

## USO DE MICROAMBIENTES (FITOTELMATA) COMO ESTRATEGIA DE SUPERVIVENCIA DE LOS ANFIBIOS Y REPTILES EN EL BOSQUE TROPICAL DE BONYIC, BOCAS DEL TORO

*Use of microenvironments (phytotelmata) as a survival strategy of amphibians and reptiles in the Bonyic tropical forest, Bocas del Toro*

**Irving N. Gómez**

Universidad de Panamá  
Panamá

[irving.gomez-t@up.ac.pa](mailto:irving.gomez-t@up.ac.pa)

<https://orcid.org/0000-0001-8907-373X>

**Britany Atencio**

Universidad de Panamá  
Panamá

[britany.atencio@up.ac.pa](mailto:britany.atencio@up.ac.pa)

<https://orcid.org/0009-0007-7420-9973>

**Christopher Cáseres**

Universidad de Panamá  
Panamá

[christopher.caseres@up.ac.pa](mailto:christopher.caseres@up.ac.pa)

<https://orcid.org/0009-0001-7921-9528>

Recibido: 5 de noviembre 2024

Aceptado: 30 de diciembre 2024

DOI <https://doi.org/10.48204/j.centros.v14n1.a6600>

### Resumen

---

El estudio determinó el uso de los microambientes (fitotelmata) como una estrategia de supervivencia de anfibios y reptiles susceptibles al cambio climático en el centro ecológico Weckso. Para ello se realizaron 16 muestreos entre los meses de mayo a agosto de 2024, registrando un total de 128 individuos distribuidos entre los microambientes. bromelias de suelo, bromelias epífitas, tocón de bambú y grietas en árbol. La correspondencia canónica entre la abundancia de la herpetofauna y



los factores de cambio climático (temperatura y volumen de precipitación) en los microambientes demostraron asociaciones significativas e inversas, donde al aumentar la temperatura del ambiente y disminuir la precipitación, los anfibios y reptiles usan los microambientes húmedos y cuando inician las lluvias se distribuyen hacia otros entornos. Esto también se comprobó con el análisis de las coberturas muestrales del programa iNEXT online, obteniendo coberturas bastante completas, para un 93.9% en bromelias de suelo; 82.8% en bromelias epífitas y 82.1% en tocón en bambú, justo en el momento de mayor temperatura y escasez de precipitaciones. Las especies *O. pumilio* y *D. auratus* son especies vulnerables por ley nacional en este estudio y fueron las más asociadas y abundantes en los microambientes (fitotelmata).

**Palabras clave:** Bromelias; cambio climático; distribución espacio temporal; fitotelmata; microambientes.

## Abstract

---

The study determined the use of microenvironments (phytotelmata) as a survival strategy for amphibians and reptiles susceptible to climate change at the Weckso ecological center. For this purpose, 16 samplings were carried out between the months of May and August 2024, recording a total of 128 individuals distributed among the microenvironments: soil bromeliads, epiphytic bromeliads, bamboo stumps, and tree cracks. The canonical correspondence between the abundance of herpetofauna and climate change factors (temperature and precipitation volume) in the microenvironments demonstrated significant and inverse associations, whereas the ambient temperature increases, and precipitation decreases, amphibians and reptiles use humid microenvironments and when the rains begin, they are distributed to other environments. This was also confirmed by the analysis of the sample





coverages of the online iNEXT program, obtaining quite complete coverages, for 93.9% in ground bromeliads; 82.8% in epiphytic bromeliads and 82.1% in bamboo stumps, just at the time of highest temperature and low rainfall. The species *O. pumilio* and *D. auratus* are vulnerable species by national law in this study and were the most associated and abundant in the microenvironments (phytotelmata).

**Keyword.** Bromeliads; climate change; microenvironments; phytotelmata; spatiotemporal distribution.

## Introducción

---

Los microambientes acuáticos son sitios dentro del bosque tropical que albergan algunos taxones que pueden estar bajo algún tipo de presión ecológica local. Algunos microambientes acuáticos llamados fitotelmata, son plantas o partes de ellas que acumulan agua de lluvia, materia orgánica y pueden ser determinantes para la subsistencia de los anfibios y reptiles del bosque tropical donde la pérdida de agua es cada vez más perceptible (Williams, 2006).

Los anfibios son el grupo taxonómico más afectado por los cambios de temperatura y humedad en el medio (Parmesan, 2006). Esto es un problema que puede afectar su fisiología reproductiva y la dinámica poblacional (Walther et al., 2002) además de sus rangos de distribución (Parmesan, 1996).

En Panamá un aproximado del 30% de las especies de la herpetofauna se encuentra amenazada y en desconocimiento de los métodos que emplean para su supervivencia (IUCN, Conservation International y NatureServe, 2008).





Para evaluar el uso de los microambientes como estrategia de supervivencia se debe observar el comportamiento de las especies según el dominio espacio temporal de las fitotelmata y su ecofisiología en el entorno (Soutullo et al., 2012).

Entre estos métodos de comportamiento podemos mencionar algunas formas de adaptación al suelo, árboles y bromelias que forman fitotelmata (Rodríguez y Alonso, 2003) ya sea, para desarrollar sus ciclos vitales o simplemente como refugio (Butcher, 2009).

