

REVISTA NICARAGÜENSE DE BIODIVERSIDAD

N° 107.

Septiembre 2024

ECOLOGÍA TÉRMICA DE *Craugastor fitzingeri* (ANURA:
CRAUGASTORIDAE) EN LA RESERVA HÍDRICA CERRO
TUREGA, COCLÉ, PANAMÁ

Luris Ibarra, Dayana Mendoza, Ricardo J. Pérez A. & Ángel
Sosa-Bartuano



PUBLICACIÓN DEL MUSEO ENTOMOLÓGICO
LEÓN - - - NICARAGUA

La Revista Nicaragüense de Biodiversidad (ISSN 2413-337X) es una publicación que pretende apoyar a la divulgación de los trabajos realizados en Nicaragua en este tema. Todos los artículos que en ella se publican son sometidos a un sistema de doble arbitraje por especialistas en el tema.

The Revista Nicaragüense de Biodiversidad (ISSN 2413-337X) is a journal created to help a better divulgation of the research in this field in Nicaragua. Two independent specialists referee all published papers.

Consejo Editorial

Jean Michel Maes
Editor General
Museo Entomológico
Nicaragua

Milton Salazar
Herpetonica, Nicaragua
Editor para Herpetología.
herpingnicaragua@gmail.com

Eric P. van den Berghe
ZAMORANO, Honduras
Editor para Peces.

Liliana Chavarría
ALAS, El Jaguar
Editor para Aves.

José G. Martínez-Fonseca
Nicaragua
Editor para Mamíferos.

Oliver Komar
ZAMORANO, Honduras
Editor para Ecología.

**Estela Yamileth Aguilar
Álvarez**
ZAMORANO, Honduras
Editor para Biotecnología.

Indiana Coronado
Missouri Botanical Garden/
Herbario HULE-UNAN León
Editor para Botánica.

Foto de Portada: Rana común de lluvia (*Craugastor fitzingeri*). Longitud hocico-cloaca (foto © Richard Guerrel).

ECOLOGÍA TÉRMICA DE *Craugastor fitzingeri* (ANURA: CRAUGASTORIDAE) EN LA RESERVA HÍDRICA CERRO TUREGA, COCLÉ, PANAMÁ

Luris Ibarra¹, Dayana Mendoza¹, Ricardo Pérez² & Ángel Sosa-Bartuano³

RESUMEN

El cambio climático es una amenaza para los anfibios, al ser dependientes de la temperatura ambiental para sus requerimientos comportamentales, ecológicos y fisiológicos. En este trabajo se describe la relación entre la temperatura ambiental (TA), temperatura de sustrato (TS) y la longitud hocico-cloaca (LHC) sobre la temperatura corporal (TC) de *Craugastor fitzingeri* en el bosque húmedo premontano de la Reserva Hídrica Cerro Turega, provincia de Coclé, Panamá. Durante cuatro meses se registró LHC, humedad del aire, TA, TS y TC en el sitio exacto donde se ubicó cada rana. Con un esfuerzo de muestreo de 320 horas, se registró un total de 171 individuos. Se obtuvo los siguientes valores: TC (\bar{x} = 25.02 °C; SD = 0.93), TS (\bar{x} = 25.00 °C; SD = 1.35), TA (\bar{x} = 23.07 °C; SD = 1.34), humedad del aire (\bar{x} = 74.52 %; SD = 9.87) y LHC (\bar{x} = 29.37 mm; SD = 7.95). No se encontró relación entre TC y LHC, pero sí entre TC y TA. No se encontró variación significativa en TC entre día y noche ($t = -3.57$; $p < 0.05$). *C. fitzingeri* parece ser termoconformista, heliotérmica y tigmotérmica. Se obtuvo que LHC no influye en el mecanismo de intercambio de calor. La mayor abundancia de individuos se registró durante la noche en febrero (50 ind.) y durante el día en agosto (25 ind.). La mayor abundancia de individuos en estación seca se registró durante la noche (74 ind.) y en estación lluviosa (43 ind.) durante el día. El sustrato preferido en ambas estaciones fue la hojarasca.

PALABRAS CLAVES: Cambio climático, temperatura corporal, temperatura ambiental, termorregulación.

DOI: 10.5281/zenodo.11005193

¹ Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario Coclé, Facultad de Ciencias Naturales Exactas y Tecnología, Escuela de Biología. lurisr47@gmail.com <https://orcid.org/0000-0003-1089-1188>; dayicr2805@gmail.com <https://orcid.org/0000-0002-6514-1125>

² Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología, Departamento de Zoología, Museo de Vertebrados. ricardoj.perez@up.ac.pa <https://orcid.org/0000-0002-4250-3381>

³ Museo de Vertebrados de la Universidad de Panamá, Campus Octavio Méndez Pereira, Universidad de Panamá, ciudad de Panamá, Panamá. asosa2983@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0002-7179-4915>

ABSTRACT

THERMAL ECOLOGY OF *Craugastor fitzingeri*, IN THE RESERVA HIDRICA CERRO TUREGA, COCLÉ, PANAMA

Climate change is a threat to amphibians, as they are dependent on environmental temperature for their behavioral, ecological and physiological requirements. This work describes the relationship between environmental temperature (AT), substrate temperature (TS) and snout-vent length (LHC) on body temperature (BT) of *Craugastor fitzingeri* in the premontane humid forest of the Reserva Hídrica Cerro Turega, province of Coclé, Panama. For four months, LHC, air humidity, TA, TS and TC were recorded in the exact location where each frog was located. With a sampling effort of 320 hours, a total of 171 individuals were recorded. The following values were obtained: TC (\bar{x} = 25.02 °C; SD = 0.93), TS (\bar{x} = 25.00 °C; SD = 1.35), TA (\bar{x} = 23.07 °C; SD = 1.34), air humidity (\bar{x} = 74.52 %; SD = 9.87) and LHC (\bar{x} = 29.37 mm; SD = 7.95). There is no significant relation was found between TC and LHC, but there is between TC and TA. No significant variation was found in TC between day and night ($t = -3.57$; $p < 0.05$). *C. fitzingeri* appears to be thermoconformist, heliothermic and thigmothermic. It was obtained that LHC does not influence the heat exchange mechanism. The highest abundance of individuals was recorded at night in February (50 ind.) and during the day in August (25 ind.). The highest abundance of individuals in the dry season was recorded during the night (74 ind.) and in the rainy season (43 ind.) during the day. The preferred substrate in both seasons was leaf litter.

