó un análisis de regresión múltiple (Martínez *et al.*, 2006) por cada variable a través del paquete estadístico SPSS 17.0.

Resultados y discusión

Composición de especies en las zonas de estudio

En las cinco zonas de estudio se registraron 488 individuos pertenecientes a dos familias Craugastoridae e Hylidae. En la familia Craugastoridae se registraron los géneros *Hypodactylus* y *Pristimantis*, siendo el último, el género más diverso con nueve especies. La familia Hylidae estuvo representada por una especie del género *Dendropsophus* (Tabla 1). Las especies *Pristimantis molybrignus*, *P. palmeri*, *P. erythropleura* y *P. sp.1*, se colectaron en todas las zonas; *H. mantipus* fue registrada en las zonas de bosque de El Cóndor y El Rosal, además de la zona de uso de El Rosal; *P. juanchoi* fue colectada en la zona de bosque de ambos sitios; *P. eremitus* se registró en las dos zonas de El Cóndor; *P. verecundus* al igual que *P. crucifer* presentaron exclusividad

para la zona de bosque en El Cóndor y *D. columbianus* se registró sólo en el pastizal inundado de la zona de restauración de El Cóndor. Se amplió el rango de distribución para Colombia de *Pristimantis crucifer* endémica para el Ecuador, además de *Pristimantis eremitus*, *Pristimantis verecundus* y *Dendropsophus columbianus* para el PNN Munchique.

Todas las especies se colectaron en diversos sustratos como hojas de gran tamaño de las familias Araceae, Solanaceae, Musaceae, Cyclanthaceae, Rubiaceae, Piperaceae, hojas pequeñas de arbustos, bromelias, musgos y helechos; en el caso de *H. mantipus* solo se encontró en hojarasca y raíces, ninguna de las especies se registró a una altura superior a dos metros del suelo. La mayor actividad se registró en la noche con un 93,62% contrastado con 6,38% de actividad diurna; de las diez especies *P. juanchoi*, *P. verecundus*, *P. palmeri*, *P. molybrignus*, *P. erythropleura* y *P. sp. 1* presentaron actividad en el día y en la noche, las especies *P. crucifer*, *P. eremitus* y *D. columbianus* registraron actividad nocturna, en cuanto a *H. mantipus* presentó actividad diurna. De las diez especies reportadas de anuros en los dos sectores, nueve están en alguna categoría de amenaza de la UICN. Las especies, *P. eremitus*, *P. verecundus* y *P. crucifer* han sido clasificadas como vulnerables (Tabla 1). Por tanto, el conocimiento de la diversidad biológica es indispensable para la creación de estrategias de conservación, por lo que el establecimiento de una línea base en zonas bajo alguna categoría de protección es urgente.

Tabla 1. Composición de anuros en las zonas de estudio y su abundancia por muestro en el PNN Munchique. Categoría de amenaza (UICN): menor preocupación (LC), Casi amenazada (NT), Vulnerable (VU). Zonas: Bosque El Cóndor (BC), Restauración El Cóndor (RC), Bosque El Rosal (BR), Restauración El Rosal (RR) y Uso El Rosal (UR). Abundancia: muestreo mayo (M₁), muestreo julio (M₂), muestreo octubre (M₃).

Composición		Categoría de amenaza (UICN)	Presencia /Ausencia Zonas					Abundancia		
Familia	Especie		BC	RC	BR	RR	UR	M ₁	M ₂	M ₃
Craugastoridae	<i>Pristimantis juanchoi</i> (Lynch, 1996)	NT	x		x			5	-	-
	<i>Pristimantis eremitus</i> (Lynch, 1990)	VU	x	x				-	1	2
	<i>Pristimantis molybrignus</i> (Lynch, 1986)	NT	x	x	x	x	x	24	55	49
	<i>Pristimantis verecundus</i> (Lynch y Burrowes, 1990)	VU	x					1	1	2
	<i>Pristimantis palmeri</i> (Boulenger, 1912)	LC	x	x	x	x	x	39	55	49
	<i>Pristimantis erythropleura</i> (Boulenger, 1986)	LC	x	x	x	x	x	43	34	56
	<i>Pristimantis crucifer</i> (Boulenger, 1899)	VU	x					-	1	-
	<i>Pristimantis</i> sp. 1		x	x	x	x	x	16	19	12
Hylidae	<i>Hypodactylus mantipus</i> (Boulenger, 1908)	LC	x		x		x	7	7	2
	<i>Dendropsophus columbianus</i> (Boettger, 1892)	LC		x				2	4	2
Total							137	177	174	