Por los antecedentes descritos se considera muy importante verificar si los anfibios y reptiles del centro ecológico Weckso y usan los microambientes (fitotelmata), como una posible estrategia de supervivencia.

## **Materiales y Métodos**

---

### **Área de Estudio**

El estudio se realizó en el Centro Ecológico Weckso, conocido como Panajungla, corregimiento del Teribe, provincia de Bocas del Toro. Forma parte del Parque Internacional la Amistad. El centro ecológico tiene una superficie de aproximadamente 125 ha georreferenciadas en el punto 9°21'31"N 82°34'55"O. (Figura 1). Presenta un registro floral muy diverso, con abundancia de lianas, bejucos y epífitas. Presenta un clima con temperatura entre los 20 y 28 °C donde la precipitación puede superar los 3000 mm y sin marcada estación seca (Monro et al., 2017).



Figura 1.

Localización del área con los puntos de observación de fitotelmata, Centro Ecológico Weckso (PILA), Bocas del Toro



Fuente: QGIS 3.36.1

## Recolección de datos

El área de estudio estuvo comprendida por un sendero de aproximadamente 5 kilómetros de longitud, que fue delimitado por cuatro puntos de observación de las fitotelmata que incluyeron bromelias de suelo, bromelias epífitas, tocón de bambú y grietas en árboles (Figura 2).

En cada punto se realizaron 16 muestreos iniciando en horas de la mañana, haciendo énfasis en la búsqueda de anfibios y reptiles en las fitotelmata de los microambientes mencionados. El período de observación y registro en campo fue de aproximadamente ocho horas y los muestreos fueron realizados cuatro veces por mes desde mayo a agosto de 2024.

Para demostrar la utilización espacio temporal de los microambientes como estrategia para sobrevivir ante el cambio climático se describieron los valores de abundancia de los anfibios y reptiles y se compararon con las variaciones anuales de temperatura y precipitación en Bocas del Toro que posiblemente afectan a las especies en el centro ecológico.

### Figura 2.

*Fitotelmata* con *O. pumilio* en: *Bromelia epífita* (A); tocón de bambú (B) y grieta de árbol (C).



### Características del lugar y tipos de fitotelmata

El sitio de estudio comprende el tipo de Bosque Húmedo Tropical de Bocas del Toro, donde el mes con el promedio de temperatura más alta es abril con (28.8°C). El mes más frío es enero con (17.8°C). El mes con la humedad relativa más alta es octubre, con (85%) (Tabla 1). El mes con la humedad relativa más baja es marzo, con (72%). Algunos lugareños han modificado la vegetación fuera del límite del centro ecológico improvisando caminos, casas y cultivos, lo que ha modificado el tipo de bosque (MiAmbiente, 2023).

**Tabla 1.**

*Coordenadas y descripción de los sitios donde se encuentran los microambientes*

Puntos	Latitud	Longitud	Altitud (m.s.n.m.)	Microambientes (fitotelmata)
1	9.362339414	-82.5896841	162	Bromelias epífitas, grietas en árboles
2	9.35954472	-82.58702335	81	Tocón en bambú, bromelias epífitas
3	9.367357104	-82.59172258	102	Bromelias de suelo
4	9.357491028	-82.58296785	52	Bromelias epífitas

Para este estudio se usaron las bromelias del sendero estudiado (nueve especies), seleccionando ocho especies debido a su tamaño (dos especies de suelo y seis epífitas). Para la colecta de las bromelias se desprendieron del árbol cortando con una segueta desde la base.

Una vez liberada la bromelia se colocó sobre un plástico blanco de 2m x 2m, para luego desprender las hojas y anotar cada anfibio y reptil encontrado (Figura 3). El muestreo también se realizó en los tocones de Bambú, grietas en árboles (McCracken y Forstner, 2008).

**Figura 3.**

*Centro Ecológico Weckso (PILA) (A) y personal científico en fase de muestreo de epífitas (B).*





## **Muestreo de los anfibios y reptiles**

El muestreo de los anfibios y reptiles en los microambientes (fitotelmata) se efectuó usando el registro por encuentros visuales (Heyer et al., 2014). Este método es muy práctico cuando se realizan evaluaciones ecológicas rápidas (Cañizales, 2020). El muestreo se realizó desde las 07:00 a 15:00 h cubriendo aproximadamente 5 kilómetros y se utilizaron tres personas. La georreferenciación se tomó con un GPS Garmin eTrex 20. Para identificar los anfibios y reptiles se empleó la Clave de anfibios y reptiles de Costa Rica de Savage, J. (2002) y para las Bromelias, la Guía de Bromelias de Costa Rica, de Morales, J. (2000).

## **Análisis de la Información**

Para calcular la dominancia y diversidad, de la herpetofauna en los microambientes (fitotelmata) se elaboró una curva de rango-abundancia por medio del programa estadístico GraphPad Prism 10.