KEYWORDS: Climate Change, body temperature, environmental temperature, thermoregulation.

INTRODUCCION

Los anfibios es el grupo de vertebrados con mayor riesgo de extinción por los cambios ambientales de origen antropogénico (Luedtke *et al.*, 2023) y la temperatura ambiental es el factor de mayor importancia en la adecuación de sus características fisiológicas, ecológicas y etológicas (Alveal *et al.*, 2019). Son muy sensibles a las alteraciones térmicas, porque puede provocar desecación y reducción en microhábitats de reproducción, afectación en la eficiencia del forrajeo y aumento de vulnerabilidad a diversas enfermedades (Gómez-Hoyos *et al.*, 2016).

Para mantener una temperatura corporal óptima, los anfibios utilizan estrategias fisiológicas y conductuales; donde la estrategia conductual es la más utilizada (Alveal, 2015; Corbalán *et al.*, 2018); de este modo, se denominan termorreguladores y termoconformistas (Velásquez & González, 2015).

Los termorreguladores, poseen variados mecanismos para mantener la temperatura corporal activamente distinta a la temperatura ambiental; pueden mostrar cambios posturales, restringir su actividad a ciertos periodos diarios, alternar entre la exposición al sol o sombra y el uso de distintos microhábitats durante el día y la noche (Aguillón, 2018; Alveal *et al.*, 2019). Los termoconformistas no poseen mecanismos de termorregulación, con temperaturas corporales similares a la temperatura ambiental (Alveal, 2015).

Los anfibios, por ser ectotermos, son incapaces de modificar su temperatura a través de reacciones metabólicas, por lo que utilizan el intercambio calórico con su entorno para mantener una temperatura corporal óptima. De acuerdo a los métodos de absorción y disipación del calor, los anfibios, se clasifican en dos grupos: heliotermos y tigmotermos (Lara-Reséndiz, 2015; Paternina-Cruz & Calderón-Espinosa, 2022). Los heliotermos, obtienen calor a través de la radiación solar directa y los tigmotermos, utilizan la conducción por medio del sustrato (Alveal, 2015; Velásquez & González, 2015).

Craugastor fitzingeri Schmidt, 1857 es una especie de la familia Craugastoridae, abundante en tierras bajas de América Central (Ibáñez *et al.*, 1999; Savage, 2002; Sosa & Guerrel, 2013; Amphibia Web, 2022). Se distribuye desde el noreste de Honduras hasta el noroeste de Colombia, desde el nivel del mar hasta 1520 metros sobre el nivel del mar (Savage, 2002; Köhler, 2011; Leenders, 2016; Cossel & Kubicki, 2017). Es principalmente nocturna, terrestre y arborícola; usualmente está asociada a cursos de agua, prefiere el bosque húmedo tropical y bordes de bosque con alteración humana (Ibáñez *et al.*, 1999; Savage, 2002). Se desconocen aún muchos aspectos de su biología, en especial su ecología térmica. Por lo tanto, el presente trabajo estudió la relación entre temperatura ambiental, temperatura del sustrato y la temperatura corporal de la rana *C. fitzingeri* con el propósito de establecer si existe dependencia térmica. También se analizó la posible relación entre la longitud hocico-cloaca y la temperatura corporal de los individuos. Adicionalmente, se determinó la preferencia de sustrato. Se espera que esta información aporte al conocimiento sobre la biología de esta rana y sirva para futuros estudios que evalúen los impactos del calentamiento global sobre los anfibios.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo en campo se llevó a cabo en la Reserva Hídrica Cerro Turega ubicada en el corregimiento de Pajonal, distrito de Penonomé, provincia de Coclé, República de Panamá; coordenadas 8° 36'55" N y 80° 10'58" (Sosa-Bartuano, 2017). Posee un clima húmedo que comprende temperatura anual promedio de 21°C y precipitación anual de 2 500 mm (Santos *et al.*, 2017).

Se hizo la observación de los individuos de *C. fitzingeri* mediante recorridos de los caminos en la comunidad, áreas de cultivos y en las cercanías del río Sofrito. Se utilizó la técnica de encuentros visuales, buscando en la hojarasca, rocas y ramas caídas. El muestreo se realizó durante los meses de enero, febrero, julio y agosto de 2021. Se hicieron cinco recorridos al mes, de las 7:00 a las 12:00 horas y de las 17:00 a las 22:00 horas.

La medición de la temperatura corporal (TC) de los individuos fue realizada bajo sombra, utilizando un paraguas, para evitar la luz directa del sol sobre la sonda térmica; ya que esto influye negativamente en la lectura de temperatura (Ortega *et al.*, 2016).

Identificados los individuos, se tomaron los datos de su TC directamente en campo, para esto se empleó un termómetro de entrada única Extech TM100 con sonda de temperatura tipo K, con una precisión de medición de +/-0.5 %; el cual tiene un intervalo de temperatura de -200 a 1372°C. Para medir la temperatura del individuo se colocó la sonda tipo K en la parte latero-ventral de la rana (Iturra-Cid *et al.*, 2014; Gómez-Hoyos *et al.*, 2016); de esta manera, se evitó la manipulación del individuo y la transferencia de calor por parte del investigador (Cruz *et al.*, 2016). No se persiguió los individuos, porque podía provocar un incremento de TC y proporcionar un valor de temperatura incorrecto (Velásquez & González, 2015).

