



## **Amphibians Assemblage Present in a Tropical Dry Forest and in Production Systems, in Middle Magdalena Valley, Victoria and La Dorada, Caldas, Colombia**

**Carlos E. Burbano Yandi**  
Universidad del Valle

**Mónica A. Gómez Díaz**  
Universidad del Valle

**Andrés Gómez Figueroa**  
Universidad del Valle

**David A. Velásquez Trujillo**  
Universidad del Valle

**Wilmar Bolívar García**  
Universidad del Valle

Received: March 2, 2016

Accepted: July 26, 2016

Pag. 81-93

### **Abstract**

Given the high state of threat of the dry tropical forest ecosystem (DTFo), it is necessary to acquire information on the biota that is still found there, without disregarding how important it is to know what is being maintained in areas with productive systems. The aim was assessing the diversity of amphibians in three areas: a relict of tropical dry forest, a silvopastoral system and a mining area. A total of 72 courses that were trailed during the day and night using the technique for visual encounter survey (VES) were placed there. The sampling took place during the rainy season and the dry season. 29 amphibian species were registered, belonging to 10 families and two orders. The largest concentration of amphibian fauna was reported in areas with presence of forest and silvopastoral systems with livestock, decreasing in areas where forest cover has been lost due to the open-pit mining. This richness represents approximately 73% of the species reported for Magdalena Valley, which gives this area a significant value for the conservation of tropical dry forest species, besides providing a strategic approach based on the understanding of diversity patterns of these species in production systems, demonstrating the importance of preserving primary forest and regeneration process resides in that these are unique habitats for many species of organisms, especially amphibians who have specific habitat requirements.

**Keywords:** conservation, diversity, altered habitat.

## **Ensamblaje de anfibios presentes en un bosque seco y en sistemas productivos, Valle Medio del Magdalena, Victoria y La Dorada, Caldas, Colombia**

### **Resumen**

Dado el alto estado de amenaza del ecosistema de Bosque Seco Tropical (BsT), se hace necesario adquirir información sobre la biota que allí se encuentra, esto sin dejar de lado lo importante que es conocer qué se mantiene en las áreas con sistemas productivos. El objetivo fue evaluar la diversidad de anfibios en tres áreas: un relict de bosque seco, un sistema silvopastoril y una zona de extracción minera. Se instalaron un total de 72 trayectos que fueron recorridos en el día y la noche utilizando la técnica de relevamiento por encuentro visual (VES). Los muestreos abarcaron la época de lluvia y

sequia, se registraron 29 especies de anfibios, pertenecientes a 10 familias y dos ordenes. La mayor concentración de la fauna anfibia se reportó en áreas con presencia de bosque y en sistemas con ganadería silvopastoril, disminuyendo en las zonas donde la cobertura boscosa se ha perdido por efecto de la minería a cielo abierto. Esta riqueza representa aproximadamente el 73% de las especies reportadas para las tierras del Valle del Magdalena, lo cual le otorga a esta área un valor importante para la conservación de especies del bosque seco tropical, además de brindar un enfoque estratégico a partir del entendimiento de los patrones de diversidad de estas especies en sistemas productivos, demostrando que la importancia de conservar bosques primarios o de regeneración tardía radica en que estos son hábitats exclusivos para muchas especies de organismos, en especial los anfibios que presentan requerimientos específicos de su hábitat.

**Palabras clave:** conservación, diversidad, hábitats intervenidos.

## 1 Introducción

A escala global el incremento en la tasa de expansión de la frontera agrícola y ganadera, genera procesos de fragmentación o transformación de los ecosistemas naturales, los cuales quedan reducidos a parches que se encuentran aislados entre sí por matrices heterogéneas, que en la mayoría de los casos presentan baja composición y estructura vegetal (ej. Sistemas productivos) [1, 2]. Esta matriz diferencial ejerce un efecto selectivo en la distribución de las especies de vertebrados, por lo que la riqueza y abundancia de especies puede estar modulada por el tipo y grado de conectividad de los diferentes fragmentos [3].

En este contexto, determinar los cambios en los patrones de diversidad de una comunidad biológica, entre diferentes fragmentos o matrices de paisaje, permite establecer parámetros de comparación en términos de la riqueza de especies y la equidad en la abundancia de individuos a nivel inter e intraespecífico [4]; partiendo del hecho de que las especies de vertebrados que presentan un grado de tolerancia o usan la matriz tienden a ser menos vulnerables a la fragmentación que aquellas que no se encuentran en ella [2]. Este proceso de presencia-ausencia de las especies asociadas a diferentes matrices está modulado por los gradientes espacio-temporales y cambios micro-climáticos, generados en función de la proximidad de los sistemas productivos y los parches de bosque [5].