Se realizaron las comparaciones de diversidad alfa entre los cuatro puntos establecidos, en el Centro ecológico Weckso, se utilizaron curvas de rarefacción con interpolación y extrapolación y para este cálculo se usó el paquete iNEXT (Hsieh et al., 2016) que permite comparaciones con la riqueza específica a niveles de completitud semejantes (Colwell et al., 2012). Es decir, se calculó el número máximo posible de especies que comparten los cuatro microambientes, con la probabilidad de que todas las especies tuvieran la misma abundancia (Hsieh et al., 2016).

Por último, para evidenciar el uso de los microambientes (fitotelmata) como estrategia de supervivencia, se desarrolló un análisis de correlación canónica para



asociar la abundancia de las especies con las fitotelmata encontrados entre los meses de menor y mayor temperatura y precipitación en el centro ecológico Weckso.

## Resultados

### Composición de las especies y abundancia relativa

Durante el periodo de estudio se pudieron registrar un total de 128 individuos distribuidos en dos órdenes, siete familias y nueve especies de las cuales dos presentan algún grado de vulnerabilidad por Ley nacional (Tabla 2).

**Tabla 2**

*Abundancia y diversidad de la herpetofauna en los microambientes (fitotelmata), Weckso, Bonyic.*

Fauna	Familia	Estado * Ley Nacional	Microambientes (fitotelmata)			
			B.S.	B.E.	T.B.	G.A.
<b>Orden Anura</b>						
<i>Dendrobates auratus</i>	Dendrobatidae	Vulnerable	14	12	5	0
<i>Oophaga pumilio</i>	Dendrobatidae	Vulnerable	21	14	6	3
<i>Silverstoneia flotator</i>	Dendrobatidae	Baja preocupación	8	9	7	0
<i>Craugastor polyptychus</i>	Craugastoridae	Baja preocupación	2	3	0	0
<i>Agalychnis callidryas</i>	Hylidae	Baja preocupación	0	8	0	0
<i>Pristimantis gaigei</i>	Strabomantidae	Baja preocupación	6	0	2	0
<b>Orden Squamata</b>						
<i>Loxopholis rugiceps</i>	Gymnophthalmidae	Baja preocupación	1	0	1	0
<i>Gonatodes albogularis</i>	Sphaerodactylidae	Baja preocupación	1	1	0	1
<i>Lepidodactylus lugubris</i>	Gekkonidae	Baja preocupación	0	0	0	4

**Definición de términos:** B.S.: Bromelia en suelo; B.E.: Bromelia epífita; T.B.: Tocón en bambú; G.A.: Grietas en árbol.



El 80% de las bromelias registradas evidenció una asociación con anfibios y reptiles. La especie *Aechmea magdalena* guardó mayor relación con los anfibios y reptiles (Tabla 3).

**Tabla 3.**

*Riqueza de Bromelias asociadas a la herpetofauna en el centro ecológico Weckso, Bonyic*

Grupo taxonómico	Nombre común	R.h.	Altitud (m s. n. m.)	Estado de conservación
<b>CLASE LILLOPSIDA</b>				
<b>Orden Poales</b>				
<b>Familia Bromeliaceae</b>				
<i>Aechmea angustifolia</i>	Bromelia de tanque	2	0-200	(LC)
<i>Aechmea magdalena</i>	Pita	6	0-200	(LC)
<i>Aechmea mariae-reginae</i>	Espíritu santo	3	0-100	(LC)
<i>Catopsis morreniana</i>	Patas de gallo	0	100-400	(LC)
<i>Guzmania lingulata</i>	Estrella escarlata	1	0-400	(LC)
<i>Guzmania monostachia</i>	Lechuga de árbol	1	0-400	(LC)
<i>Guzmania scherzeriana</i>	Piñuela	0	0-200	(LC)
<i>Guzmania subcorymbosa</i>	Bromelia	1	0-100	(LC)
<i>Tillandsia leiboldiana</i>	Pie de gallo	1	0-200	(LC)
<i>Tillandsia venusta Silveira</i>	Gallito	1	0-200	(LC)

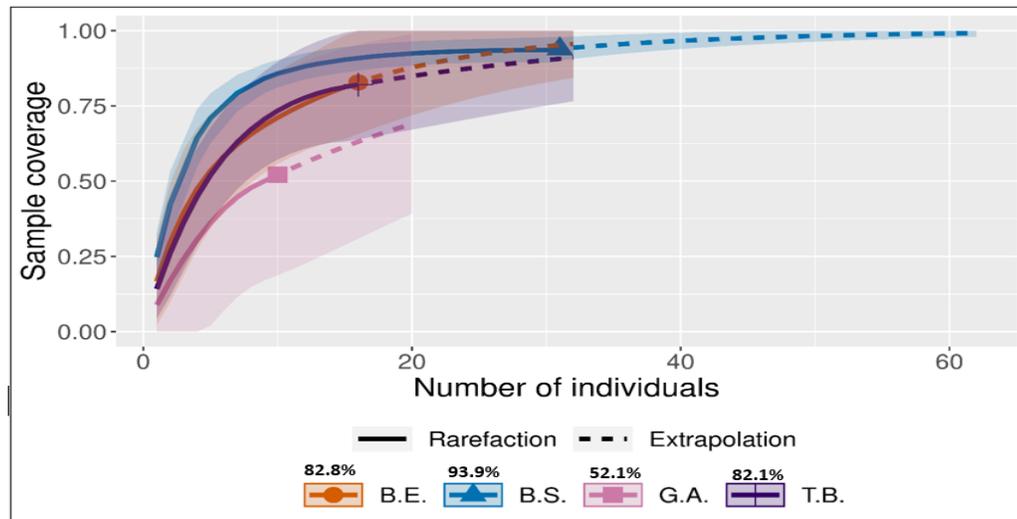
**Definición de términos:** R.h.: riqueza de herpetofauna. Estado de conservación: internacional (LC): de baja preocupación.

