

Viviendo entre los muertos: caracterización del nicho ecológico de la rana arlequín variable

Diego A. Gómez Hoyos¹

¹ Fundación Soy Conservación, Caicedonia-Valle del Cauca, Colombia.
diegogomez@soyconservación.org

Introducción

La Rana Arlequín Variable fue abundante y se consideró común en los bosques premontano y montano bajo de Costa Rica y Panamá (Savage 2002). Sin embargo, sus poblaciones sufrieron fuertes declives en la década de los 80's y 90's, hasta el punto de considerarla extinta en Costa Rica y poco común en Panamá (Lips 1999; IUCN SSC Amphibian Specialist Group, 2020). Por esta razón, la especie actualmente se encuentra categorizada como en Peligro Crítico de acuerdo a la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN SSC Amphibian Specialist Group, 2020).

En la actualidad existen reportes recientes de poblaciones remanentes de la Rana Arlequín Variable en Panamá (Perez et al. 2014) y Costa Rica (Ryan et al. 2005, González-Maya et al. 2013, Barrio-Amorós y Abarca 2016). Estos hallazgos ofrecen una oportunidad única para realizar investigaciones que permitan conocer el estado de conservación post-declive de la especie y tratar de comprender los factores relacionados con su persistencia (Gómez-Hoyos et al. 2020).

Objetivos

Describir el nicho ecológico histórico y de las poblaciones remanentes de la rana arlequín variable (*Atelopus varius*).

Identificar las variables bioclimáticas que mejor describen la distribución de la especie y comparar la representación de estas variables en su distribución actual

Métodos

Los datos de *Atelopus varius*, fueron descargados de la plataforma GBIF (GBIF 27 April 2025), de los cuales se seleccionaron aquellos que correspondían a registros de museo y que coincidían con el polígono de la especie en la lista roja de la IUCN. Los registros de iNaturalist fueron excluidos, porque para especies amenazadas las coordenadas se encuentran oscurecidas, excepto para los registros de Costa Rica que fueron otorgados por el nodo nacional de la plataforma. Estos registros fueron complementados por registros no publicados de Costa Rica y Panamá. Con estos datos, se realizó una partición 0.7:0.3 para calibración y de validación, respectivamente. Con los registros se generó un buffer de 300 km y se cortaron las capas bioclimáticas. Con estos datos se calibró el modelo y se calcularon los elipsoides y se escogieron los modelos con un criterio de omisión menor al 1%. Estos procedimientos se realizaron con el paquete ntbox (Osorio-Olvera et al. 2020) para el lenguaje R (R Core Team 2024). Otros paquetes utilizados para el procesamiento de la información fueron raster (Hijmans 2025) y geodata (Hijmans et al. 2024).

Las variables que caracterizaron el nicho ecológico de la especie fueron usadas para representarlas en estadística descriptiva y gráficas de cajas y bigotes, tanto para los datos históricos de la especie como para los registros confirmados actuales, con el fin de identificar diferencias en las variables que caracterizan el nicho. Esto se realizó con ayuda del paquete ggplot2 (Wickham 2016)

Resultados

La distribución histórica de *Atelopus varius* incluye el noroccidente de Costa Rica y el occidente de Panamá (Figura 1). Luego de su declive, las poblaciones remanentes parecen restringirse en Costa Rica al suroriente, pero se mantiene el mismo patrón en Panamá, con algunas potenciales extinciones locales (Figura 1).

De acuerdo a los modelos de elipsoides, obtuvimos cuatro modelos con tasas de omisión menor al 1%. Estos modelos, tuvieron valores de AUC entre 0.79 y 0.91 e involucraron variables bioclimáticas como la bio2, bio3, bio12, bio 13, bio14, bio 15 y bio19 (Cuadro 1).

