



ARTÍCULO ORIGINAL

INFLUENCIA DE LA ESTRUCTURA AMBIENTAL SOBRE LA DENSIDAD POBLACIONAL DE *DENDROBATES AURATUS*, EN EL BOSQUE TROPICAL FRAGMENTADO EN BOCAS DEL TORO

Structural and environmental influence on the population density of DENDROBATES Auratus, in the fragmented tropical forest in Bocas del Toro

Irving N. Gómez

Universidad de Panamá
 Centro Regional Universitario de Bocas del Toro
 Facultad de Ciencias Naturales y Exactas
 Panamá
 irving.gomez-t@up.ac.pa
<https://orcid.org/0000-0001-8907-373X>

Recepción: 30 de octubre de 2023

Aprobación: 15 de noviembre de 2023

DOI <https://doi.org/10.48204/j.centros.v13n1.a4634>

Resumen

El presente estudio determinó la asociación entre la densidad poblacional de *Dendrobates auratus* con los factores ambientales y de estructura en cinco transectos en un ecosistema de bosque tropical fragmentado en Bocas del Toro. Para ello se realizaron 25 muestreos entre los meses de marzo a julio de 2023. Se registraron un total de 138 individuos con una densidad de 0.055 individuos/m². La densidad poblacional y la temporada lluviosa estuvieron asociadas moderadamente con $r=0.62$. La asociación de la densidad con los factores ambientales y estructurales de los microhábitats demostraron asociaciones significativas sin grandes variaciones para ambos factores: en Cuerpos de agua (Cagua)= 0.861; Bromelia= 0.808; humedad del pastizal (HumP)= 0.743; humedad del bosque (HumB)= 0.709; temperatura del bosque (TB)= 0.681; bambú= 0.630; tronco= 0.588



y temperatura de pastizal (TP)= -0.547. El análisis de correspondencia canónica indicó que la densidad poblacional de *D. auratus* fue dependiente de ambos factores, presentando mejores asociaciones con los cuerpos de agua cercanos, el número de bromelias espacialmente disponibles, la humedad del bosque y la humedad y la temperatura del pastizal en sentido inverso al aumento de la densidad.

Palabras clave: Bosque fragmentado; Densidad poblacional; Factores ambientales; Factores estructurales; microhábitat.

Abstract

The present study determined the association between the population density of *Dendrobates auratus* with environmental and structure factors in five transects in a fragmented tropical forest ecosystem in Bocas del Toro. For this, 25 samplings were carried out between the months of March and July 2023. A total of 138 individuals were recorded with a density of 0.055 individuals/m². Population density and rainy season were moderately associated with $r=0.62$. The association of density with the environmental and structural factors of the microhabitats demonstrated significant associations without large variations for both factors: in Water Bodies (Cagua) = 0.861; Bromeliad = 0.808; grassland humidity (HumP) = 0.743; forest humidity (HumB) = 0.709; forest temperature (TB) = 0.681; bamboo= 0.630; trunk= 0.588 and grassland temperature (TP)= -0.547. The canonical correspondence analysis indicated that the population density of *D. auratus* was dependent on both factors, presenting better associations with nearby water bodies, the number of spatially available bromeliads, forest humidity, and grassland humidity and temperature in inverse direction to the increase in density.



Keywords: Environmental factors; Fragmented Forest; Microhabitat; Population density; Structural factors.

Introducción

Los anfibios son indicadores de cambios en el medio y cualquier efecto ambiental adverso podría disminuir su supervivencia poblacional (Reading, 2007) y modificar su distribución y el uso de los microhábitats que estos frecuentan (Hickling et al., 2006).

Para este estudio se seleccionó la especie *Dendrobates auratus* de la familia Dendrobatidae (amenazada por pérdida de hábitat y tráfico ilegal) (IUCN, S. 2021). Al igual que otras especies de la familia Dendrobatidae pueden encontrarse en áreas de bosque tropical lluvioso, donde su población puede estar afectado por la distribución espacial de las bromelias (Poelman y Dicke, 2008).

Debido al tipo de bosque donde habita, su distribución se extiende en América Central y Sur, desde Nicaragua hasta Panamá donde se le ha encontrado en todas las provincias hasta los 850 msnm (Castroviejo y Ibáñez, 2005).

Esta rana es de hábitos diurnos e invierte su energía en la búsqueda constante de alimento, es ágil, territorial y está siempre alerta (Herpetonica, 2015). Su rango de condición ambiental es muy bueno (temperatura entre 22 y 27 °C; humedad del 90%) (Poelman y Schafer, 2004), lo cual posiblemente le permite estar presente en diversos microambientes.

A pesar de su buena tolerancia medioambiental en bosques tropicales, en la región occidental de Bocas del Toro, específicamente en Changuinola, los bosques



han sido remplazados por zonas de cultivos (palma africana, cacao, plátano, banano, otoi, yuca, otros), reduciendo a fragmentos el bosque tropical nativo. “La modificación estructural de los hábitats es una de las causas que limita la distribución de anfibios a nivel nacional y mundial” (Bishop, 1992, p. 68).