Diversidad de especies

Las zonas de bosque y restauración en El Cóndor, fueron las más diversas de acuerdo al análisis de la diversidad verdadera. La menor diversidad se presentó en el sector El Rosal en las zonas de uso de restauración y de

bosque, respectivamente. De acuerdo a los valores de completitud del inventario, los muestreos fueron representativos en todas las zonas de estudio, los valores más altos fueron en bosque en El Cóndor y El Rosal (97%–98%) y la menor fue en zona de Uso en El Rosal (Tabla 2).

Tabla 2. Análisis de diversidad por zonas de estudio.

Zona	Riqueza observada	Diversidad estimada			Completitud de inventario
		^o D (ACE)	¹ D (MLE bc)	² D (MUVE)	
BC	9	11.5(3.3)	3.34(0.75)	2.01(0.40)	97%
RC	6	6(0.0)	4.39(0.49)	3.58(0.20)	82%
BR	6	6.6(1.2)	3.48(0.76)	2.64(0.32)	98%
RR	5	5(0.0)	3.34(0.2)	2.78(0.21)	89%
UR	4	4(0.0)	3.09(0.16)	2.68(0.21)	70%

Zonas: (BC) Bosque El Cóndor, (RC) Restauración El Cóndor, (BR) Bosque El Rosal, (RR) Restauración El Rosal y (UR) Uso El Rosal. Estimadores: (ACE) abundance-based coverage estimator, (MLE_bc) Bias-corrected Shannon diversity estimator, (MVUE) Minimum variance unbiased estimator.

La riqueza en general para los sitios de estudio es comparable con la registrada en áreas dentro y fuera del PNN Munchique por García *et al.* (2005) y López (datos no publ.), quienes registraron ocho y diez especies, respectivamente. El total de las especies encontradas en estos tres estudios suman 22. Esta información es relevante, ya que son pocos los estudios realizados en el Parque, el cual alberga una alta diversidad gracias a su geografía que le permite ofrecer una gran variedad de hábitats (MAVDT-UAESPNN, 2005).

De acuerdo a la tendencia histórica de la precipitación en estaciones cercanas al PNN Munchique, mayo fue el mes con mayor precipitación en comparación con los meses de junio y octubre, donde los valores de precipitación disminuyen en 35% y 40%, respectivamente (IDEAM, 2014). El número de capturas por especie, no dependió de la época en la que fueron registradas, no obstante, las capturas totales por muestreo se vieron afectadas por el régimen de mayores lluvias, que se presenta en los meses de

abril, mayo, octubre y noviembre, y de menores lluvias en los meses restantes (MAVDT-UAESPNN, 2005; IDEAM, 2014), esto se reflejó en el primer muestreo (mayo) donde el número de capturas fue menor debido a la alta precipitación. Por el contrario, en los siguientes muestreos la abundancia fue superior relacionándose con la escases de lluvias en estos periodos. Esto evidencio que la baja precipitación favorece el registro de los individuos, pues al no presentarse lluvias abundantes las ranas eran más visibles, ya que no había movimiento en el follaje donde perchaban y no buscaban refugio en lugares poco accesibles. En este estudio y en los realizados por García *et al.* (2005) y López (datos no publ.), el género con mayor número de capturas fue *Pristimantis* debido posiblemente a que no necesita de cuerpos de agua cercanos para su desarrollo (Lynch y Grant, 1998; Rincón-Franco y Castro, 1998; Lynch, 1999) haciéndola común en diferentes tipos de hábitats.