La relación entre la estructura del paisaje, la calidad del hábitat y la dinámica de las especies es diferente dependiendo del grupo faunístico. En anfibios se ha establecido que responden de manera diferencial ante gradientes ambientales y estructurales en áreas con efectos de transformación del ecosistema [6], más aun en zonas tropicales, en las cuales las especies presentan un mayor grado especializaciones, como consecuencia de factores como la heterogeneidad vegetal y la baja estacionalidad, que promueven condiciones climáticas idóneas, que generan mayor disponibilidad de sitios de refugio, alimentación y ovoposición [7]. Por lo que la distribución espacial de las especies, esta modulada por los requerimientos fisiológicos específicos, el uso de los recursos y la estructura del hábitat [8].

En los bosques secos tropicales el grado de asociación entre la estructura del hábitat y la riqueza-abundancia de especies de anfibios toma vital importancia, a partir de las características de este tipo de ecosistema: baja pluviosidad y altas temperaturas. En estas condiciones, los individuos están limitados por la disponibilidad de fuentes hídricas, para su desarrollo larval y uso de recursos [8]. Adicionalmente, la información referente a la

diversidad anfibia para el bosque seco tropical está limitada por revisiones taxonómicas de grupos puntuales o listados nacionales y se conoce poco acerca de la abundancia y riqueza de las especies y de la variación que pueden presentar en gradientes de perturbación antropogénicas en este tipo de ecosistemas [9, 8]. Por ello, en este trabajo se evaluaron los patrones de distribución de las especies de anfibios entre el bosque seco y sistemas productivos.

## 2 Materiales y métodos

El departamento de Caldas está localizado en el centro-occidente de Colombia, sobre la porción central de la cordillera Central, enmarcado por los valles interandinos del río Magdalena al oriente y del río Cauca y el río Risaralda al occidente, tiene una superficie de 7.888 km<sup>2</sup>, lo que representa el 0.69 % del territorio nacional y, según el reporte más reciente, cuenta con por lo menos 119 especies de anfibios (16% de la diversidad de Colombia) [10].

El área de estudio se encuentra a una altitud entre los 240 y 580 m y comprende los municipios: la Victoria y la Dorada (5° 51,9' N y 74° 45,7' W), la hacienda La Española en el corregimiento de Guarinocito. Corresponde a un bosque seco tropical y pertenece a la provincia biogeográfica Chocó-Magdalena [11], con un patrón de lluvias de tipo bimodal tetra-estacional, dos periodos lluviosos (mayo-junio y septiembre-noviembre) y dos periodos secos (enero-abril y julio-agosto). La precipitación anual promedio es de 1.590 mm<sup>3</sup> y la temperatura de 28 °C [12].

Se seleccionaron tres zonas con diferente grado de perturbación antropogénica, las cuales se describen a continuación. A las dos primeras también se les hará referencia en el texto como sistemas productivos:

**Zona minería:** en esta zona se observan sitios con el suelo totalmente desprovisto de vegetación, sitios con cárcavas de variados tamaños, y sitios con una vegetación tipo arbustiva combinada con árboles de porte bajo y medio y escasos árboles aislados de porte alto relativamente jóvenes, pero de crecimiento rápido. También se encuentran sitios de pastizales inundables y pequeños cuerpos de agua que funcionan como piscinas de sedimentación usadas en el proceso de extracción del material de arrastre.

**Zona silvopastoril:** esta zona representa en gran parte un cultivo de palma de vino (*Attalea butyracea*, *Arecaceae*) aparentemente abandonado, mezclado con sitios de rastrojos bajos y altos de especies en su mayoría pioneras y pequeños parches relativamente boscosos. En muchos de los sitios se observa una colonización aparentemente invasiva de varias lianas de las familias *Bignoniaceae* y *Sapindaceae*.

**Zona bosque:** las zonas consideradas boscosas presentan una vegetación arbórea y arbustiva muy variable con registros abundantes de las familias *Euphorbiaceae*, *Fabaceae*, *Rubiaceae* y *Meliaceae*, con especies representativas del género *Croton* spp., *Elaeis guianensis*, *Cecropia* spp., *Guazuma* spp., entre otras [13]. En esta zona se pueden encontrar desde sitios con un sotobosque parcialmente formado, pero aparentemente homogéneo en su composición de especies, hasta sitios con claros de bosque de variados tamaños y ausencia de un dosel de bosque como tal y, en algunos casos, sotobosques con presencia

de herbáceas heliófilas. Finalmente, esta zona también se caracteriza por incorporar en su interior un complejo de humedales naturales y artificiales, además de varias quebradas que desembocan en el río Purnio.