La República de Panamá, en el año 2012, tenía una cobertura boscosa de 4, 982,159.21 has y para el 2019, esta disminuyó a 4, 925,789.72 has. La pérdida fue de 56,369.49 has de zona boscosa en siete años (MiAmbiente, 2019). Las causas de esta pérdida se pueden atribuir a la tala ilegal, al fraccionamiento de los bosques para la implementación de proyectos y la ganadería extensiva.

Los anfibios demuestran un apego por microhábitats específicos, “debido a su alta sensibilidad a las modificaciones de los factores ambientales” (Green, 2003, p.332). Para establecerse en un sitio seleccionarán algunas características que debe presentar el lugar, como, por ejemplo, “la temperatura ambiental y la estructura del hábitat ocupado” (Navas, 1996, como se citó en Gonzalez, 2018). Además, las variaciones térmicas del microhábitat pueden incidir en la elección de los sitios de reproducción y desarrollo de los renacuajos (Freidenburg y Skelly, 2004, p.369-370), pudiendo esto afectar la distribución de estos. Esto les convierte en excelentes bioindicadores que pueden responder a cambios producidos en el ambiente.

Las ranas de la familia Dendrobatidae son especies diurnas y terrestres del bosque tropical donde hay buen rango de temperatura con alta humedad ambiental (Campos et al., 2001, p.15) por lo cual hacen uso de diversos microhábitats como hojarasca, troncos caídos y bromelias, que mantienen la temperatura por ser reservorios de agua.



De esta forma surge la interrogante si los factores ambientales tienen mayor influencia que los componentes estructurales del bosque tropical fragmentado de baja elevación sobre la densidad de la rana venenosa verde y negra *Dendrobates auratus*.

Por todo lo antes expuesto y debido a la falta de información sobre estas variables en la provincia de Bocas del Toro que expliquen como la densidad poblacional de la rana venenosa verde y negra se ve influenciada por la asociación estructural y medioambiental debida a la fragmentación de hábitats para el uso agropecuario.

Materiales y Métodos

El área de estudio está ubicada en la provincia de Bocas del Toro, distrito de Changuinola, corregimiento de la Gloria, en Finca cuatro, en las antiguas vías del ferrocarril. El área de muestreo abarca aproximadamente cinco kilómetros, correspondiente a cinco transectos, los cuales incluyeron varios microhábitats, distinguiéndose zonas pastizales, troncos caídos, bromelias, cuerpos de agua y zonas de crecimiento de bambú (*Bambusa sp.*) muy cercanas a áreas fragmentadas del bosque con cultivos de *Theobroma cacao*.

En la Tabla 1 se presenta la georreferenciación de los 5 transectos estudiados en el área de Milla 10, Changuinola.



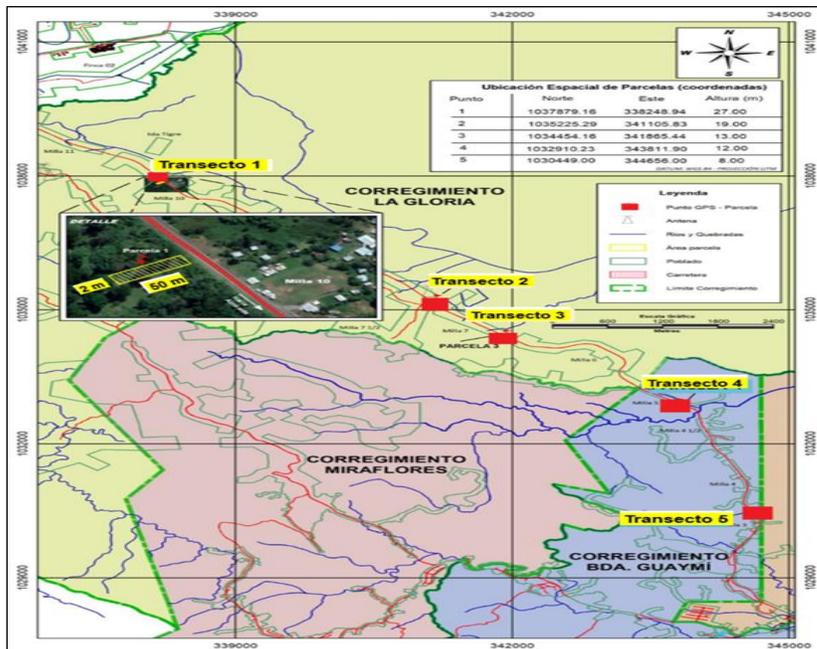
Tabla 1.
Ubicación satelital de los transectos en el área de estudio

Punto	Norte	Este	Altura (m.s.n.m.)
1	1037879.16	338248.94	27
2	1035225.29	341105.83	19
3	1034454.16	341865.44	13
4	1032910.23	343811.9	12
5	1030449.00	344656.00	8

La flora de la zona estudiada incluye vegetación de bosque aluvial siempre verde con especies de roble (*Tabebuia rosea*); el cedro (*Cedrela odorata*); además del bateo (*Carapa guianensis*); cerillo (*Symphonia globulifera*), el laurel (*Cordia alliodora*) y el cativo (*Prioria copaifera*), entremezcladas con cultivos de cacao y con algunas zonas poco y ocasionalmente inundadas con palmas, ciénagas de turba (Valdespino y Santamaría, 1997). El clima es tropical muy húmedo (Afi) (IGNTG, 2007), con una precipitación anual de 2000 mm. Los promedios anuales de temperatura fluctúan entre 18 y 34 °C en el litoral, mientras que el promedio anual de humedad relativa es de 84.5%, siendo el mes de junio el de mayor humedad.