En el muestreo el número de capturas y la actividad de las especies se relacionaron. Las especies con mayor número de individuos colectados fueron *P. palmeri*, *P. erythropleura*, *P. molybrignus* y *E. sp.1*, estas especies presentaron actividad en el día y en la noche, sin embargo, el porcentaje de actividad diurno es inferior al nocturno en todos los casos. Caso similar se presentó en la investigación hecha por García *et al.* (2005) en la cual, se registró sólo el género *Pristimantis* con un alto porcentaje de capturas realizadas en la noche.

Análisis de similitud

El análisis muestra que los sitios con mayor similitud son las zonas de bosque y la zona de uso en El Rosal, ambos sitios comparten cinco especies. La zona de bosque en El rosal, comparte casi cuatro especies con la zona de restauración en El Cóndor. En contraste las zonas menos similares son el bosque en El Cóndor y la zona de uso en El Rosal (Figura 2).

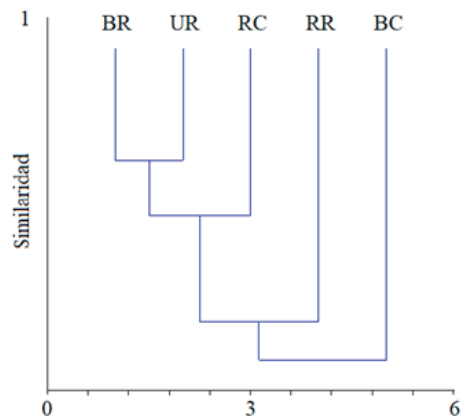


Figura 2. Similaridad basada en el Índice de Morisita entre las zonas de estudio. Zonas: Bosque El Cóndor (BC), Restauración El Cóndor (RC), Bosque El Rosal (BR), Restauración El Rosal (RR) y Uso El Rosal (UR)

Además de la abundancia y actividad, también es importante la información que pueden dar las especies en particular y/o en conjunto sobre el estado de las zonas estudiadas. *P. palmeri*, *P. erythropleura* y *P. molybrignus* son comunes en lugares intervenidos como potreros y bosques

en uso con vegetación secundaria, lo cual refleja su gran capacidad de adaptabilidad a diversos tipos de ecosistemas (Lynch, 1999), siendo encontradas en este estudio en las zonas de restauración y uso en el PNN Munchique. Mientras que en el bosque se encontraron especies características de zonas conservadas como *P. crucifer*, *P. verecundus*, *H. mantipus* y *P. eremitus* (Castro *et al.*, 2007; Lynch y Burrowes, 1990). La comparación entre las zonas de bosque con las zonas en las que se adelantan los procesos de restauración ecológica participativa y uso sostenible, permitieron observar cambios en la composición de especies, especialmente, en la zona de bosque El Cóndor donde se registraron nueve, de las diez especies encontradas en el PNN Munchique, especies exclusivas reportadas en la literatura solo para hábitats conservados (Lynch *et al.*, 2004; Castro *et al.*, 2007), en tanto que las especies que compartió con la zona de restauración del mismo sector, fueron en su gran mayoría especies generalistas a excepción de *P. eremitus* que es propia de bosques (Lynch y Burrowes, 1990).

En El Rosal no se observó diferencia entre el número de especies del bosque y la zona de restauración y uso sostenible, esto puede ser explicado porque el bosque utilizado para la comparación, a pesar de ser un sitio que no ha tenido intervención antrópica directa, si está siendo afectado de manera indirecta por la presencia a sus alrededores de hábitats perturbados. La presencia de especies compartidas entre el bosque y las áreas de manejo, puede ser el resultado de los

procesos que se vienen adelantando en la zona, con el propósito de disminuir el impacto de las actividades antrópicas y conseguir que estas zonas, vuelvan a ofrecer los recursos y el espacio idóneo para albergar a especies tan susceptibles como los anuros, asegurando también un hábitat adecuado para una gran variedad de fauna.