Se ubicaron trayectos de 300 x 5 m en cada zona: Bosque (B), Sistema Silvopastoril (S) y Minería (M). Para el registro de anfibios se utilizó la técnica de Relevamiento por Encuentro Visual (VES), removiendo entre la hojarasca, piedras y troncos; en recorridos diurnos de 08:00 a 12:00 y nocturnos de 18:00 a 22:00, abarcando un área de 1.500 m<sup>2</sup>. En cada evento de muestreo por unidad de paisaje se realizaron tres réplicas, cada una muestreada dos veces (3.000 m<sup>2</sup>).

Los individuos capturados fueron identificados en campo o fijados y preservados para su posterior identificación cuando se desconocía la especie. Se registró la siguiente información para cada uno: longitud rostro cloacal, edad, sexo (cuando era determinable), peso, coordenada, registro fotográfico y características generales.

Se realizó una curva de acumulación de especies para predecir la riqueza en cada ambiente, utilizando el programa StimateS [14] y partiendo del supuesto teórico de que el esfuerzo de colecta realizado para cada unidad de paisaje fue el máximo. Se calcularon los estimadores no paramétricos Jackknife 1 y Chao 1; el primer estimador se basa en el número de especies que se encuentran solamente en una muestra y no asumen homogeneidad ambiental, mientras que el estimador Chao 1 considera el número de especies raras en la muestra y tiene en cuenta la abundancia por especie [15]. De igual forma, se utilizaron los *singletons* y *doubletons*, para conocer la proporción de especies raras, que sólo cuentan con uno o dos individuos respectivamente en todo el inventario, bajo el supuesto de que entre más especies raras aparezcan en las muestras, mayor será el número de especies que queden por aparecer en el inventario.

### 3 Resultados

Durante los muestreos, se registraron 1268 individuos, agrupados en 10 familias, 18 géneros y 29 especies para los tres sistemas evaluados (Figura 1). La familia que presentó el mayor número de especies fue Hylidae (27%), seguida de Craugastoridae y Leptodactylidae con el 22,2% cada una. El número de individuos capturados y la riqueza encontrada se muestra en la Tabla 1, donde se observa que el bosque presentó el mayor número de individuos y especies, con el 61% de registros y 25 especies, siendo 10 de éstas exclusivas. Éste fue seguido por el sistema Silvopastoril con 24,9% de individuos y 18 especies. En cuanto a la zona con minería, ésta presentó el menor número de individuos y especies con 14,7 % y 13 especies.