Figura 1

Mapa de las millas en finca cuatro. Recorrido y localización de los puntos de estudio.



Fuente: QGIS 3.26.3

Los muestreos se realizaron dos veces al mes desde marzo a julio abarcando la temporada seca y lluviosa de 2023, con búsquedas diurnas, completando 10 visitas, utilizando cinco personas (1 persona/transecto) e invirtiendo una hora de búsqueda en cada transecto los cuales midieron 50 x 2 m establecidos de forma aleatoria (CRUMP, 1994). Las unidades de muestreo fueron recorridas cada una en un periodo de una hora por visita (entre las 10:00 y 11:00 a. m., en periodo diurno) cada 15 días durante los cinco meses.

Figura 2

Fragmentación para uso agropecuario (A), zona de arbustos, Transecto 4 (B)



Para la evaluación de la población de *D. auratus* se utilizó un método estándar de muestreo visual y captura a lo largo de los transectos (Heyer et al., 1994 y Bell y Donnelly, 2006), los cuales consisten en que dos o más personas caminen lentamente a lo largo de la unidad de muestreo, buscando cuidadosamente los anfibios que se encuentran en la hojarasca, ramas, troncos, hierbas y cuerpos de agua, proporcionando la cuantificación de la abundancia y densidad de las ranitas.

Las ranitas venenosas verde y negras (*D. auratus*), fueron fotografiadas y se midió la temperatura ambiental y el porcentaje de humedad del microhábitat, calculados con un termohigrómetro Weather Station - Model WS-1171 Tested, a poca altura sobre el suelo. Los individuos que se encontraban se capturaban para evitar volverlos a contar. Las técnicas utilizadas en este trabajo han sido estandarizadas por varios investigadores de la herpetofauna en bosques tropicales (Lips et al., 2001 y Angulo et al., 2006).

La densidad poblacional de las ranitas venenosas verdes y negras se presentó con una matriz y un gráfico de correlación de Spearman con IC 95% con



el estadístico Minitab 21.1 y se creó una gráfica de correlación de Spearman con IC 95% de la densidad relacionada con los factores medioambientales y estructurales en los cinco transectos en las temporadas seca y lluviosa.

Para establecer la relación por transectos entre los factores ambientales y estructurales y la densidad de *D. auratus*, se realizaron correlaciones de Spearman para cada transecto y se presentaron los valores más significativos de asociación en cada uno.

Por último, se realizó un análisis de correlación canónica con el estadístico Past 3.17, para representar espacialmente el grado de asociación de la densidad poblacional de *D. auratus* con las variables medioambientales y estructurales de los cinco transectos estudiados.

Resultados

La densidad poblacional de *Dendrobates auratus* registró la mayor abundancia en el quinto transecto, seguido por el cuarto transecto y en tercer lugar el transecto dos, en general los transectos presentaron correlaciones significativas entre las poblaciones en cada transecto, como se muestra en la Figura 3. Los resultados del análisis de regresión demostraron una asociación de $r= 0.630$ entre las densidades y la precipitación durante los meses de muestreo, como se aprecia en la Figura 4.

Figura 3

*Densidad de *D. auratus* en los cinco transectos en Finca 4, Bocas del Toro*

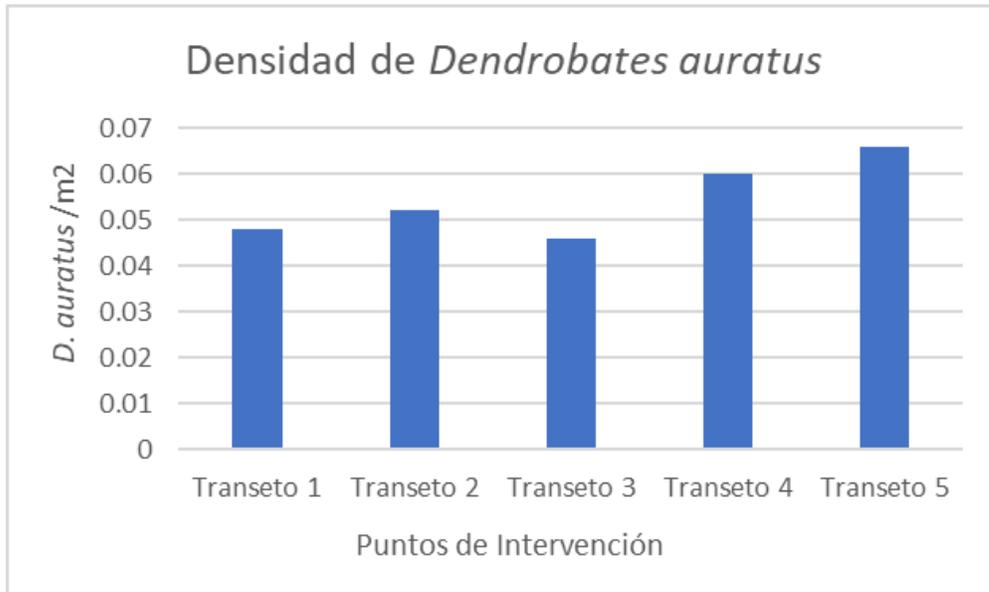
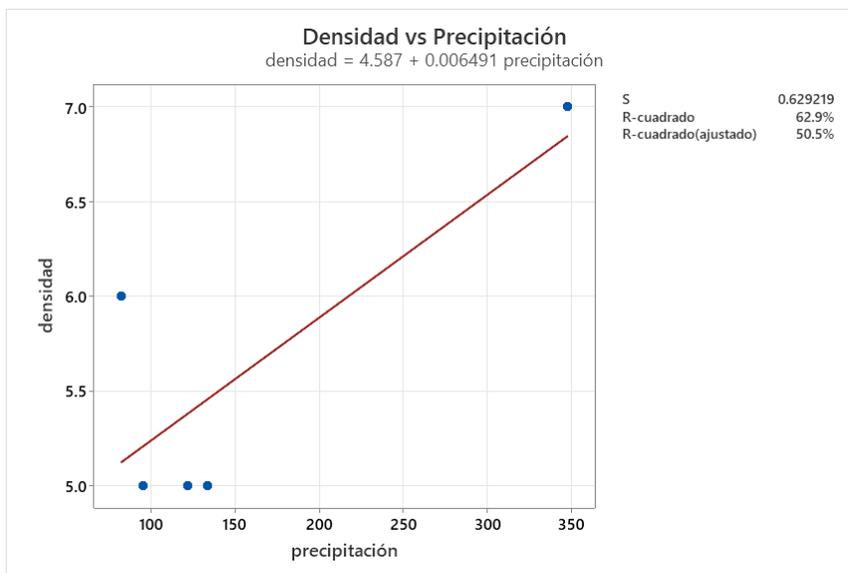