Para registrar la temperatura del sustrato (TS), se colocó un termómetro digital ambiental ACU RITE, con un intervalo de medida de 0° a 50°C y de 0 a 99 % de humedad ambiental, directamente en el lugar donde el individuo fue observado (Iturra-Cid *et al.*, 2014). Se anotó sobre qué tipo de sustrato se encontraban los individuos.

Para tomar la temperatura del aire (TA) se colocó un termómetro digital MENGSHEN, con un intervalo de medición -20 a 80°C, suspendido en el aire a unos 5 cm de altura sobre el sustrato (Iturra-Cid *et al.*, 2014). Se tomó inmediatamente, en el lugar donde la rana fue encontrada (Ortega *et al.*, 2016).

Registrada la TC del individuo, se tomaron las medidas hocico-cloaca de cada individuo, para poder determinar la relación de la longitud hocico-cloaca (LHC) con la TC de los individuos.

Para la medida se utilizó un calibrador digital con un intervalo de medición de 0 a 150 mm, este dato se tomó calculando la longitud del individuo desde la punta del hocico hasta la cloaca (Ortega *et al.*, 2016).

Análisis de datos

Los datos fueron analizados con el programa estadístico XLSTAT versión 2021.4 para hacer la matriz de correlación de Pearson y explorar la relación entre las variables. Se utilizó la prueba de t de Student para comparar la temperatura corporal entre estaciones y durante el día y la noche.

Se utilizó los lineamientos establecidos por Huey y Slatkin (Contreras, 2016) para la interpretación de la pendiente de regresión lineal entre la temperatura corporal y la temperatura del ambiente (sustrato y aire).

RESULTADOS

Con un esfuerzo de muestreo de 320 horas, se registró un total de 171 individuos de *Craugastor fitzingeri*. Las variables estudiadas presentaron los siguientes promedios: TC ($\bar{x} = 25.02^{\circ}\text{C}$; SD = 0.93), TS ($\bar{x} = 25.00^{\circ}\text{C}$; SD = 1.35) y TA ($\bar{x} = 23.07^{\circ}\text{C}$; SD = 1.34); humedad ($\bar{x} = 74.52\%$; SD = 9.87) y LHC ($\bar{x} = 29.37\text{ mm}$; SD = 7.65).

Correlación de Pearson

La humedad presentó relación negativa con todas las variables y correlación débil respecto a TS, TA, y TC; hubo correlación positiva y débil entre la TS y TA. No se encontró correlación entre la LHC y TC (Tabla 1).

Tabla 1. Matriz de correlación de Pearson calculada para las variables analizadas.

Variabes	TS	Humedad	TA	LHC	TC
TS	1				
Humedad	-0.36	1			
TA	0.24	-0.21	1		
LHC	-0.01	-0.07	-0.27	1	
TC	0.44	-0.33	0.46	-0.02	1

Leyenda: TS: temperatura del sustrato; TA: temperatura del aire; LHC: longitud hocico-cloaca; TC: temperatura corporal

El valor que más importante es que TC mostró correlación positiva y débil con respecto a la TS y TA ($R^2= 0.20$; $R^2= 0.21$) (Tabla 1; Fig. 1 y 2).

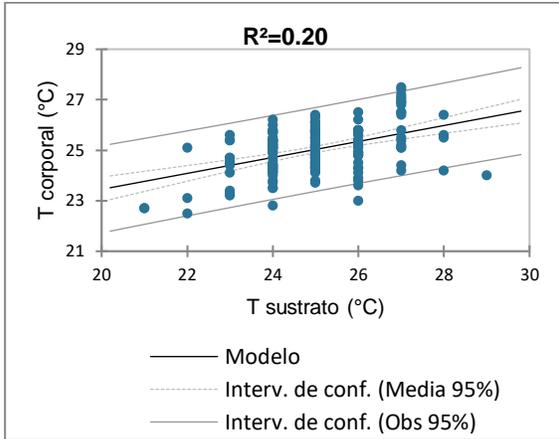


Figura 1. Correlación entre la temperatura corporal y la temperatura del sustrato.

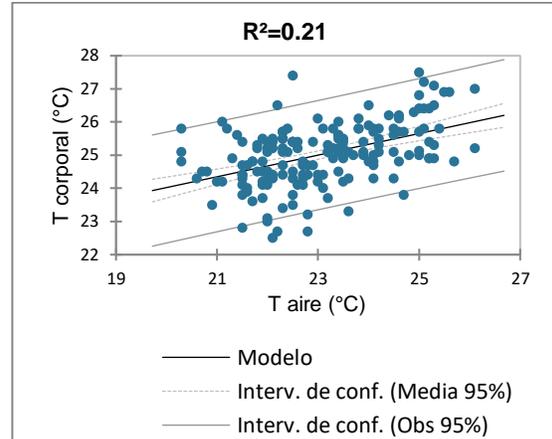


Figura 2. Correlación entre la temperatura corporal y la temperatura del aire.

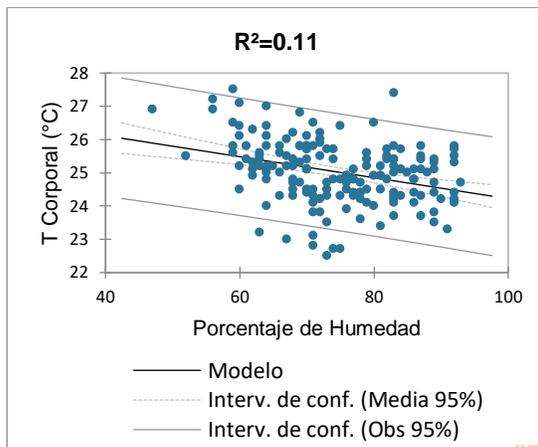


Figura 3. Correlación entre la temperatura corporal y la humedad.