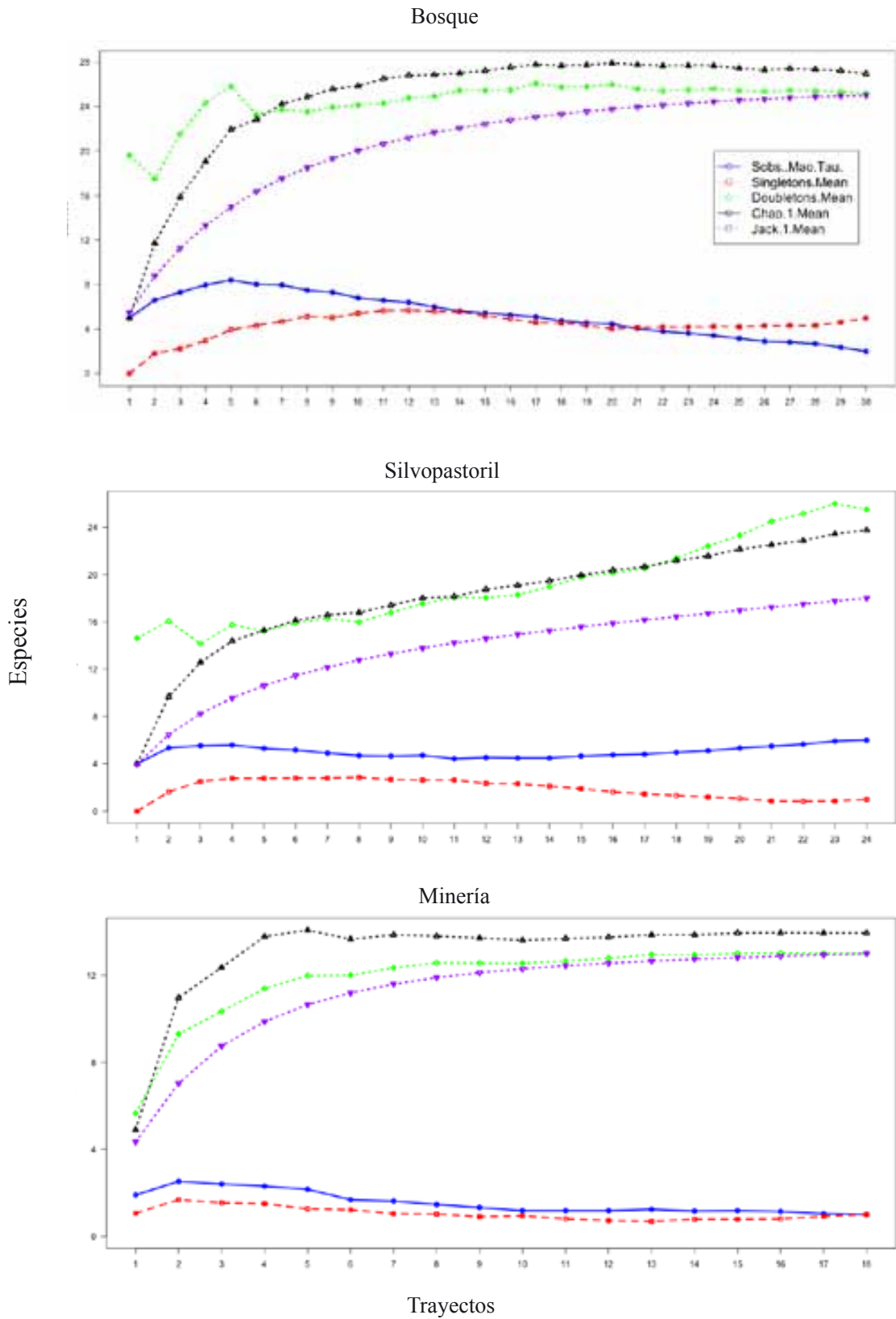


**Figura 1.** Registro fotográfico de algunas de las especies de anfibios capturadas en la hacienda La Española, corregimiento de Guarinocito, Caldas, Colombia. A) *Rhinella humboldti*, B) *Rhinella margaritifera*, C) *Leptodactylus fragilis*, D) *Hyalinobatrachium fleischmanni*, E) *Craugastor raniformis*, F) *Leptodactylus fuscus*, G) *Craugastor fitzingeri*, H) *Pristimantis gaegi*, I) *Dendropsophus microcephalus*, J) *Hypsiboas boans*, K) *Phyllomedusa venusta*, L) *Caecilia thompsoni*. Fotografías: David Velásquez (A-F, L) y Andres Gómez (G-K).

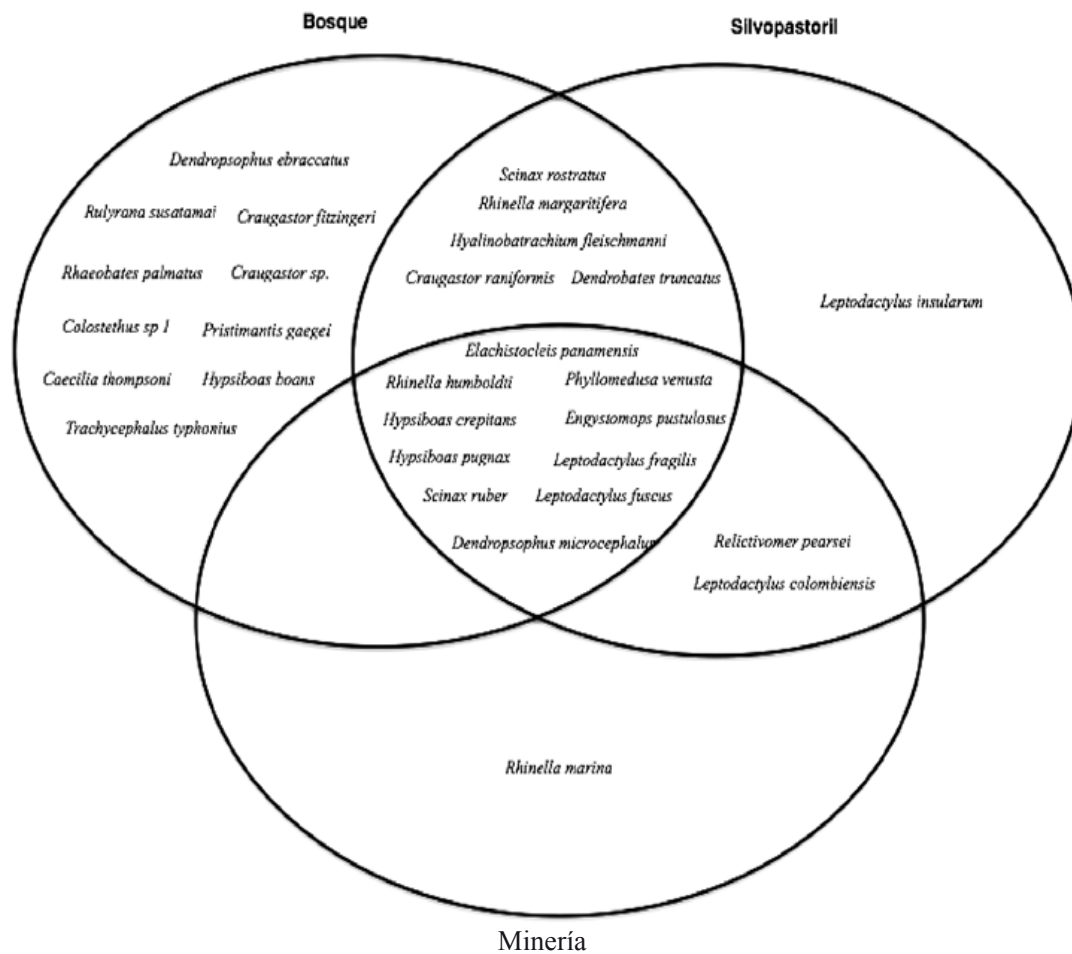
A partir de los estimadores estadísticos no paramétricos, Chao 1 y Jackknife 1, la representatividad obtenida para el bosque estuvo entre el 93-100% de las especies, para minería entre 93-100% y para el sistema silvopastoril entre el 70-75%. En cuanto a los *singletons* y *doubletons*, éstos sólo se cruzaron para el bosque; caso contrario a lo ocurrido en los sistemas productivos que sólo estuvieron próximos a hacerlo (Figura 2). Respecto a las especies exclusivas para cada sitio, en el bosque se registró un total de 10, mientras que en los sistemas productivos sólo 1 en cada uno (Figura 3).