Figura. 4

Regresión lineal de asociación entre la precipitación y la densidad





En la Tabla 2, se presenta una matriz de correlaciones, para medir la fuerza y dirección de la asociación entre la densidad con los factores medioambientales y estructurales del bosque, demostrando altas asociaciones, las cuales se pueden observar en la Figura 5, con un gráfico de correlación de Spearman con IC 95%, para medir el grado de correspondencia existente entre los rangos que se asignan a los valores de los factores analizados, demostrando el ajuste en las dispersiones para ambos grupos de factores.

Tabla 2

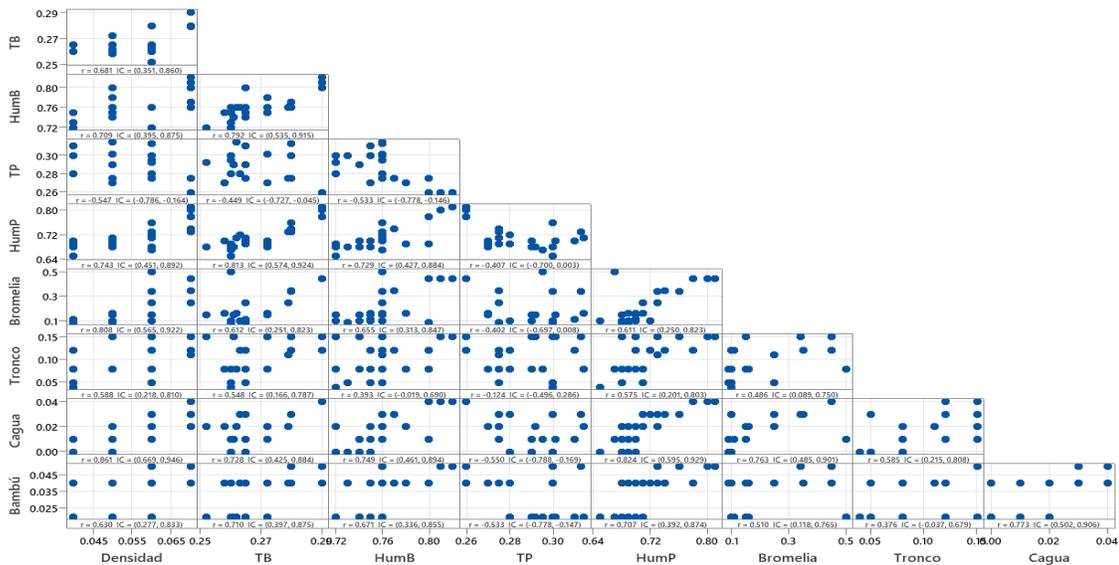
Matriz de correlaciones totales de la Densidad y factores medioambientales y estructurales

	Densidad	TB	HumB	TP	HumP	Bromelia	Tronco	Cagua
TB	0.681							
HumB	0.709	0.792						
TP	-0.547	-0.449	-0.533					
HumP	0.743	0.813	0.729	-0.407				
Bromelia	0.808	0.612	0.655	-0.402	0.611			
Tronco	0.588	0.548	0.393	-0.124	0.575	0.486		
Cagua	0.861	0.728	0.749	-0.550	0.824	0.763	0.585	
Bambú	0.63	0.710	0.671	-0.533	0.707	0.51	0.376	0.773

Simbología: (TP: temperatura en pastizal; TB: temperatura en el interior del bosque; HumB: humedad en el interior del bosque; HumP: humedad en pastizal; Cagua: cuerpos de agua).