Con el estimador de la cobertura muestral del programa en línea iNEXT, se representaron valores muy completos para tres de los cuatro microambientes muestreados, donde Bromelia de suelo obtuvo un 93.9%, bromelias epífitas un 82.8% y por último el microambiente tocón en bambú con 82.1%, justo en el momento de mayor temperatura y menor precipitación en el estudio (Figura 3).



**Figura 3.**

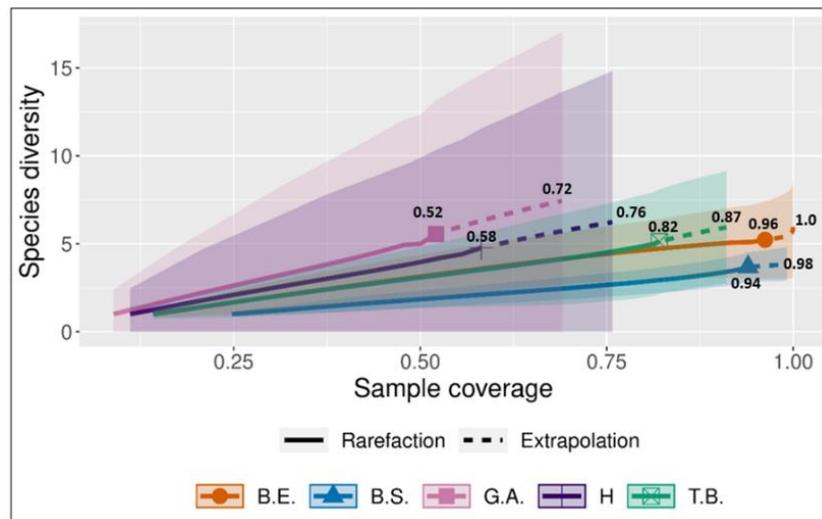
*Curva de cobertura de muestreo de las especies en los microambientes (fitotelmata), en el centro ecológico Weckso, Bonyic.*



En cuanto al cálculo de la diversidad verdadera mediante los números de Hill, se incluyó el microambiente hojarasca con el fin de demostrar diferencias en el uso espacial y temporal de las fitotelmata, obteniendo valores de abundancia y diversidad para hojarasca y grietas en árboles inferiores, lo que se interpretó como de poca utilización, mientras que, para tocón en bambú, bromelias en el suelo y epífitas reflejaron coberturas basadas en el tamaño de la muestra obtuvieron medidas de abundancia y diversidad más alta, lo que se interpretó como una distribución por aprovechamiento de los espacios más húmedos (Figura 4).

**Figura 4.**

*Curva de tamaño de cobertura del muestreo en los microambientes (fitotelmata), en el centro ecológico Weckso, Bonyic.*

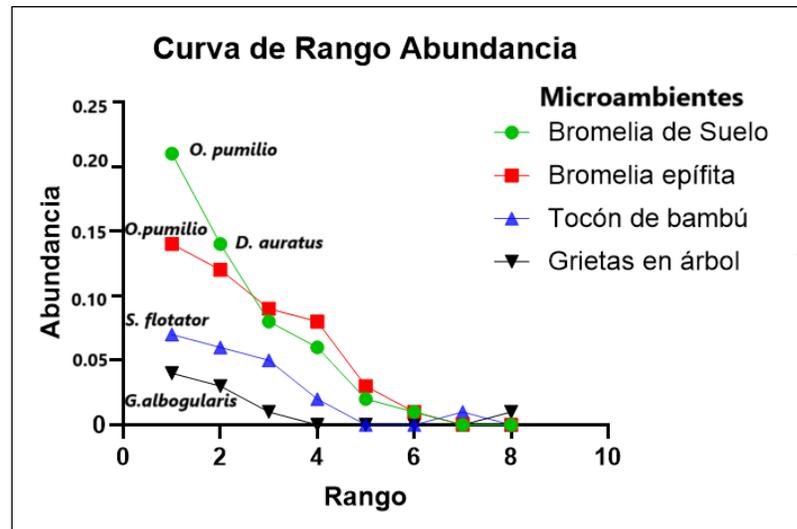


**Definición de términos:** B.E.: bromelias epífitas; B.S.: bromelia de suelo; T.B.: tocón de bambú; G.A.: grietas en árbol, H.: hojarasca.