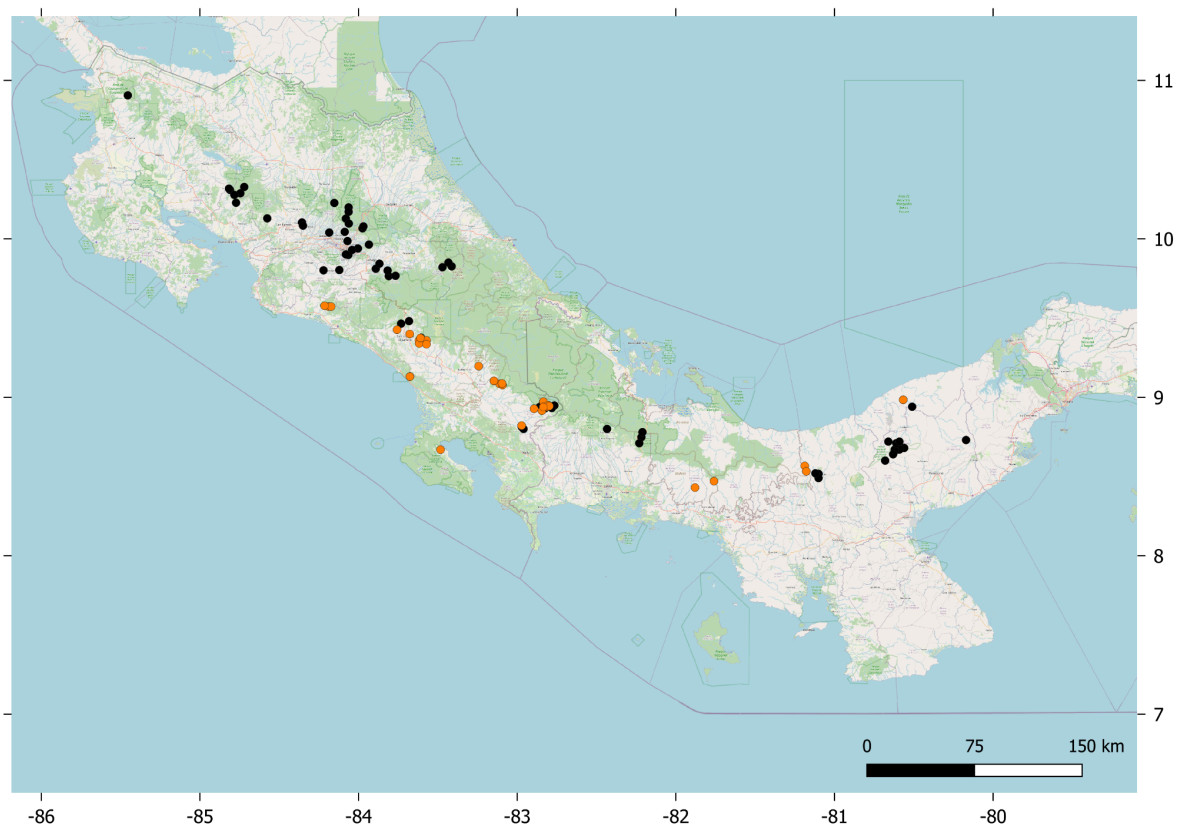


Figura 1. Distribución histórica (puntos negros) y actual (puntos anaranjados) de *Atelopus varius* en Costa Rica y Panamá

Cuadro 1. Variables bioclimáticas de los modelos basados en elipsoides con una tasa de omisión menor a 1% y el AUC, para *Atelopus varius*.

Variables bioclimáticas	AUC
bio2, bio3, bio12, bio14, bio19	0.91
bio3, bio12, bio13	0.87
bio13, bio15, bio19	0.81
bio12, bio13, bio19	0.79

Estas variables que caracterizan el nicho ecológico de la especie, tuvieron cambios para las poblaciones remanentes de la especie (Figura 2). Para la variable bio2 (Rango promedio diario (promedio mensual (temperatura máxima - temperatura mínima)) y bio13 (Precipitación del mes más lluvioso) se observa un aumento del promedio y la mediana, así como valores mayores del rango intercuartílico en los registros actuales de la especie; para

bio3 (Isotermalidad (BIO2/BIO7) ($\times 100$)) sólo cambió la mediana; para bio12 (precipitación anual) se redujo el rango intercuartílico; para bio14 (Precipitación del mes más seco) se redujo el rango intercuartílico y disminuyó el promedio; para bio15 (Estacionalidad de la precipitación (coeficiente de variación)) aumentó el promedio, la mediana y presenta un rango intercuartílico más estrecho; para bio19 (Precipitación del trimestre más frío) hubo cambios en mediana y promedios.