Análisis de regresión múltiple

De acuerdo a la prueba de regresión $p > 0,05$ ($p = 0,39$ y $p = 0,746$ en los dos sectores de estudio), no hay relación entre las variables ambientales (independientes) con la riqueza (dependiente). Resultado no esperado, teniendo en cuenta que en la literatura se reporta que la combinación de la temperatura y humedad, determinan la tasa de pérdida de agua en la superficie y así mismo la cantidad de humedad en el aire, afecta fuertemente los patrones de distribución y actividad de los anuros (García *et al.*, 2005). El resultado obtenido, fue similar al encontrado por García *et al.* (2005) y López (datos no publ.), donde se descartaron la temperatura del aire, suelo y humedad relativa como variables importantes para la diversidad de anuros estudiados. Según la literatura estas variables influyen sobre la distribución y abundancia de los anuros, sin embargo, en los estudios del PNN Munchique no coinciden, esto se puede presentar debido a que en los tres estudios incluyendo el presente, más del 90% de las especies registradas son del género *Pristimantis*, el cual no necesita presencia de cuerpos de agua o de bajas temperaturas según

las observaciones realizadas por Lynch (1998; 1999) y Rincón-Franco y Castro (2007). Sin embargo, la toma de variables ambientales del microhábitat son necesarias para establecer y entender como los parámetros del microhábitat y microclima limitan la abundancia y distribución de los anuros, debido a que existen especies exclusivas para los bosques conservados, que dependen de parámetros como presencia de una capa considerable de hojarasca, además de la combinación de la humedad, temperatura y alto porcentaje de cobertura, las cuales generan microhábitats específicos; la relación también se presenta para especies de zonas intervenidas como se observó con *D. columbianus* registrada solo en el pastizal inundado de la zona de restauración de El Cóndor.

El estado o éxito de los procesos de restauración ecológica y uso sostenible no se pueden establecer a partir de esta investigación, ya que se necesitan estudios complementarios con otros grupos a nivel vegetal y animal, además de la comparación a través del tiempo. Sin embargo, por medio de la presencia de especies indicadoras se puede establecer el estado preliminar de las zonas (Rice *et al.*, 2006), lo cual ayuda a mejorar las estrategias que se están implementando en los sectores con procesos de restauración y/o uso sostenible. La diversidad de anuros podría ser útil para el monitoreo de los procesos de restauración aplicados en el PNN Munchique, tal como lo describen en diversos estudios donde han utilizado los anfibios como indicadores del éxito

de estos procesos, comprendiendo a su vez cómo estos responden a los cambios del ambiente. Entre estos estudios encontramos los realizados por Rice *et al.* (2006), Hanlin *et al.* (2000) y Petranka *et al.* (2007) en el Parque Nacional Everglades en la Florida, Sur y Norte de Carolina donde se utilizaron a los anfibios como indicadores del éxito de restauración (Ruiz *et al.*, 2005).

Conclusiones

Este estudio es un aporte importante al conocimiento de la anurofauna presente en el PNN Munchique. Se reportan diez especies de anuros en los sectores El Rosal y El Cóndor. Para cuatro de las diez especies, se amplió el rango de distribución en el PNN Munchique. Cabe resaltar que, tres especies se clasifican como vulnerables y dos casi amenazadas según la UICN.

Las variables climáticas y de hábitat limitan la distribución y abundancia de anuros, sin embargo, en este estudio no se presentó relación entre las variables climáticas y la riqueza de anuros en ninguno de los sectores estudiados en el Parque, probablemente porque las variables usadas no son decisivas para la presencia de las especies encontradas.

Los procesos de manejo como la restauración ecológica y uso sostenible, contribuyen a mejorar las condiciones de determinadas zonas, ofreciendo mayor número de recursos para la fauna y flora. En este caso, no es concluyente que la diversidad de anuros está

relacionada con dichos procesos, sin embargo, las zonas mejor conservadas presentaron mayor número de especies en comparación con zonas de uso antrópico.

El conocimiento de la biodiversidad en la mayoría de los Parques Nacionales Naturales de Colombia es limitado y más en grupos de difícil observación e identificación como los anuros. Estudios de diversidad y monitoreo de este grupo, permiten identificar zonas apropiadas para establecer prioridades y crear acciones concretas y más reales para la conservación de un grupo tan vulnerable.