**Tabla 1.** Listado de las especies registradas en tres zonas con diferente grado de intervención humana en la hacienda La Española, corregimiento de Guarinocito, Caldas, Colombia.

Familia	Especie	Bosque	Silvopastoril	Minería
<i>Aromobatidae</i>	<i>Rhaeobates palmatus</i>	16		
	<i>Rhinella humboldti</i>	32	5	42
<i>Bufonidae</i>	<i>Rhinella margaritifera</i>	65	1	
	<i>Rhinella marina</i>			12
<i>Centrolenidae</i>	<i>Hyalinobatrachium fleischmanni</i>	6	1	
	<i>Rulyrana cf susatamai</i>	9		
<i>Leouperidae</i>	<i>Engystomops pustulosus</i>	143	46	11
	<i>Craugastor raniformis</i>	57	2	
<i>Craugastoridae</i>	<i>Craugastor metriosistus</i>	5		
	<i>Craugastor fitzingeri</i>	7		
	<i>Pristimantis gaegei</i>	61		
	<i>Leptodactylus fragilis</i>	3	6	10
<i>Leptodactylidae</i>	<i>Leptodactylus fuscus</i>	2	18	19
	<i>Leptodactylus insularum</i>		1	
	<i>Leptodactylus colombiensis</i>		6	11
	<i>Dendropsophus microcephalus</i>	17	149	28
	<i>Dendropsophus ebraccatus</i>	9		
	<i>Hypsiboas boans</i>	1		
	<i>Hypsiboas crepitans</i>	49	22	9
<i>Hylidae</i>	<i>Hypsiboas pugnax</i>	20	11	8
	<i>Scinax rostratus</i>	10	1	
	<i>Scinax ruber</i>	20	23	27
	<i>Trachycephalus typhonius</i>	1		
	<i>Phyllomedusa venusta</i>	17	5	1
<i>Microhylidae</i>	<i>Relictivomer pearsei</i>		1	2
	<i>Elachistocleis panamensis</i>	2	2	6
<i>Dendrobatidae</i>	<i>Dendrobates truncatus</i>	186	8	
	<i>Colostethus sp 1</i>	50		
<i>Caecilidae</i>	<i>Caecilia thompsoni</i>	2		
	Total	774	308	186



**Figura 2.** Curvas de acumulación de especies para los sistemas de Bosque, Silvopastoril y Minería. Los símbolos utilizados para diferenciar los estimadores son: • Sobs (Mao Tau), ■ Singletons Mean, \* Jack 1 Mean, \* Chao 1 Mean, ◆ Doubletons Mean



**Figura 3.** Composición taxonómica de los ensamblajes de anuros presentes en tres zonas con diferente grado de intervención humana en la hacienda La Española, corregimiento de Guarinocito, Caldas, Colombia. Las áreas de traslape contienen especies compartidas entre zonas.