Figura 5

Correlación de Spearman de la densidad con los factores medioambientales y estructurales



Del análisis estadístico de correlación de Spearman, elaborado con Minitab 21.1, se pueden destacar los valores más importantes de asociación en cada transecto, presentados en la Tabla 3, demostrando que la densidad de *D. auratus* está influenciada en mayor grado por los factores estructurales que por los ambientales. En este sentido, el quinto transecto presentó la mayor asociación a factores medioambientales.



Tabla 3

Matriz de abundancia y correlaciones totales de la Densidad con los factores medioambientales y estructurales

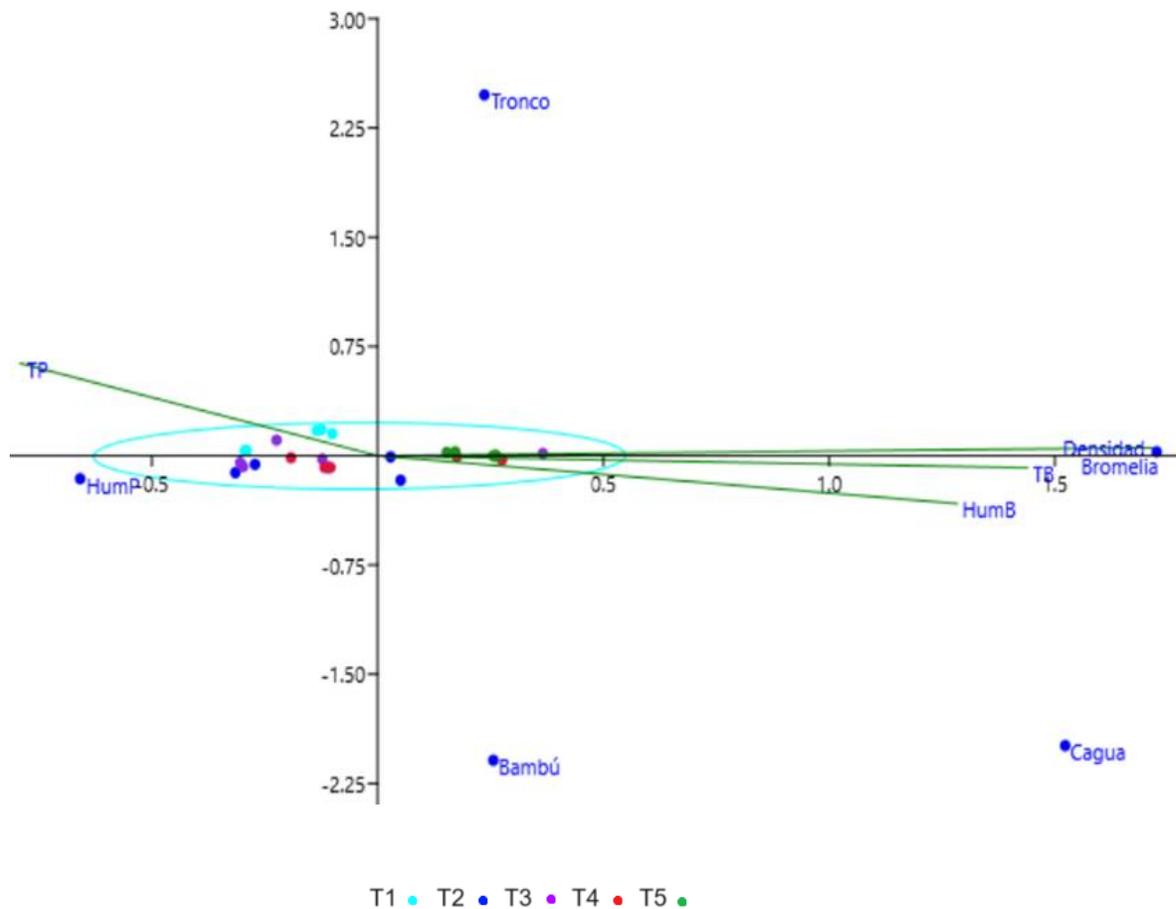
Transecto 1	Transecto 2	Transecto 3	Transecto 4	Transecto 5
TP = 0.688	Tb= 0.763	HumB= 0.884	Tb= 0.649	TP = -0.968
Cagua= 0.825	HumP= 0.975	Bromelia 0.918	HumP= 0.949	TB= 0.913
Tronco= 0.645	Bromelia= 0.892	Cagua= 0.648	Tronco= 0.913	HumB= 0.913
Bromelia= 0.645	Cagua= 0.763		Cagua= 0.917	HumP= 0.889
			Bromelia 0.632	Bromelia 0.973
				Cagua= 0.973
Abundancia= 25	Abundancia= 27	Abundancia= 23	Abundancia= 30	Abundancia= 33

Simbología: (TP: temperatura en pastizal; TB: temperatura en el interior del bosque; HumB: humedad en el interior del bosque; HumP: humedad en pastizal; Cagua: cuerpos de agua).