Agradecimientos

Agradecemos a Rafael Camayo y Andrés Trujillo por su colaboración en campo. Damos gracias a todos los funcionarios del PNN Munchique y dueños de las casas donde nos hospedamos, quienes estuvieron con nosotros durante todas las salidas de campo, al parque por permitirnos el ingreso y facilitar la logística.

Al profesor John D. Lynch por su interés en nuestro trabajo y clasificación de los ejemplares, además de sus aportes al manuscrito. También agradecemos a los estudiantes del laboratorio de herpetología del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional por su colaboración durante la fase de determinación de los individuos, y a la Universidad del Cauca por su apoyo.

Bibliografía

Ruiz A., M. C. y T. M. 2005. Vegetation Structure, Species Diversity, and Ecosystem Processes as Measures of Restoration Success. *Forest Ecology and Management* 218: 159-173.

Bildstein, K. L., W. Schelsky y J. Zalles. 1998. Conservation status of tropical raptors. The Raptor Research Foundation, Inc. 32(1): 3-18.

Carrete, M., J. A. Sánchez-Zapata, J. R. Benítez, M. Lobón y J. A. Donazar. 2009. Large scale risk-assessment of wind-farms on population viability of a globally endangered long-lived raptor. *Biological conservation*. 142(12): 2954-2961.

Castro, F., W Bolívar y M. I. Herrera. 2007. Guía de los Anfibios y Reptiles del Bosque de Yotoco, Valle del Cauca, Colombia. Grupo de Investigación Laboratorio de Herpetología, Universidad del Valle. Cali, Colombia. 70 pp.

Chao, A., T. Shen, K. M. Ma y T. C. Hsieh. 2016. User's Guide for Program SPADE. Species Prediction and Diversity Estimation. <http://chao.stat.nthu.edu.tw>. 69 pp.

Cortez, C., Á. Suarez y F. López. 2006. Preparación y Preservación del Material Científico. Pp 173-218. En: A. Angulo, J. V. Rueda-Almonacid, J. V. Rodríguez-Mahecha y E. La Marca (Eds.). *Técnicas de Inventario y Monitoreo para los Anfibios de la Región Tropical Andina*. Conservación Internacional. Bogotá, Colombia. 300 pp.

Deng, X., Zhao, C., y Yan, H. (2013). Systematic modeling of impacts of land use and land cover changes on regional climate: a review. *Advances in Meteorology*. 2013, 1-11 doi:10.1155/2013/317678.

García-R., J., F. Castro-H. y H. Cárdenas-H. 2005. Relación entre la distribución de anuros y variables del hábitat en el sector La Romelia, Parque Nacional Natural Munchique (Cauca, Colombia). *Caldasia* 27(2): 299-310.

García-R., J., F. Castro-H. y H. Cárdenas-H. 2007. Relación entre la diversidad de anuros y los estados sucesionales de un bosque muy húmedo montano bajo del Valle del Cauca, suroccidente colombiano. *Caldasia* 29(2): 363-374.

Groves, C. R. 2003. *Drafting a conservation blueprint: A practitioner's guide to planning for biodiversity*. Island Press. D.C., Washington. 480 pp.

Hanlin, H. G., F. D. Martin, L. D. Wike y S. H. Bennet. 2000. Terrestrial Activity, Abundance and Species Richness of Amphibians in Managed Forests in South Carolina. *The American Midland Naturalist*. 143(1): 70-83.

Heyer, W., M. A. Donnelly, R. McDiarmid, C. Hayek y M. Foster. 1994. Standard Techniques for Inventory and Monitoring. Pp. 75-142. in: W. Heyer, M. A. Donnelly, R.W. McDiarmid, L. C. Hayek y M.S. Foster (Eds). *Measuring and Monitoring Biological Diversity Standard Methods for Amphibians. Standard Methods for Amphibians*. Smithsonian Institution Press. Washington.