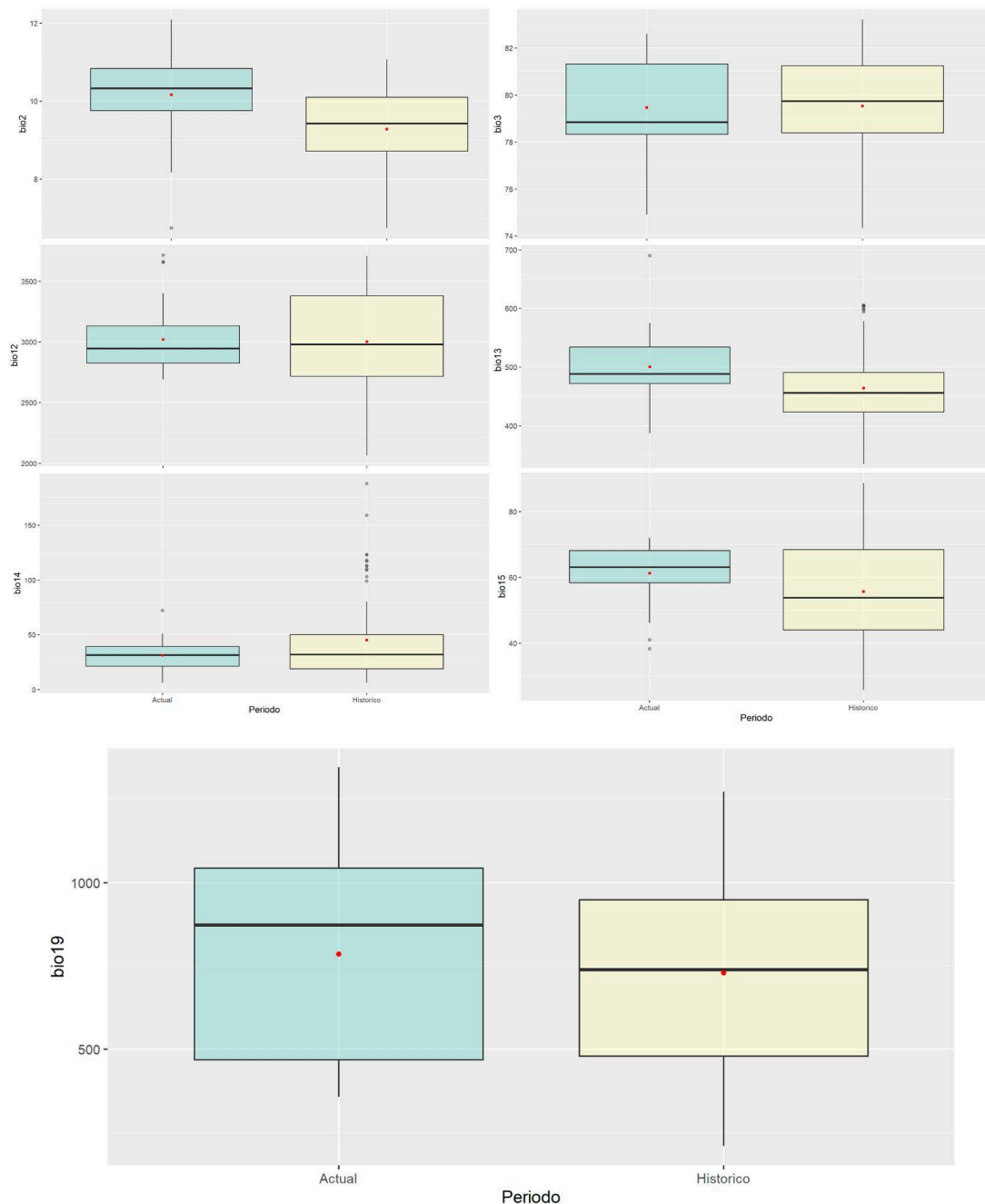


Figura 2. Representación de gráficas de caja y bigotes para las variables bioclimáticas (bio2, bio3, bio12, bio 13, bio14, bio 15 y bio19) que caracterizan el nicho ecológico de *Atelopus varius* para los registros actuales e históricos.