A través de un análisis de correlación canónica se presentó la dependencia entre la densidad poblacional de *D. auratus* y las variables medioambientales y estructurales de los cinco transectos estudiados. De esta forma, en la Figura 6, se pudo apreciar simultáneamente la correlación entre variables de manera individual y entre conjuntos de variables, indicando que para la mayoría de los transectos la densidad depende significativamente de los factores medioambientales como la humedad y la temperatura del bosque, pero también de la estructura de los componentes que le brinda el microhábitat, principalmente por el número de bromelias, y los cuerpos de agua. Se apreció además el efecto negativo de la temperatura del pastizal y la asociación moderada con el número de troncos caídos y las formaciones de bambú.

Figura 6

Correspondencia canónica de la Densidad asociada a factores medioambientales y estructurales en los transectos seleccionados.



Simbología: (En azul aparecen los factores ambientales y estructurales, TP: temperatura en pastizal; TB: temperatura al interno del bosque; HumB: humedad en el interior del bosque; HumP: humedad en pastizal; Bromelia; Tronco; Cagua: cuerpos de agua; Bambú, T1-T5: transectos).

Discusión

Este trabajo, evidencia la dependencia que crean los factores ambientales y los factores estructurales de los bosques tropicales fragmentados sobre la densidad



de especies de anfibios, que tal vez por plasticidad o por adaptación local pueden sobrevivir creando una respuesta frente a las variables del entorno.

Tanto la temperatura como la humedad del medio resultaron ser factores sumamente relacionados con el aumento de las densidades de la rana venenosa *Dendrobates auratus*, coincidiendo con la mayoría de los estudios realizados en bosque tropical, pero en Bocas del Toro, la realidad de estos bosques a baja elevación es de una fragmentación, que en muchos casos está ligada a los sistemas agroforestales que unidos a sus coberturas arbóreas, permiten que se mantenga una elevada heterogeneidad estructural donde se combinan perfectamente la temperatura, la humedad y los requerimientos estructurales para la reproducción, protección y alimentación como le brindan los cacaotales a las poblaciones de anfibios más tolerantes al disturbio antropogénico como *Dendrobates auratus*.

Después de contar 138 individuos en los transectos de observación, la densidad poblacional de *D. auratus* no presentó grandes variaciones en general, pero sí a nivel de microhábitats. Esto concuerda con un trabajo realizado por (Labra et al., 2008), donde expone que *D. auratus* tiene una amplia densidad y distribución siempre y cuando los microhábitats tengan condiciones ambientales favorables. En cuanto a la relación con la precipitación existe una moderada relación posiblemente debido a las variaciones que tiene el régimen lluvioso en Bocas del Toro.

En este sentido, *D. auratus* se aprecia como una especie extendida y de preferencia por áreas abiertas (Toft, 1981), donde la mayor abundancia la presentó el transecto cinco, seguido por el transecto cuatro, probablemente relacionado al efecto que causa el desarrollo de bromelias a moderada altura, la presencia de cuerpos de agua encontrados en el interior del bosque tropical fragmentado.



Además, la temperatura y humedad del bosque que unidos a la heterogeneidad espacial incrementa el número de microhábitats y así la densidad de las poblaciones de anfibios (Duellman y Trueb, 1994).

En cuanto a la asociación con factores de estructura, los cuerpos de agua y bromelias se observaron cómo los componentes estructurales más determinantes sobre la densidad poblacional de *D. auratus*. Esto se demuestra por su gran asociación en cuatro de los cinco transectos, como sugiere (Gutiérrez, 2011) quien afirma que una población de anfibios establecida en un sitio tendrá una correlación significativa y positiva con las distancias a donde están los cuerpos de agua. En este mismo sentido las Bromelias son reservorios naturales de agua y humedad, permitiendo el desarrollo de las crías de los anfibios al encontrarse a distancias estratégicas.

Todo lo antes descrito puede observarse en el análisis de correspondencia canónica, que establece la dependencia significativa entre la densidad tanto para los factores ambientales como para los factores estructurales en casi todos los transectos.

Esto ocurre porque se considera a la temperatura del ambiente como la variable ambiental más importante para la subsistencia de los anfibios, porque afecta su adecuación biológica (Angilletta, 2009, como se citó en Alveal, 2015). Pero también en bosques tropicales que han sido fragmentados las respuestas de las ranas depende más de las necesidades estructurales del microhábitat como los cuerpos de agua, bromelias y troncos caídos (Malcolm, 1997, que se citó en Ríos. 2011, p. 126).



Los factores ambientales al parecer no son los únicos que influyen sobre la población de *D. auratus* modificando sus densidades en los microhábitats seleccionados en este estudio, pues existen otros estructurales de naturaleza interna como la presencia de cuerpos de agua, el número de bromelias en los árboles circundantes y la disponibilidad de sitios de reproducción y refugio como troncos caídos y formaciones de bambú, como sugiere (Malcolm, 1997, que se citó en Ríos. 2011, p. 126), combinándose significativamente para determinar la existente abundancia de la especie en estos bosques que han sido intervenidos para diversas actividades agropecuarias a baja escala. Esto también queda demostrado al observar la correspondencia canónica obtenida, la cual asocia de forma inversamente proporcional la densidad de *D. auratus* con la temperatura de pastizal en el borde del bosque en el primer y segundo transecto.

Otros elementos que podrían estar beneficiando la densidad de la población, al menos para la especie *D. auratus*, es que la fragmentación del bosque haya sido utilizada para la siembra de *Theobroma cacao*, en los transectos dos, cuatro y cinco, con las mejores asociaciones a ambos factores, posiblemente porque ofrecen una gran cantidad de hojarasca presente en estas tipologías de cultivo, transformando el suelo en un sitio de apareamiento y deposición de los huevos en la hojarasca que mantiene una alta humedad al interior del bosque.