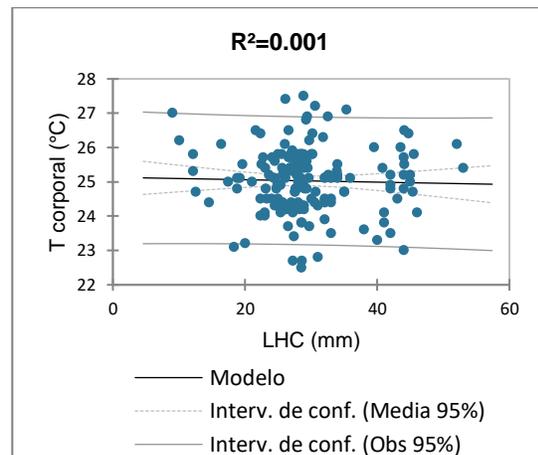


Figura 4. Correlación entre la temperatura corporal y la longitud hocico cloaca.

Comparación del promedio de las variables ambientales y la temperatura corporal durante el día y la noche

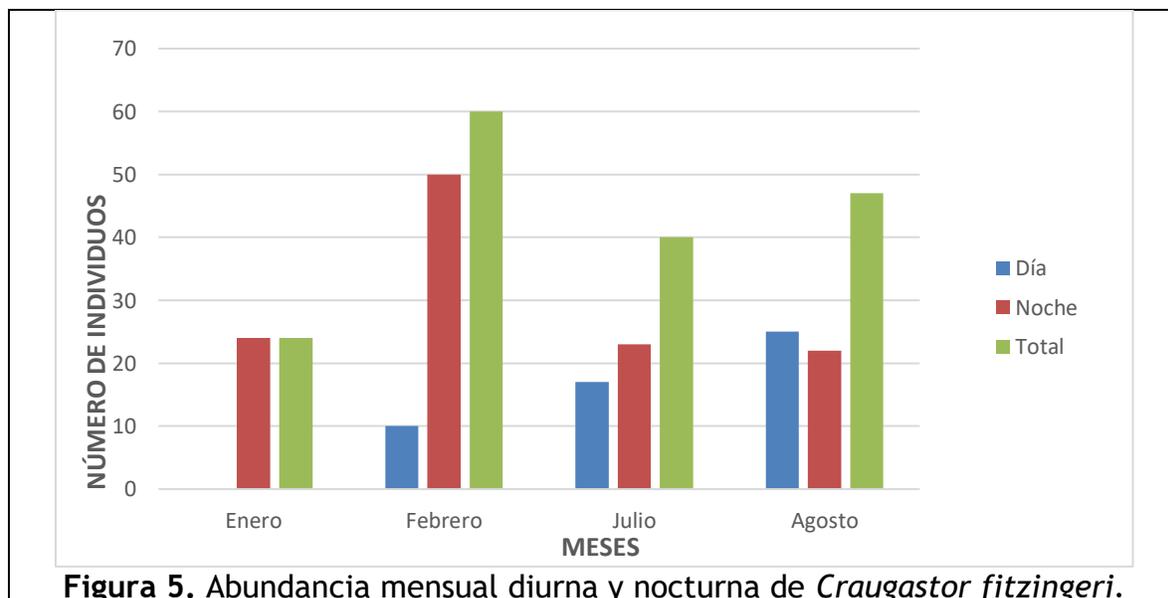
La temperatura ambiental obtuvo una diferencia aproximada de 2 °C entre el día y la noche; mientras que la temperatura del sustrato no presentó una diferencia significativa. La humedad del aire, durante la noche fue más elevada, aproximadamente 8%. El promedio de la temperatura corporal de *C. fitzingeri* tampoco mostró una diferencia significativa ($t = 5.16$; $p < 0.05$) entre el día (25.5 °C) y la noche (24.8 °C).

Comparación del promedio de temperatura corporal entre temporada seca y lluviosa

La temperatura corporal durante la temporada seca de enero a febrero y durante la temporada lluviosa de julio a agosto fue de 25.7° y 25.2 °C respectivamente, mostrando diferencia de aproximadamente 1 °C entre las temporadas, obteniendo que no existe una variación significativa ($t = -3.57$; $p < 0.05$) en la temperatura corporal entre estaciones.

Abundancia mensual

Febrero registró el mayor número de individuos durante la noche (50 individuos), seguido de enero, julio y agosto. En el día, agosto presentó el mayor número de individuos (25), seguido de julio y febrero. En total, al incluir día y noche, febrero registró el mayor número de individuos (60) (Fig. 5).