Las cuatro especies más abundantes en los cuatro hábitats muestreados fueron *Ophaga pumilio*, *Dendrobates auratus*, *Silverstoneia flotator* y *Gonatodes albogularis* pertenecientes a la familia Dendrobatidae y Sphaerodactylidae, las cuales fueron más activas en los microambientes (fitotelmata) de Bromelias y tocón de bambú, ocupando así los rangos más altos de dominancia (Figura 5).

Figura 5.

Curva de rango abundancia, de las especies con mayor presencia en los cuatro microambientes de estudio del Centro Ecológico Weckso.

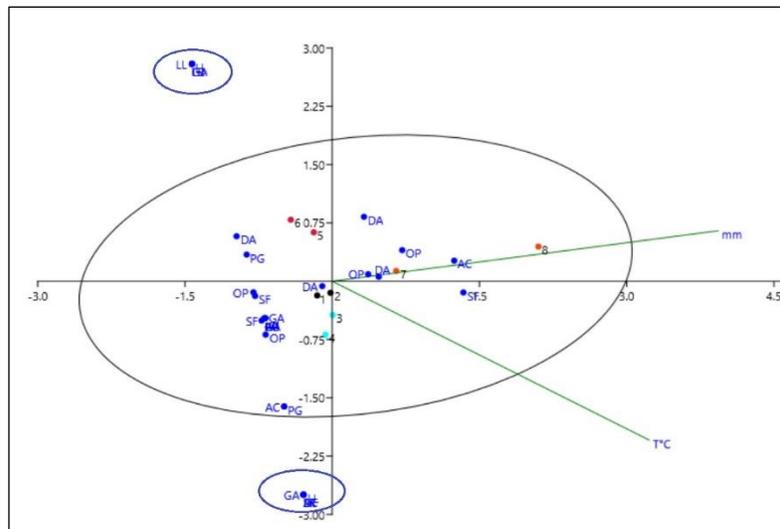


### Correlación de las estrategias de supervivencia de la herpetofauna con los patrones de temperatura y precipitación.

Al correlacionar los datos de abundancia de las nueve especies de anfibios y reptiles registrados con las medidas de variación anual de la temperatura y las precipitaciones en Bocas del Toro durante los meses de estudio del año 2024, se demostró una aparente asociación inversa entre el uso y dominio de los microambientes (fitotelmata) por las especies de anfibios y reptiles comparado con las altas temperaturas ambientales y la poca precipitación (Figura 6). Se demuestra el uso de los fitotelmata cuando la temperatura es alta y una vez que da inicio la precipitación los anfibios se desplazan a otros microambientes húmedos. En cuanto a las especies de reptiles se puede observar un aprovechamiento espacio temporal, pero con distribución territorial marcada.

Figura 6.

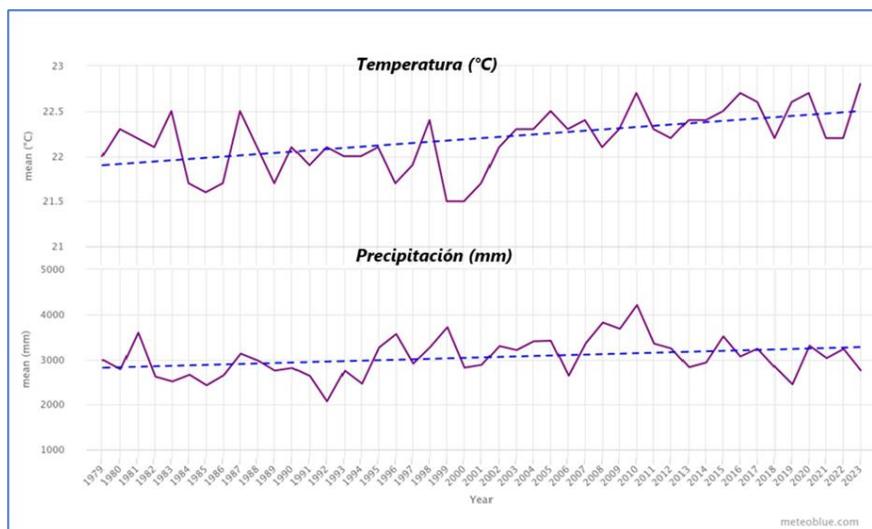
*Prueba de correspondencia canónica, de las especies de anfibios y reptiles en los cuatro microambientes de estudio del Centro Ecológico Weckso.*



Los resultados de la prueba canónica manifiestan la influencia directa del cambio climático en el comportamiento dominante de las especies sobre los diferentes microambientes, debido a la tendencia media anual en el patrón de precipitaciones y la temperatura, experimentadas en Panamá, lo cual se refleja en el dominio espacial de los microambientes cargados de agua por las especies de la familia Dendrobatidae registradas en este estudio (Figura 7).

**Figura 7.**

*Tendencia y anomalía de la temperatura y precipitación media anual en Bocas del Toro, 1979 – 2023.*



Fuente: Meteoblue.com

## Discusión

En el sitio se registraron nueve especies para una abundancia total de 128 individuos (120 anfibios y 8 reptiles) asociados a los microambientes (fitotelmata) los cuales ocuparon el 24 % de anfibios y el 12% de los reptiles registrados para el centro ecológico Weckso (Gómez et al., 2022) y un 2.9% de los anfibios y el 1.2 % de los reptiles de la República de Panamá (Köhler et al. 2010).