Al parecer los efectos de los factores ambientales aumentan en los bosques fragmentados con cultivos de *Theobroma cacao*, propiciando una buena humedad del suelo y favoreciendo la alimentación a base de hormigas, artrópodos pequeños y coleópteros presentes en la hojarasca, aparte que la cobertura del árbol ofrece bajas cantidades de luz que regula significativamente el estrés del calor de los anfibios, como sugiere (Heinen, 1992).



Agradecimientos

Deseo agradecer muy especialmente a la comunidad de Finca 4, milla 10, por haberme permitido realizar este tipo de investigaciones en sus fincas. A mi hija y mis estudiantes graduandos del Crubo, aficionados por la taxonomía de anfibios por ayudarme en las jornadas de muestreo, mi más grande agradecimiento.

Referencias Bibliográficas

- Altamirano, A. 2010. Deforestación en ecosistemas templados de la precordillera andina del centro-sur de Chile. *Bosque (Valdivia)*. 31(1):53-64. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-92002010000100007>
- Alveal Riquelme, N. F. (2015). Relaciones entre la fisiología térmica y las características bioclimáticas de *Rhinella spinulosa* (Anura: Bufonidae) en Chile a través del enlace mecanicista de nicho térmico. Recuperado de: <http://repositorio.udec.cl/jspui/handle/11594/1797>
- Angilletta, M. J. (2009). Thermal adaptation: a theoretical and empirical synthesis. <https://n9.cl/57icw>
- Angulo, A., Rueda-Almonacid, J. V., Rodríguez-Mahecha, J. V., y La Marca, E. (2006). Monitoreo para los anfibios de LA. https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Angulo%2C+A.%2C+Rueda-Almonacid%2C+J.+V.%2C+Rodr%C3%ADguez-Mahecha%2C+J.+V.%2C+y+La+Marca%2C+E.+%282006%29.+Monitoreo+para+los+anfibios+de+LA.&btnG=
- Bishop, C. A., y Pettit, K. E. (1992). Declines in Canadian amphibian populations: designing a national monitoring strategy. <https://cir.nii.ac.jp/crid/1130282270959107840>
- Campos, F., Yáñez-Muñoz, M., Izquierdo, J., y Fuentes, P. (2001). Herpetofauna de los bosques montanos del área de influencia norte de la Reserva Ecológica Cayambe Coca (RECA Y): sectores: La Bonita, Rosa Florida, La Sofía, La Barquilla, Sucumbíos, Ecuador. doi: [10.13140/RG.2.1.1194.8563](https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1194.8563)



- Castroviejo, S., y Ibáñez, A. (Eds.). (2005). Estudios sobre la biodiversidad de la región de Bahía Honda (*Veraguas, Panamá*) (Vol. 20). Editorial CSIC-CSIC Press. <https://n9.cl/23i5f>
- Crump ML, Scott NJ. 1994. Standard Techniques for Inventory and Monitoring. En: Heyer WR, Donnelly MA, McDiarmid RW, Hayek AC, Foster MS (eds.). Measuring and monitoring biological diversity: Standard methods for amphibians. Smithsonian Institution Press, Washington, D. C., pp. 77-141 https://repository.si.edu/bitstream/handle/10088/19095/vz_chapter_6.pdf
- Duellman, W. y Trueb, L. (1986). Biology of Amphibians. Johns Hopkins University Press, Baltimore, USA.
- Freidenburg, L. K., y Skelly, D. K (2004). Microgeographical variation in thermal preference by an amphibian. *Ecology Letters*, 7(5), 369-373. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2004.00587.x>
- Gonzalez Trejo, O. (2018). Efecto de la perturbación humana sobre la abundancia, uso de hábitat y funcionamiento fisiológico de *Rhinella marina* en Villa de Zaachila, Oaxaca. http://literatura.ciidiroaxaca.ipn.mx:8080/xmlui/handle/LITER_CIIDIROAX/362
- Green, D. M. (2003). The ecology of extinction: population fluctuation and decline in amphibians. *Biological conservation*, 111(3), 331-343. doi: [10.1016/S0006-3207\(02\)00302-6](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(02)00302-6)
- Gutiérrez Zúñiga, Rolando A. "Impacto de los sistemas agroforestales con cacao (*Theobroma cacao*) en la conservación de herpetofauna de hojarasca, en un paisaje fragmentado del trópico húmedo de Panamá." *Programa Agroambiental Mesoamericano (MAP). Fase I* (2011). Recuperado de: <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/5213>
- Heinen, J. 1992. Comparisons of the Leaf Litter Herpetofauna in Abandoned Cacao Plantations and Primary Rain Forest in Costa Rica: Some Implications for Faunal Restoration. *Biotropica*, 24(3), 431-439. doi: [10.2307/2388614](https://doi.org/10.2307/2388614)
- Herpetonica, G. (2015). Guía ilustrada de anfibios y reptiles de Nicaragua. https://www.researchgate.net/publication/326930729_Guia_Ilustrada_de_los_Anfibios_y_Reptiles_de_Nicaragua_Herpetonicas