IDEAM. 2014. Región Andina precipitación. <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima>.

Jost, L. 2006. Entropy and diversity. *Oikos*. 113: 363-375.

Jost, L. 2007. Partitioning diversity into independent alpha and beta components. *Ecology*. 88: 2427-2439.

Londoño-Murcia M. C. y V. Sánchez-Cordero. 2011. Distribución y conservación de especies amenazadas en Mesoamérica, Chocó y Andes tropicales. *Revista mexicana de biodiversidad*. 82: 926-950.

Lynch, J. y T. Grant. 1998. Dying frogs in Western Colombia: catastrophe or trivial observation? *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias*, 22 (82):149-152.

Lynch, J. 1999. Lista Anotada y Clave para las Ranas (Genero *Eleutherodactylus*) Chocoanas del Valle del Cauca y Apuntes sobre las Especies de la Cordillera Occidental Adyacente. *Caldasia* 21 (2): 184-202.

Lynch, J. y P. Burrowes. 1990. The frogs of the genus *Eleutherodactylus* (family Leptodactylidae) at the La Planada Reserve in southwestern Colombia with descriptions of eight new species. *Occasional Papers of the Museum of Natural History University of Kansas*, 136: 1-31.

Magurran, A. E. 1988. Ecological Diversity and its Measurement. Princeton University Press, New Jersey. 364 pp.

Meyers C. B., S. L. Miller y L. Miller. 2002. Use of fragmented landscapes by marbled murrelets for nesting in southern Oregon. University of Wyoming. Conservation biology. 16 (3): 755-782.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial MAVDT. - UAESPNN. 2005. Plan de Manejo Parque Nacional Natural Munchique 2005-2009. Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales, Popayán, 190 pp. <https://storage.googleapis.com/pnn-web/uploads/2013/12/ParquenacionalMunchique.pdf>

Petranka, J. W., E. M. Harp, C. T. Holbrook y J. A. Hamela. 2007. Long-term persistence of amphibian populations in a restored wetland complex. Biological Conservation, 138: 371 - 380.

Ramírez, P. 1995. Colección de Anfibios. Págs. 5-12 en: M. P. Ramírez (Eds.), Manual de Colección de Material Herpetológico, Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, Colombia. 70 pp.

Rice, K. G., F. J. Mazzotti, J. H. Waddle y M. D. Conill. 2006. Uso de Anfibios como Indicadores del Éxito de la Restauración de Ecosistemas. Wildlife Ecology and Conservation. University of Florida, UF/IFAS. 1484S: 1-5.

Rincón-Franco, F. y F. Castro. 1998. Aspectos Ecológicos de una Comunidad de *Eleutherodactylus* (Anura: Leptodactylidae) en un Bosque de Niebla del Occidente de Colombia. Caldasia 20(2): 139-202.

Ruiz, P. M. y M. C. Ardila. 1994. Fauna Amphibia del Departamento del Cauca. Novedades Colombianas Nueva época, Museo de Historia Natural, Universidad del Cauca 6: 46.

Sánchez-Villegas, A., C. López del Burgo y M. A. Martínez-González. Introducción a los Modelos Multivariantes. Regresión lineal Múltiple. Pp. 343-396 en; M. A. Martínez-Gonzales, A. Sánchez-Villegas y F. J. Faulin-Fajardo. Bioestadística Amigable. Editorial Díaz de Santos S. A. Madrid, España. 576 pp.

Sánchez-Villegas, A., M. A. Martínez-González, y N. Martín-Calvo. 2006. Correlación y Regresión Lineal Simple. Pp. 269-326 en: M. A. Martínez-Gonzales, A. Sánchez-Villegas y F. J. Faulin-Fajardo. (Eds). Bioestadística Amigable. Editorial Díaz de Santos S. A. Madrid, España. 576 pp.

Sarkar S., Pressey R. L., Faith, D. P., Margules, C. R., Fuller T., y Almedan, S. 2006. Biodiversity conservation planning tools: present status and challenges for the future. Annual review of environment and resource. 31: 123-159.