#### 4 Discusión

Las 29 especies registradas para la zona representan el 73% de los reportes para las tierras del Valle del Magdalena, lo cual le otorga al área un valor importante para la conservación de especies del bosque seco tropical, más aun cuando la mayor riqueza y exclusividad de especies se presentó en los parches de bosque (Tabla 1). A partir de esto, es posible establecer que en esta localidad los remanentes de bosque aún presentan características biofísicas que les permite albergar un alto número de especies representativas del ecosistema [9].

La mayor riqueza asociada al bosque, como se mencionó, se puede relacionar con un ambiente de mayor heterogeneidad vegetal, que estaría influyendo en variables biofísicas como humedad a nivel del suelo y temperatura, lo cual podría estar aportando una mayor disponibilidad de recursos. En este sentido, a medida que las características favorables del medio disminuyeron, la riqueza de especies presentó la misma tendencia. En particular, el sistema silvopastoril registró un mayor número de especies que la zona con minería, posiblemente debido a la estructura de la cobertura vegetal remanente en esta zona que genera un número mayor de micro hábitats [6]; caso contrario a lo ocurrido en minería, en



la cual la estructura del hábitat es más homogénea, ofreciendo menos lugares disponibles y restringiendo el número de especies que podrían distribuirse en este lugar, ya que hay menos microambientes para el uso de los recursos. Fong y Viña [16], al comparar la diversidad de anuros en diferentes hábitats, encontraron que la riqueza de especies disminuyó en la plantación de café, el pinar y el pastizal en comparación con las áreas de vegetación natural debido al impacto de la reducción o total desaparición de los arbustos o del estrato arbóreo, con una consecuente reducción de los nichos espacial y trófico además de evidentes cambios ambientales.

Los anfibios en ambientes fragmentados responden diferencialmente a cambios en los gradientes ambientales y estructurales [16], por lo que algunos soportan ambientes alterados como cultivos y zonas urbanas y otros son más susceptibles a estos entornos [6]. Esto sustenta las diferencias en la riqueza entre las tres zonas evaluadas, por ejemplo, *H. fleischmanni*, *R. susatamai*, *P. gaigei*, *Colostethus* sp1 y *C. thompsoni*, especies registradas para el bosque, están condicionadas por áreas con cobertura arbórea natural; caso contrario puede ocurrir con *T. typhoni*, *H. boans* y *D. ebraccatus*, que por su tipo de hábitos pueden soportar o establecerse en escenarios con un grado más alto de intervención como las plantaciones forestales [16].

Pese a las diferencias en la composición de anuros, se observaron igualmente especies comunes entre áreas, reflejando su plasticidad y tolerancia a los ambientes con perturbación antropogénica; este es el caso de las ranas del género *Leptodactylus* las cuales presentan características comportamentales muy particulares como depositar los huevos en madrigueras y cubrirlos con espuma que los protege de la desecación y depredación [17] o de la *Rhinella marina* que selecciona una gran variedad de sitios para la ovoposición, como son las charcas efímeras en áreas abiertas o canales de riego y caños de desagüe asociados a actividades antrópicas [8]. Resultados similares reportan Burbano *et al.* [2], donde especies que predominan en el bosque eran incluso más abundantes dentro de una plantación forestal, mientras que muchas de las especies que eran poco abundantes no eran registradas dentro del hábitat con mayor perturbación.

Por otra parte, la alta representatividad de muestreo logrado en las tres zonas demuestra que el ensamblaje de especies está próximo a conocerse. No obstante, este resultado no fue tan concluyente pues los *singletons* y *doubletons* sólo se cruzaron para el bosque, lo que permite ratificar que esta área fue muestreada adecuadamente, mientras que en los sistemas productivos es probable que al aumentar el esfuerzo de muestreo se consiguiera un número más alto de especies o simplemente que las especies raras, por su baja tasa de encuentro o particular patrón de distribución empezaran a ser comunes [15].

En relación a los patrones de distribución de las especies en ambientes naturales e intervenidos, varias explicaciones han surgido para entenderlos: primero, es probable que este patrón se deba a un artefacto del muestreo (cuando el muestreo es insuficiente, las especies raras no serán registradas); segundo, es posible que las especies se distribuyan así en función de sus requerimientos, los generalistas serán abundantes y ampliamente distribuidos, mientras que los especialistas estarán restringidos a áreas donde ocurran sus requerimientos; tercero, algunas especies se distribuyen así debido a sus tasas vitales, una especie con alta tasa intrínseca de crecimiento ( $r$ ) será capaz de ser más abundante y tendrá

mayor dispersión; cuarto, las especies se distribuyen así de acuerdo con la hipótesis de núcleo-satélite, según la cual, las especies núcleo son localmente abundantes, son frecuentes y están bien distribuidas regionalmente; las especies satélite tienen baja densidad y frecuencia [19]. En particular, esta última hipótesis podría explicar el patrón de rareza y abundancia de las especies en la zona y se basa en propiedades de extinción-colonización; es decir, las especies con mayor dispersión son compuestas por poblaciones menos vulnerables a la desaparición debido a su menor tasa de extirpación. De acuerdo a esto, podrían, sin lugar a duda, estar en ambientes intervenidos [20].