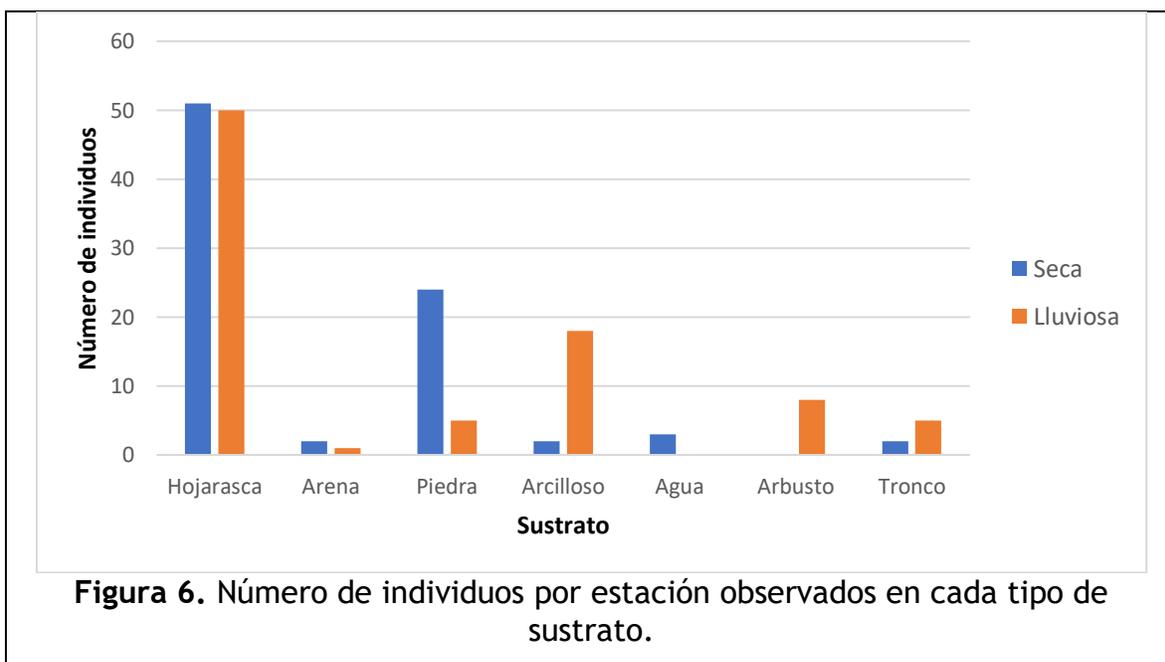


Promedio de temperaturas por mes

Durante el día, en agosto se registró una temperatura corporal (25.7°C), temperatura de sustrato (25.4°C) y temperatura ambiental (24.5°C) promedio mayor comparándolo con los otros meses. Los individuos registraron una menor temperatura corporal durante la noche en enero (24.2°C); sin embargo, en febrero, julio y agosto mantuvieron una temperatura corporal media estable de 25°C. La temperatura del sustrato mantuvo un promedio de 25°C en enero, febrero y agosto. Mientras que el promedio de la temperatura ambiental fue mayor en julio (23.8°C).

Preferencia de sustrato

La mayor cantidad de individuos fueron encontrados en la hojarasca tanto en temporada seca como en temporada lluviosa. En la temporada seca, se observaron en piedras, agua, arena, suelo arcilloso y troncos; fue poco común encontrarlas en arbustos. En la temporada lluviosa los individuos presentan mayor concentración en suelo arcilloso, arbustos, troncos y piedras; y es poco común encontrarlas en la arena y en el agua (Fig. 6).



Abundancia de individuos por intervalo de tiempo

En la temporada seca, se observó menor cantidad de individuos durante los intervalos de 9:00 a 10:00 y de 11:00 a 12:00 horas. Entre tanto, en el intervalo de 21:00 a 22:00 horas se registró un aumento en la cantidad de ejemplares muestreados. En la temporada lluviosa, se observó mayor actividad en los individuos durante el periodo de 11:00 a 12:00 horas. Mientras que en la temporada seca, en la noche se documentó una mayor cantidad de individuos dentro el intervalo de 20:00 a 21:00 horas (Fig. 7).

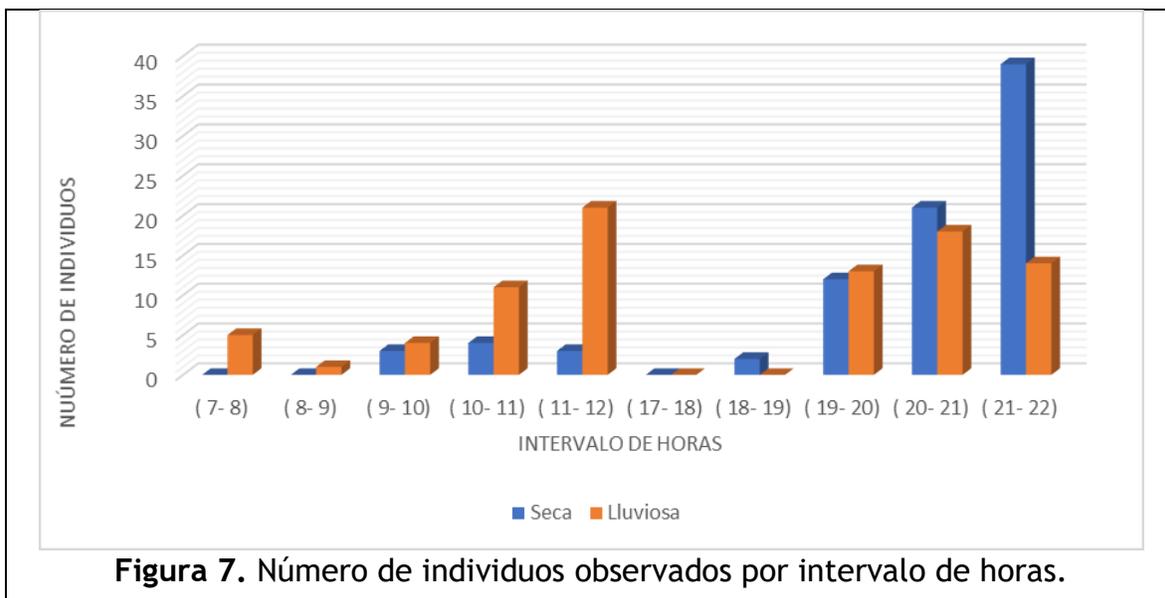


Figura 7. Número de individuos observados por intervalo de horas.