Los microambientes estudiados estaban representados por la fitotelmata formadas en (bromelias de suelo, bromelias epífitas, tocón de bambú y Grietas de árbol). De las 10 especies de bromelias registradas, se demostró asociación con la herpetofauna en ocho de ellas, de las cuales la especie *Aechmea magdalenae* reporto la mayor asociación (6 especies) (Tabla 3). Estos resultados fueron mayores



en relación con otro estudio realizado en Cuba por García et al. (2014), para el cual solo se registró asociación con la herpetofauna en tres especies de bromelias de tanque.

El 40.6% de la herpetofauna fue observada en algún tipo de asociación con bromelia de suelo y un 36.7% se encontró dentro de la fitotelmata de bromelias epífitas. Según Cruz Ruiz et al. (2012) estos tipos de microambientes proporcionan condiciones ideales como, temperatura estable, humedad, alimento y protección contra los depredadores para los anfibios y reptiles.

Se observó a *O. pumilio* y *D. auratus* en mayor abundancia y compartiendo los microambientes de bromelias, lo cual concuerda con el estudio de Hoyos y Maya, (2014) en la Estación Biológica La Selva, Sarapiquí, Costa Rica, donde reportaron que la familia Dendrobatidae, sobre todo los machos, buscan estos sitios para mantener estable su temperatura corporal y tener disponibilidad para la reproducción.

El estatus de conservación de la herpetofauna, en su mayoría mantiene una condición de baja preocupación mediante las leyes nacionales y solo *O. pumilio* y *D. auratus*, son consideradas vulnerables (MiAMBIENTE 2016).

Con el estimador de la cobertura muestral en línea iNEXT, representó valores muy completos para cada uno de los microambientes (fitotelmata) muestreados. Lo que se relaciona con los resultados de diversidad verdadera basada en los números de Hill (en el orden  $q=1$ ), que demostraron que los microambientes tocones en bambú, bromelias de suelo y epífitas reflejaron coberturas basadas en tamaño de muestra con abundancia y diversidad más alta, según el índice de Chao. Estos resultados pueden demostrar la gran eficiencia de las bromelias no solo para





mantener la humedad de los anfibios (Rovito et al. 2015); sino también como refugio contra otros depredadores y protección termal ante el cambio climático, espacios de forrajeo, depredación y reproducción (Butcher 2009) y aprovechamiento de los macroinvertebrados que habitan su interior (Köhler 2011).

La curva de rango abundancia demostró que las especies de mayor dominancia en los microambientes de Bromelias fueron *O. pumilio*; *D. auratus*, lo cual podría asociarse con la protección de renacuajos en esta familia (Gualdrón Duarte et al., 2016), mientras que *S. flotator* se asoció más a tocones de bambú, los cuales poseen poca iluminación solar y con gran volumen de agua, que les permite mantener equilibrada su temperatura corporal y evitar las enfermedades por hongos, siendo esta especie muy susceptible a la quitridimicosis (Medina et al., 2020). El reptil *G. albogularis* se observó más relacionado a las grietas en árboles, lo cual concuerda con el trabajo de Perlaza et al. (2018) quienes dicen que esta especie diurna se refugia en las hendiduras de los árboles, para combinar espacios de luz y oscuridad manteniendo la temperatura corporal ideal. Esta distribución espacial en los microambientes parece no ser casual y posiblemente es el efecto de la presión del cambio climático y la modificación del bosque tropical en las zonas más bajas de Panamá (Panamá, P. N. U. D., 2018).

Al analizar la correlación de las estrategias de supervivencia de la herpetofauna con las anomalías en el patrón de las precipitaciones y la temperatura para Panamá en los últimos años, fue necesaria una prueba canónica para entender la distribución espacial de los anfibios y reptiles en los microambientes. Con respecto a la correspondencia canónica se expresa el nivel de asociación espacial de los anfibios y reptiles en el uso de las dimensiones del ecosistema, es decir, la tendencia de una correlación inversa al aumento de la temperatura y escasez de precipitación que lleva a la división del nicho, estableciendo así un patrón de





dominancia de los microambientes y marcando un valor adaptativo en la utilización temporal de estos.

Según Donelly (1991) para los anfibios, la disponibilidad de presas, la dieta y la necesidad de agua, los llevan a exhibir cambios espacio temporales en diversos ecosistemas donde se encuentren.

Esta dinámica que los anfibios y reptiles establecen con los microambientes (fitotelmata) cargados con agua disponible, puede ser interpretada como una estrategia para sobrevivir en el centro ecológico Weckso, donde la temperatura muestra condiciones cada vez más calientes y las precipitaciones tienden a un medio cada vez más seco y la supervivencia exitosa dependerá de la dominancia de las fitotelmatas.