No obstante, es recomendable seguir con los muestreos pues este proceso de inferencia estadística depende críticamente del supuesto biológico que la comunidad es cerrada; es decir, con un número total de especies que no cambia y una distribución de la abundancia de especies constante. En una meta-comunidad abierta, en la que el ensamble cambia de tamaño y composición a través del tiempo, es posible que no se puedan sacar conclusiones válidas sobre la estructura del ensamblaje con una muestra en un tiempo definido. Pocas comunidades son realmente cerradas, pero también muchas son suficientemente circunscritas a un espacio definido en el que los estimadores se puedan usar, pero con cautela [21]. En nuestro caso, es claro que el bosque se encuentra en un proceso de recuperación y sus especies, a medida que estos cambios suceden tendrán que adaptarse y colonizar. Por tal motivo, el esperar tener más especies para estos hábitats, según estos indicadores, es la muestra o evidencia de un ensamblaje en estado de recuperación, mas no podrá ser un estimado real de la diversidad que se pueda esperar en este ecosistema al tener un bosque recuperado. Todo lo anterior mencionado implica que un bosque en regeneración o un sistema productivo manejado no puede sustentar la diversidad de anfibios por si solo y menos en un escenario en el que el bosque aún esta inmerso en una matriz productiva. Por ende, es necesario seguir investigando para lograr conservar las especies que puedan habitar estos sistemas silvopastoriles, dando inicio a procesos agroecológicos, con el fin de que se ordene el territorio bajo principios de manejo sostenible [22].

### Agradecimientos

Los autores agradecen al señor Mario Fernando Velasco, propietario de la hacienda La Española, por facilitar el apoyo logístico necesario para la realización de este estudio; a la sección de zoología de la Universidad del Valle por facilitar los implementos requeridos para los montajes de los especímenes; a los estudiantes y profesionales que apoyaron las jornadas de campo: Diana Motta, Estefania Alzate, Natalia Rivera, Eliana Barona, Jorge Torres y Luz Ángela Flórez. Este trabajo fue cofinanciado por el Departamento de Biología de la Universidad del Valle y el proyecto de investigación “Implementación de indicadores biológicos como herramienta para evaluar cambios en la integridad ecológica de los fragmentos de bosque seco tropical presentes en Victoria y La Dorada, Caldas” CI7945, Univalle-Corpocaldas-Ecopetrol (Convenio de colaboración No 5212085/2013).

### Referencias bibliográficas

- [1] Fahrig, L. (2003) Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 34: 487-515.

- [2] Urbina-Cardona, J. N., y Rosales, V.H.R. (2005). Recambio de anfibios y reptiles en el gradiente potrero-borde-interior en Los Tuxtlas, Veracruz, México. *Sobre diversidad biológica: el significado de las diversidades alfa, beta y gamma* (pp. 191-207). Halffter G, Soberón J, Koleff P, Melic A (Eds.) Monografías 3er Milenio. Zaragoza, España.
- [3] Gascon, C.; Lovejoy, T.E.; Bierregaard, R.O.; Malcolm, J.R.; Stouffer, P.C.; Vasconcelos, P.; Laurance, W.F.; Zimmerman, B.; Tocher, M. y Borges, S. (1999) Matrix habitat and species persistence in tropical forest remnants. *Biological Conservation*. 91, 223–22.
- [4] Jongsma, G.F.; Hedley, R.W.; Durães, R. y Karubian, J. (2014) Amphibian diversity and species composition in relation to habitat type and alteration in the Mache-Chindul Reserve, Northwest Ecuador. *Herpetologica*, 70 (1): 34-46.
- [5] Carvajal-Cogollo, J. E. y Urbina-Cardona, N. (2015). Ecological grouping and edge effects in tropical dry forest: reptile-microenvironment relationships. *Biodiversity and Conservation*, 24(5), 1109-1130. *Conservation*, 91: 223–229.
- [6] Herrera-Montes, A.; Olaya L.A. y Castro, F. (2004) Incidencia de la perturbación antrópica en la diversidad, la riqueza y la distribución de *Eleutherodactylus* (Anura: Leptodactylidae) en un bosque nublado del suroccidente colombiano. *Caldasia*, 26(1): 265-274.
- [7] Lips, K.R. y Donnelly, M.A. (2005) Lessons from the Tropics. *Amphibian Declines: The conservation status of United States Species*. Lanoo, M. (ed.). University of California Press.
- [8] Cáceres-Andrade, S. y Urbina-Cardona, J. N. (2009) Ensamblajes de anuros de sistemas productivos y bosques en el piedemonte llanero, departamento del Meta, Colombia. *Caldasia*.
- [9] Acosta-Galvis, A. R. (2012) Anfibios de los enclaves secos del área de influencia de los Montes de María y la ciénaga de la Caimanera en el departamento de Sucre. *Revista Biota Colombiana*. 13(2):211-231.
- [10] Corporación Autónoma Regional de Caldas (2015). Diagnóstico ambiental de Caldas plan de acción 2013-2015. CORPOCALDAS.
- [11] Hernández, J. (1992) Caracterización Geográfica de Colombia. Halffter, G. (ed.). *La diversidad biológica de Iberoamérica I. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, Instituto de Ecología*. Primera Edición. Pp. 45-54.
- [12] Stiles, F.G. y Bohórquez, C.I. (2000). Evaluando el estado de la biodiversidad: el caso de la avifauna de Serranía de las Quinchas, Boyacá, Colombia. *Caldasia* 22: 61-92.