DISCUSIÓN

En un inventario preliminar en cerro Turega se reportó que *C. fitzingeri* es una rana común, concordando con la abundancia obtenida (Sosa-Bartuano, 2017). En otras regiones de Panamá y Centroamérica también es una especie abundante en tierras bajas y premontanas (Savage, 2002; Sosa & Guerrel, 2013; HerpetoNica, 2015; Batista *et al.*, 2020).

El promedio general de la temperatura corporal de *C. fitzingeri*, fue de 25.02 °C (SD = 0.93) concordando con Frishkoff *et al.* (2015) quienes afirmaron que su promedio de temperatura corporal es de aproximadamente 25 °C. La temperatura corporal de *C. fitzingeri*, no presentó una variación significativa durante el día, ni tampoco entre las estaciones lluviosa y seca; de igual manera, la temperatura ambiental (sustrato y aire) no reflejaron variaciones drásticas durante el ciclo diario, ni entre estaciones; esto se debe a la estabilidad térmica que ofrecen los hábitats tropicales donde existe poca fluctuación diaria y estacional en la

temperatura ambiental (Arriagada, 2019; Paternina-Cruz & Calderón-Espinosa, 2022).

De igual forma, un hábitat forestal como el lugar donde se realizaron los muestreos no les ofrece muchas alternativas para termorregular, pero sí les ayuda a los individuos a amortiguar variaciones constantes en la temperatura de su entorno (Woods *et al.*, 2015). Estas circunstancias provocan que la temperatura corporal de *C. fitzingeri*, no presente cambios bruscos en un determinado momento (Alveal *et al.*, 2019).

En Cerro Turega, la pendiente de regresión lineal presentó valores distintos a 0, mostrando que, *C. fitzingeri*, no evidencia un comportamiento termorregulador; exhibiendo, de esta manera, una tendencia al termoconformismo debido a la relación positiva establecida entre su temperatura corporal y la temperatura ambiental, tal y como menciona Gómez-Hoyos *et al.* (2016) sobre la etología térmica de *Craugastor stejnegerianus*; de la misma manera, este comportamiento se ha observado en *Craugastor ranoides*, dentro de la isla escudo de Veraguas, Panamá, según lo reportado por Lisondro & Batista (2021). La mayoría de los anfibios son termoconformistas debido a que son muy específicos en los requerimientos de su hábitat, especialmente, por el control en el balance hídrico y por las características biológicas que poseen (Cruz *et al.*, 2016). Además, debido a los altos costos a nivel energético y ecológico que implica termorregular, los anfibios aplican la estrategia termoconformistas; porque no necesitan invertir mucho tiempo, ni energía seleccionando activamente un microhábitat para regular su temperatura corporal (Ortega *et al.*, 2016; Contreras, 2016).

En zonas tropicales como Panamá, los ambientes térmicamente homogéneos, ofrecen hábitats para termoconformistas con poca disponibilidad de recursos térmicos que permitan la termorregulación activa, y con mayor estabilidad térmica (Ortega *et al.*, 2016; Andrade, 2016).

La mayoría de los anfibios tienden a ser tigmotérmicos (Iturra-Cid *et al.*, 2014); sin embargo, en Cerro Turega, la temperatura corporal de *C. fitzingeri* mostró una relación positiva tanto con la temperatura del aire y la temperatura del sustrato, demostrando que puede utilizar tanto la helioterminia como la tigmotermia. Comportamiento similar ha presentado *C. stejnegerianus*, al no tener un método fijo para el intercambio de energía con su entorno (Gómez-Hoyos *et al.*, 2016).

En otras investigaciones, también se ha hecho referencia al uso alternado de ambas estrategias durante distintas épocas o, incluso, durante el mismo día (Téllez, 2015; Corbalán *et al.*, 2018). La helioterminia no es muy común en los anfibios, ya que los individuos que adoptan esta estrategia, suelen tener una alta tolerancia hídrica que les permite utilizar la radiación del sol, sin sufrir una pérdida excesiva de agua (Alveal, 2015; Alveal *et al.*, 2019).

El hecho de que *C. fitzingeri*, también pueda hacer uso de la heliotermia se debe a que su temperatura corporal se relacionó, de manera negativa, con respecto a la humedad del aire, es decir, la humedad atmosférica no influyó en gran manera en la temperatura corporal de *C. fitzingeri*. Esto coincide con Frishkoff *et al.* (2015) al afirmar que *C. fitzingeri*, disponía de nichos térmicos independientes de la humedad y que su temperatura corporal no se asociaba, de manera significativa, a esta variable; haciendo referencia a la alta tolerancia hídrica que posee esta especie.

En este trabajo, se observó que la temperatura corporal de *C. fitzingeri* y las temperaturas ambientales (sustrato y aire) presentaron una variación no significativa entre el día y la noche; registrándose temperaturas más bajas durante la noche. Por esta razón, se registró la mayor cantidad de individuos durante el período nocturno en ambas temporadas; ya que los anfibios prefieren estar activos durante la noche, porque les proporciona temperaturas más bajas que los ayudan a mantener su equilibrio hídrico (Ortega *et al.*, 2016; Hernández, 2016). De igual forma, Frishkoff *et al.* (2015) afirman que *C. fitzingeri*, es principalmente nocturna y que durante el día se encuentra inactiva entre la hojarasca.

Zug *et al.* (2001) mencionan que animales pequeños deben tener temperaturas corporales más altas que los individuos de mayor tamaño, debido a que ellos intercambian calor con el ambiente mucho más rápido. Sin embargo, los resultados obtenidos en Cerro Turega no muestran ninguna asociación entre la temperatura corporal y la longitud hocico cloaca, coincidiendo con lo reportado en otros anuros; por lo que el tamaño no parece ser un factor determinante en el mecanismo de intercambio de calor en *C. fitzingeri* (Iturra-Cid *et al.*, 2014; Alveal *et al.*, 2019; Alveal *et al.*, 2019).