- Heyer, R., Donnelly, M. A., Foster, M., y McDiarmid, R. (Eds.). (2014). Measuring and monitoring biological diversity: standard methods for amphibians. Smithsonian Institution. <https://pubs.usgs.gov/publication/5200175>
- Hickling R, Roy DB, Hill JK, Fox R y Thomas CD. 2006. The distributions of a wide range of taxonomic groups are expanding polewards. *Global Change Biology*, 12, 450-455. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2006.01116.x>
- IGNTG. (2007). Atlas Nacional de la República de Panamá. Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia, Ministerio de Obras Públicas, Panamá, República de Panamá. https://ignpanama.anati.gob.pa/images/Revista/REVISTA_GEODESARROLLO_VOL1.PDF
- IUCN, S. (2021). Amphibian Specialist Group (2020). <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-2.RLTS.T55174A3024941.en>
- Labra, A., Vidal, M. A., Solís, R., y Penna, M. (2008). Ecofisiología de anfibios y reptiles. Herpetología de Chile. Santiago, *Science Verlag*, 593p, 483-516. Recuperado de: https://www.researchgate.net/profile/Antonieta-Labra-2/publication/274079980_Ecofisiologia_de_anfibios_y_reptiles/links/55155cf50cf2d70ee2701c3e/Ecofisiologia-de-anfibios-y-reptiles.pdf
- Leenders, T. (2001). Amphibians and Reptiles of Costa Rica. Zona Tropical, S.A.
- Lips, K. R. (2001). Amphibian monitoring in Latin America: a protocol manual (No. 30). Society for the Study of Amphibians and Reptiles. Mattison, C. (1993). Keeping and breeding amphibians: caecilians, newts, salamanders, frogs, and toads. Blandford. <https://www.amphibianark.org/wp-content/uploads/2018/07/Amphibian-monitoring-in-Latin-America.pdf>
- Malcom, J.R., 1997.- Biomass and diversity of small mammals in Amazonas Forest fragments: 207-221 (en)
- MiAmbiente (2019b). Ministerio de Ambiente. Diagnóstico sobre la Cobertura de Bosques y otras Tierras Boscosas de Panamá, 2019. https://www.gacetaoficial.gob.pa/pdfTemp/29131_A/81297.pdf
- Moyes, C. D., y Schulte, P. M. (2005). Animal Physiology (p. 21). San Francisco, CA: Benjamin Cummings.



- Navas, C. A. (1996). Implications of microhabitat selection and patterns of activity on the thermal ecology of high elevation neotropical anurans. *Oecologia*, 108, 617-626. doi: [10.1007/BF00329034](https://doi.org/10.1007/BF00329034)
- Ojasti, J., y Dallmeier, F. (2000). Manejo de fauna silvestre neotropical (Vol. 5). Estados Unidos: Smithsonian Institution/MAB Program. <https://bibliotecavirtualaserena.files.wordpress.com/2017/11/libro-de-manejo-de-fauna-de-ojasti.pdf>
- Poelman, E. H., y Dicke, M. (2008). Space Use of Amazonian Poison Frogs: Testing the Reproductive Resource Defense Hypothesis. *Journal of Herpetology*, 42(2), 270–278. <https://www.jstor.org/stable/40060512>
- Poelman, E. y Schafer R. Poison Frogs-Species-Dendrobates auratus & Dendrobates truncatus. 2004.
- Reading, C. J. (2007). Linking global warming to amphibian declines through its effects on female body condition and survivorship. *Oecología*, 151(1), 125-131. doi: [10.1007/s00442-006-0558-1](https://doi.org/10.1007/s00442-006-0558-1)
- Ríos, C., Puerta, L., y Sierra, J. (2011). Densidad poblacional de Ranitomeya opisthomelas y su relación con variables ambientales y de hábitat en cuatro bosques de la Cordillera Central colombiana. *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural*, 15(2), 121-129. <https://revistasojs.ucaldas.edu.co/index.php/boletincientifico/article/view/4613>
- Savage, J. M. 2002. Amphibians and Reptiles of Costa Rica: a herpetofauna between two continents, between two continents, between two seas. The University of Chicago Press. Chicago, EU.
- Toft, C. A. (1981). Feeding ecology of Panamanian litter anurans: patterns in diet and foraging mode. *Journal of herpetology*, 139-144. <https://doi.org/10.2307/1563372>
- Valdespino, I. y Santamaría, D. (1997). Evaluación ecológica rápida del Parque Nacional Marino Isla Bastimentos y áreas de influencia, isla Solarte, Swan Cay, Mimitimbi (isla Colón) y el humedal San San-Pond Sak, provincia de Bocas del Toro. Tomo 1: Recursos terrestres. ANCON, Panamá. https://www.itto.int/files/itto_project_db_input/2059/Technical/PI%20EER%20Complete.pdf



Centros
Revista Científica Universitaria
Volumen 13, número 1, enero – junio de 2024, pp. 60-81
ISSN 2953-3007



Yáñez-Muñoz, M., y Puig, J. P. R. (2008). Evaluación de la Herpetofauna de las Reservas Biológicas de la Fundación Ecominga. Cuenca Alta del Río Pastaza. Ecuador. doi: [10.13140/RG.2.1.1492.8409](https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1492.8409)