El comportamiento de los reptiles en su distribución dentro de los microambientes (fitotelmata), hace pensar que especies como *G. albogularis* solo los utiliza las bromelias estratégicamente como refugio o para cazar pequeños insectos de los que se alimenta (Cruz-Ruiz et al., 2012), La especie *L. lugubris*, prefiere ocupar grietas de árboles, pues en estos microambientes la competencia puede ser menor permitiéndole refugiarse, obtener termorregulación y la puesta de sus huevos resistentes a la desecación, le permiten sobrevivir exitosamente en estos entornos (Sierra et al., 2012). En el caso de la lagartija neotropical *L. rugiceps* ha sido descrita en Bocas del Toro dominando el microambiente en grietas de árboles, hojarasca, cuevas, raíces y troncos caídos, (Rodríguez, 1997). En este estudio fue observada en las cercanías de las bromelias de suelo y los tocones de bambú, lo que puede ser una evidencia de la presión del cambio climático para esta especie.





En este sentido, cuando se suman la pérdida de áreas boscosas y el cambio climático, es necesario un reordenamiento espacio temporal de los taxones animales en su búsqueda por ambientes más húmedos y frescos, lo que traerá como consecuencia la improvisación y posterior adaptación de estrategias que garanticen la supervivencia exitosa de las especies (Mora y López 2011).

## Referencias Bibliográficas

- Butcher D. (2009). *Glossary of Bromeliaceae terms. Florida Council of Bromeliad Societies*. <https://fcbs.org/articles/Glossary/Glossary-plus.pdf>
- Cañizales, I. (2020). Comunidad de anuros en ambiente de sabana de la Cordillera de la Costa de Venezuela. *Acta Biologica Venezuelica*, 39(1), 107-123. [https://www.researchgate.net/publication/343788334\\_Comunidad\\_de\\_anuros\\_en\\_ambiente\\_de\\_sabana\\_de\\_la\\_Cordillera\\_de\\_la\\_Costa\\_de\\_Venezuela/referencias](https://www.researchgate.net/publication/343788334_Comunidad_de_anuros_en_ambiente_de_sabana_de_la_Cordillera_de_la_Costa_de_Venezuela/referencias)
- Colwell, R. K., Chao, A., Gotelli, N. J., Lin, S-Y., Mao, C. X. y Longino, J. T. (2012). Models and estimators linking individual-based and sample-based rarefaction, extrapolation and comparison of assemblages. *J Plant Ecol.* 5:3–21. <https://academic.oup.com/jpe/article/5/1/3/1296712>
- Cruz-Ruiz, G. I., Mondragón, D., y Santos-Moreno, A. (2012). The presence of *Abronia oxacae* (Squamata: Anguidae) in tank bromeliads in temperate forests of Oaxaca, Mexico. *Brazilian Journal of Biology*, 72, 337-341. <https://doi.org/10.1590/S1519-69842012000200015>
- Donnelly, M. A. (1991). Feeding patterns of strawberry poison frog, *Dendrobates pumilio* (Anura: Dendrobatidae). *Copeia*, 3, 723-730. <https://doi.org/10.2307/1446399>
- García-González, A., Padrón, L. Y. G., Fernández, F. D., y Riverón-Giró, F. B. (2014). Anfibios y reptiles asociados a tres especies de bromelias de tanque en el Parque Nacional Guanahacabibes, Cuba. *UNED Research Journal*, 6(1), 87-97. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=515651795010>





- Gómez, I. N., Montenegro, D. M. A., y Baker, L. A. R. (2022). Variación temporal de la herpetofauna en el centro ecológico wetso, antiguo panajungla, parque internacional la amistad (pila), Bocas del Toro. *Centros: Revista Científica Universitaria*, 11(2), 9-26.  
<https://revistas.up.ac.pa/index.php/centros/article/view/3079/2743>
- Gualdrón-Duarte, J., Luna-Mora, V. F., Rivera-Correa, M., & Kahn, T. (2016). Yellow-striped poison frog *Dendrobates truncatus* (Cope, 1861 “1860”). Aposematic poison frogs (Dendrobatidae) of the andean countries: Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú and Venezuela, 323-328.  
<https://www.scielo.org.mx/pdf/azm/v33n3/2448-8445-azm-33-03-490.pdf>
- Heyer, R., Donnelly, M.A., Foster, M., y Mcdiarmid, R. (Eds.). (2014). *Measuring and monitoring biological diversity: standard methods for amphibians*. Smithsonian Institution. DOI: 10.4236/ad.2019.72005
- Hsieh, T. C., Ma, K. H. y Chao, A. (2016). iNEXT: an R package for rarefaction and extrapolation of species diversity (Hill numbers). *Ecology and Evolution* Vol. 7, 1451–1456. DOI: <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12613>
- Hoyos, D. G., y Maya, J. F. G. (2014). Condición corporal de machos de *Oophaga pumilio* (Anura: Dendrobatidae) en relación con elementos del hábitat en la Estación Biológica La Selva, Sarapiquí, Costa Rica. *Revista Biodiversidad Neotropical*, 4(1), 16-20. DOI: 10.18636/bioneotropical.v4i1.187
- IUCN, Conservation International, and NatureServe. (2008). *An Analysis of Amphibians on the 2008 IUCN Red List* <[www.iucnredlist.org/amphibians](http://www.iucnredlist.org/amphibians)>. Downloaded on 6 October 2008.  
<https://www.iucnredlist.org/resources/stuart2008>
- Köhler, G., S. Lotzkat y A. Hertz. (2010). A new species of *Sibon* (Squamata: Colubridae) from Western Panama. *Herpetologica* 66: 80-85. Recuperado de: DOI: 10.11646/zootaxa.3485.1.2
- Köhler G. (2011). *Amphibians of Central America*. Herpeton, Verlag Elke Kohler. Offenbach, Ger-many. 380 pp. DOI: 10.2307/41416619
- McCracken, S. F., y Forstner, M. R. J. (2008). *Bromeliad patch sampling technique for canopy herpetofauna in neotropical*. <https://acortar.link/VPj83N>