Los organismos termoconformistas como *C. fitzingeri*, pueden ser más susceptibles al incremento de la temperatura a consecuencia del cambio climático; debido a su capacidad limitada para responder de manera rápida a cambios drásticos en el ambiente (Alveal *et al.*, 2019; Von May *et al.*, 2019). Por otro lado, Tejedo *et al.* (2012) mencionan que los organismos del trópico son más vulnerables debido a su estrecho intervalo de tolerancia térmica y a su poca adaptabilidad a constantes variaciones térmicas en el ambiente. Es muy común encontrar a *C. fitzingeri* entre la hojarasca (Norman, 2016), tal como se encontró en Cerro Turega, donde *C. fitzingeri* presentó mayor afinidad a la hojarasca en comparación con los otros tipos de sustratos.

CONCLUSIONES

La temperatura corporal promedio de *Craugastor fitzingeri*, no presentó una variación significativa entre el día y la noche, ni entre estación; con una temperatura corporal promedio de 25.02 °C (SD = 0.93).

Se encontró una relación estrecha entre la temperatura corporal de *Craugastor fitzingeri* y la temperatura del ambiente; presentando un comportamiento termoconformista.

Se encontró una relación significativa de la temperatura corporal de *Craugastor fitzingeri*, con la temperatura del aire y la temperatura del sustrato; y se infiere que puede hacer uso tanto de tigmotermia como de heliotermia para la transferencia de energía térmica con su entorno.

La temperatura corporal de *Craugastor fitzingeri*, no está relacionada a la longitud hocico-cloaca, por lo que este valor morfométrico no influye en el intercambio de calor entre *C. fitzingeri* y el ambiente.

En la temporada lluviosa, se observó mayor actividad durante el día. Mientras en la temporada seca, se documentó mayor actividad en la noche.

La mayor abundancia de individuos se obtuvo durante la noche en febrero y de día en agosto.

El sustrato más utilizado por *Craugastor fitzingeri* en la estación seca y lluviosa fue la hojarasca.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Panamá, CRU-Coclé por permitirnos realizar nuestro estudio dentro de sus instalaciones. A Mi Ambiente en la gestión del Permiso Científico. Al Deposito Biológico MINSA en la solicitud de vacunas antirrábicas. A Pablo Gutiérrez por facilitarnos el equipo de campo y al Cuerpo de Seguridad del Centro Regional por brindarnos la protección necesaria para realizar bien nuestro trabajo.

REFERENCES

Aguillón, D.R. (2018). Mecanismos de adaptación ecofisiológica de anfibios anuros a zonas áridas. *Árido-Ciencia*, 3(2): 3-11.

Alveal, F.N. (2015). Relaciones entre la fisiología térmica y las características bioclimática de *Rhinella spinulosa* (Anura: Bufonidae) en Chile a través del enlace mecanicista de nicho térmico [Tesis de Maestría, Universidad de Concepción, Chile]. <http://repositorio.udec.cl/jspui/handle/11594/1797>

Alveal, N., Salinas, R. & Díaz, H. (2019). Relación entre la conducta térmica y el sexo de una población de *Pleurodema thaul* (Amphibia: Leiuperidae) provenientes de la comuna de Antuco, región del Biobío. *Gayana*, 83(2): 93-101. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-65382019000200093>

Andrade, D. (2016). Temperature effects on the metabolism of amphibians and reptiles: Caveats and recommendations. En D. Andrade, C. Bevier & J. Carvalho (Eds.), *Amphibians and Reptiles Adaptations of to the Environment: Interplay Between Physiology and Behavior* (pp. 129-152). Boca Raton, Florida, Estados Unidos: CRC Press.

AmphibiaWeb. (2022). <<https://amphibiaweb.org>> University of California, Berkeley, CA, USA. (Accedido 24 Octubre 2022).

Arriagada, K.C. (2019). Conducta térmica en dos poblaciones de *Batrachyla taeniata* provenientes de la localidad de Ucúquer en la región de O'Higgins y de la localidad de Hualpén en la región del Biobío [Seminario de título, Universidad de Concepción, Chile]. <http://repositorio.udec.cl/jspui/handle/11594/3625>

Batista, A., Mebert, K., Miranda, M., Garcés, O., Fuentes, R., & Ponce, M. (2020). Endemism on a threatened sky island: new and rare species of herpetofauna from Cerro Chucantí, Eastern Panama. *Amphibian & Reptile Conservation*, 14(2), 27-46.

Contreras, S. (2016). Posible efecto de la temperatura de alimentación sobre las respuestas térmicas en T_{max} y T_{min} de una población de *Batrachyla taeniata* [Seminario de título, Universidad de Concepción, Los Ángeles, Chile]. <http://repositorio.udec.cl/jspui/handle/11594/2361>

Corbalán, V., Vicenzi, N., Moreno Azócar, D.L. & Literas, S. (2018). Chromatic variability and sexual dimorphism in the rocky lizard *Phymaturus verdugo*. *Canadian Journal of Zoology*, 96(12): 1317-1325.

Cossel, J.O., Jr. & Kubicki B. (2017). *A Field Guide to the Frogs and Toads of Costa Rica*. BookBaby. New Jersey, United States.

Cruz, E.X., Galindo, C.A. & Bernal, M. (2016). Dependencia térmica de la salamandra endémica de Colombia *Bolitoglossa ramosi* (Caudata, Plethodontidae). *Iheringia Série Zoología*, 106: 1-5. <https://doi.org/10.1590/1678-4766e2016018>

Frishkoff, L., Gretchen, C.D. & Hadly, E.A. (2015). Thermal niches predicts tolerance to habitat conversion in tropical amphibians and reptiles. *Global Change Biology*, 21(11): 1-45.