Discusión y conclusiones

La distribución actual de la Rana Arlequín Variable muestra una contracción latitudinal, principalmente en Costa Rica en comparación a su distribución histórica (Savage 2002). Esto explica los cambios en las características bioclimáticas de su nicho ecológico. Los cambios en las variables bioclimáticas más notables, incluye poblaciones remanentes de la especie en lugares en donde el rango promedio diurno de temperatura (bio2) y la precipitación del mes más lluvioso es mayor, un coeficiente de variación de la precipitación (bio15) mayor, es decir, que tiene una distribución menos uniforme en el año.

La distribución actual de *Atelopus varius* y la representación de variables bioclimáticas que caracterizan las poblaciones remanentes, muestran cambios que podrían ayudar a explicar los patrones de extinciones locales. Es necesario establecer la relación de estas variables con la idoneidad de hábitat para el patógeno *Batrachochytrium dendrobatidis*, posiblemente relacionado con las extinciones. En cuanto a las variables relacionadas con precipitación, podrían estar relacionadas con su reproducción, al observarse sus temporadas en meses más secos, favoreciendo una mayor estacionalidad en la precipitación.

Literatura citada

Barrio-Amorós, C.L., and J. Abarca. 2016. Another surviving population of the Critically Endangered *Atelopus varius* (Anura: Bufonidae) in Costa Rica. *Mesoamerican Herpetology* 3:128-134.

GBIF.org (27 April 2025) GBIF Occurrence Download <https://doi.org/10.15468/dl.tzfnh7>

Gómez-Hoyos, D. A., Seisdedos-de-Vergara, R., Schipper, J., Allard, R., González-Maya, J. F., 2020. Potential effect of habitat disturbance on reproduction of the critically endangered harlequin frog *Atelopus varius* in Las Tablas, Costa Rica. *Animal Biodiversity and Conservation*, 43.1: 1–7, Doi: <https://doi.org/10.32800/abc.2020.43.0001>

González-Maya, J. F., Gómez-Hoyos, D. A., Cruz-Lizano, I., Schipper, J., 2018. From hope to alert: demography of a remnant population of the Critically Endangered *Atelopus varius* from Costa Rica. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 53(3): 194–200.

Hijmans R (2025). *_raster: Geographic Data Analysis and Modeling_*. R package version 3.6-32, <<https://CRAN.R-project.org/package=raster>>

Hijmans RJ, Barbosa M, Ghosh A, Mandel A (2024). *_geodata: Download Geographic Data_*. R package version 0.6-2, <<https://CRAN.R-project.org/package=geodata>>.

IUCN SSC Amphibian Specialist Group. 2020. *Atelopus varius*. The IUCN Red List of Threatened Species 2020: e.T54560A3016252.
<https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-3.RLTS.T54560A3016252.en>. Accessed on 27 April 2025.

Lips, K.R. 1999. Mass mortality and population declines of anurans at an upland site in western Panama. *Conservation Biology* 13(1):117-125.

Osorio-Olvera, L., Lira-Noriega, A., Soberón, J., Peterson, A.T., Falconi, M., Contreras-Díaz, R.G., Martínez-Meyer, E., Barve, V. y Barve, N. 2020. *ntbox: an R package with graphical user interface for modeling and evaluating multidimensional ecological niches* *Methods in Ecology and Evolution* 11(10):1199-1206. <http://doi:10.1111/2041-210X.13452>

Perez, R., C.L. Richards-Zawacki, A. R. Krohn, M. Robak, E.J. Griffith, H. Ross, B. Gratwicke, R. Ibáñez, and J. Voyles. 2014. Field survey in western Panama indicate populations of *Atelopus varius* frogs are persisting in regions where *Batrachochytrium dendrobatidis* is now enzootic. *Amphibian & Reptile Conservation* 8(2):30-35.

R Core Team (2024). *_R: A Language and Environment for Statistical Computing_*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <<https://www.R-project.org/>>.

Ryan, M., E. Berlin y R. Gagliardo. 2005. Further exploration in search of *Atelopus varius* in Costa Rica. *FrogLog* 69: 1-2.

Savage, J.M. 2002. *The amphibians and reptiles of Costa Rica: a herpetofauna between two continents, between two seas*. University of Chicago press, Chicago.

Wickham, H. 2016. *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. Springer-Verlag New York.