- Medina, D., Ibáñez, R., y Lips, K. R. (2020). Effects of climate change on the distribution and diversity of amphibians in Panama. *Global Ecology and Conservation*, 23, e01065. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2020.e01065>
- MiAMBIENTE. (2016). *Plan de acción para el desarrollo del turismo verde en las áreas protegidas en la República de Panamá 2016-2026*. <https://acortar.link/eeJ09u>
- MiAMBIENTE. (2023). *Actualización del Plan de Manejo del Parque Internacional La Amistad 2023-2033*. <https://miambiente.gob.pa/download/actualizacion-del-plan-de-manejo-del-parque-internacional-la-amistad/>
- Monro, A. K., Santamaría-Aguilar, D., González, F., Chacón, O., Solano, D., Rodríguez, A., ... y Correa, M. (2017). A first checklist to the vascular plants of La Amistad International Park (PILA), Costa Rica-Panama. *Phytotaxa*, 322(1), 1-283. <https://phytotaxa.mapress.com/pt/article/view/phytotaxa.322.1.1>
- Mora, J. M., y López, L. I. (2011). Cambios en la Distribución de las Aves: ¿Qué Puerta Hemos Abierto?; los Casos del Chico Piojo (*Campylurhynchus rufinucha*) y la Paloma Ala Blanca (*Zenaida asiatica*) en Costa Rica. *Ceiba*, 52(2), 230-236. DOI: <https://doi.org/10.5377/ceiba.v52i2.1760>
- Morales, J. F. (2000). *Bromelias de Costa Rica*. Editorial INBio.
- Panamá, P. N. U. D. (2018). *Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático Panamá*. <https://cdn.miambiente.gob.pa/wp-content/uploads/2020/11/3.TERCERA-COMUNICACION-NACIONAL.pdf>
- Parmesan, C. (1996). *Climate and species' range*. DOI: 10.1038/382765a0
- Parmesan, C. (2006). Ecological and evolutionary responses to recent climate change. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.*, 37(1), 637-669. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.37.091305.110100>
- Perlaza Berrío, L. A., y Peláez Plazas, S. A. (2018). *Diversidad de herpetofauna en tres fragmentos de bosque seco tropical (bst) entre los municipios Colosó-Chalán, Sucre, Colombia*. <https://doi.org/10.1016/j.preghy.2021.10.009>
- Rodrigues, M. T. (1997). A new species of *Leposoma* (Squamata: Gymnophthalmidae) from the Atlantic forest of Brazil. *Herpetologica*, 383-389. <https://www.jstor.org/stable/3893347>





- Rodríguez, A y Alonso, R. (2003). Ranas arborícolas. En Rodríguez, L. (Ed.). *Anfibios y Reptiles de Cuba*, 44-49, Instituto de Ecología y Sistemática (IES), Cuba.
- Rovito S.M., Parra-Olea G., Recuero E. y Wake D.B. 2015. Diversification and biogeographical history of Neotropical plethodontid salamanders. *Zoological Journal of the Linnean Society* 175(1): 167–188. <https://doi.org/10.1111/zoj.12271>
- Savage, J. M. 2002. *The Amphibians and Reptiles of Costa Rica: A Herpetofauna between Two Continents, between Two Seas*. The University of Chicago Press, Chicago, Illinois, United States.
- Sierra, J.D.P., O.A. Gutiérrez and F.C. Herrera. 2012. Ampliación del rango de distribución de la salamaneja *Lepidodactylus lugubris* (Duméril y Bibron, 1836) en Colombia. *Herpetotrópicos* 7:5-6. <https://acortar.link/cCtbqK>
- Soutullo, A., Cortes, G., Laufer, G., Pereira-Garbero, R., y Ríos, M. (2012). *Vertebrados vulnerables al cambio climático en Uruguay*. IIBCE, MEC, Montevideo, Uruguay (Inédito). [https://www.researchgate.net/publication/324227713\\_Estrategias\\_para\\_la\\_conservacion\\_de\\_anfibios\\_y\\_reptiles\\_vulnerables\\_al\\_cambio\\_climatico](https://www.researchgate.net/publication/324227713_Estrategias_para_la_conservacion_de_anfibios_y_reptiles_vulnerables_al_cambio_climatico)
- Williams, D. D. (2006). *The biology of temporary waters*. Oxford University Press, USA. DOI: 10.1093/acprof:oso/9780198528128.001.0001