- [13] Roman-P, C., Fernández, S., Ishida, J., Gallo, J., y Hernández, M. (2014). *Ensamblaje de anuros en tres hábitats del Magdalena Medio en el corregimiento de Guarnocito, La Dorada, Caldas, Colombia*. Universidad del Valle, Cali, Colombia.
- [14] Colwell, R.K. (2013) EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9. Disponible en: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/EstimateS>
- [15] Carvajal-Cogollo J. y Urbina-Cardona N. (2008) Patrones de diversidad y composición de reptiles fragmentados de bosque seco tropical en Córdoba, Colombia. *Trop. Conserv. Sci.*1(4):397-416.
- [16] Urbina-Cardona, J.N. y Londoño, M.C. (2003) Distribución de la comunidad de herpetofauna asociada a cuatro áreas con diferente grado de perturbación en la Isla Gorgona, Pacífico colombiano. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias* 27(102): 105-113.
- [17] Lucas, E. M.; Brasileiro, C.A.; Oyamaguchi, M.H. y Martins, M. (2008) The reproductive ecology of *Leptodactylus fuscus* (Anura, Leptodactylidae): New data from natural temporary ponds in the Brazilian Cerrado and a review throughout its distribution. *Journal of Natural History*, Vol 42, Nos 35-36.
- [18] Burbano-Yandi, C.; Bolívar-García, W. y Giraldo, A. (2015) Ensamblajes de anuros en tres zonas con intervención humana en el Parque Nacional Natural Los Katíos (Colombia). *bol.cient.mus.hist.nat.* 19 (1).
- [19] Ximenez, S.S.; Gonçalves, T.P., y Oliveira, M.C. (2012). Substrate color selection by tadpoles of *Physalaemus gracilis* (Boulenger, 1883)(Anura, Leiuperidae). *Panamerican Journal of Aquatic Sciences*, 7(2): 111-116.
- [20] Magurran, A.E y Henderson, P. A. (2003). Explaining the excess of rare species in natural species abundance distributions. *Nature*, 422: 714-716
- [21] Gotelli, N.J. y Colwell, R.K. (2011) Estimating species richness: in *Frontiers in measuring biodiversity*; Magurran, A.E. & McGill, B.J. (eds.); Oxford University Press, New York. pp 39-54
- [22] Keenleyside, K.; Dudley, N.; Cairns, S.; Hall, C. y Stolton, S. (2012). Ecological restoration for protected areas: principles, guidelines and best practices. IUCN, Gland, Switzerland.

### Dirección de los autores

Carlos E. Burbano Yandi

Grupo de Investigación en Ecología Animal, Departamento de Biología,

Universidad del Valle, Cali - Colombia

[carlos.burbano.yandi@correounivalle.edu.co](mailto:carlos.burbano.yandi@correounivalle.edu.co)

Mónica A. Gómez Díaz

Grupo de Investigación en Ecología Animal, Departamento de Biología,  
Universidad del Valle, Cali - Colombia  
monica.gomez.d@correounivalle.edu.co

Andrés Gómez Figueroa

Grupo de Investigación en Ecología Animal, Departamento de Biología,  
Universidad del Valle, Cali - Colombia  
andregf88@hotmail.com

David A. Velásquez Trujillo

Grupo de Investigación en Ecología Animal, Departamento de Biología,  
Universidad del Valle, Cali - Colombia  
david.velasquez@correounivalle.edu.co

Wilmar Bolívar García

Grupo de Investigación en Ecología Animal, Departamento de Biología,  
Universidad del Valle, Cali - Colombia  
wilmar.bolivar@correounivalle.edu.co