Gómez- Hoyos, A.D., Gil-Fernández, M. & Escobar, S. (2016). Ecología térmica de la rana de hojarasca de Stejnegers *Craugastor stejnegerianus* (Anura: Craugastoridae) en el bosque seco tropical del Parque Nacional Guanacaste, Costa Rica. *Revista Biodiversidad Neotropical*, 6(1): 40-44.

HerpetoNica (2015). Guía ilustrada de anfibios y reptiles de Nicaragua. Primera Edición. MARENA, Managua, Nicaragua.

Hernández, P. (2016). Presencia de posibles crioprotectores (glucosa y glicerol) en el anfibio anuro, *Pleurodema thaul* (Lesson, 1826) sometidos a estrés por frío [Tesis de Maestría, Universidad de Concepción, Chile]. <http://repositorio.udec.cl/jspui/handle/11594/2104>

Ibáñez, R., Rand, A.S. & Jaramillo, C.A. (1999). *Los Anfibios del Monumento Natural Barro Colorado, Parque Nacional Soberanía y Áreas Adyacentes*. Editorial Mizrachi & Pujol, Panamá, 187 pp.

Iturra-Cid, M., Vidal, M., Labra, A. & Ortiz, J.C. (2014). Winter thermal ecology of *Pleurodema thaul* (Amphibia: Leptodactylidae). *Gayana*, 78(1): 25-30. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-65382014000100004>

Köhler, G. (2011). *Amphibians of Central America*. Offenbach, Herpeton, Germany, 378 pp.

Lara-Reséndiz, R.A. (2015). Ecología térmica de lagartijas en el desierto sonorense. *Nuestra Tierra*, 24: 17-19.

Leenders T. (2016). *Amphibians of Costa Rica. A Field Guide*. Zona Tropical Press, Ithaca, New York, USA and London, United Kingdom. 531 p.

Lisondro, A. & Batista, A. (2021). Ecología térmica de *Craugastor ranoides* (Anura: Craugastoridae) en isla Escudo Veraguas, Panamá. Ponencia presentada en XVIII Congreso Nacional de Ciencias y Tecnología, Panamá.

Luedtke, J.A., Chanson, J., Neam, K., et al. (2023). Ongoing declines for the world's amphibians in the face of emerging threats. *Nature* 622: 308-314. <https://doi.org/10.1038/s41586-023-06578-4>

Norman, D. (2016). *Guía de campo de los reptiles y anfibios de los Parques Nacionales Santa Rosa y Palo Verde, Costa Rica*. Guanacaste, Costa Rica: UNED.

Ortega, Z., Mencía, A., & Pérez-Mellado, V. (2016). The peak of thermoregulation effectiveness: thermal biology of the Pyrenean rock lizard, *Iberolacerta bonnali* (Squamata, Lacertidae). *Journal of Thermal Biology*, 56: 77-83.

Paternina-Cruz, R. F., & Calderón-Espinosa, M. L. (2022). Withstanding cold nights at high elevation: thermal strategy of *Atractus crassicaudatus*, a nocturnal tropical snake endemic to the eastern Andes of Colombia. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 93: e933705.

Santos, A., Añino, Y. & Gómez, I. (2017). Primer registro de *Celidophylla albimacula* Saussure y Pictet, 1898 (Orthoptera: Tettigoniidae) en Panamá. *Insecta Mundi*, 0597: 1-4.

Savage, J.M. (2002). *The Amphibians and Reptiles of Costa Rica*. University of Chicago Press, Chicago, 934 pp.

Sosa, A. & Guerrel, J. (2013) Riqueza, diversidad, y abundancia de anfibios en el bosque nuboso de Cerro Azul, sector Alto Chagres, Parque Nacional Chagres, Panamá. *Tecnociencia*, 15: 57-75.

Sosa-Bartuano, A. (2017). Herpetofauna de la Reserva Hídrica Cerro Turega, Cordillera Central de Panamá. *Revista Científica Universitaria Centros*, 6(2): 99-113.

Tejedo, M., Duarte, H., Gutiérrez-Pesquera, L. M., Beltrán, J. F., Katzenberger, M., Marangoni, F., et al. (2012). El estudio de las tolerancias térmicas para el examen de hipótesis biogeográficas y de la vulnerabilidad de los organismos ante el calentamiento global. Ejemplos en anfibios. *Boletín de la Asociación Herpetológica Española*, 23, 2-27.

Téllez, P.R. (2015). Comportamiento termorregulatorio y ecología térmica de la tortuga sabanera (*Rhinoclemmys pulcherrima pulcherrima*) bajo condiciones de cautiverio en la costa de Oaxaca, México [Tesis de Maestría, Colegio de la Frontera Sur, Oaxaca, México]. <http://bibliotecasibe.ecosur.mx/sibe/book/000056492>

Velásquez, J. & González, L.A. (2015). Ecología térmica y patrón de actividad del lagarto *Ameiva bifrontata* (Sauria: Teiidae) en el Oriente de Venezuela. *Acta Biológica Venezuelica*, 35(1): 1-10.

Von May, R., Catenazzi, A., Santa-Cruz, R., Gutiérrez, A.S., Moritz, C. & Rabosky, D.L. (2019). Thermal physiological traits in tropical lowland amphibians: Vulnerability to climate warming and cooling. *Plos One*, 14(8): 1-18. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219759>

Woods, H. A., Dillon, M. E., & Pincebourde, S. (2015). The roles of microclimatic diversity and of behavior in mediating the responses of ectotherms to climate change. *Journal of Thermal Biology*, 54: 86-97.

Zug, G.; Vitt, L. & Caldwell, G. 2001. *Herpetology: An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles*. San Diego, Academic Press. 627p.

La Revista Nicaragüense de Biodiversidad (ISSN 2413-337X) es una publicación de la Asociación Nicaragüense de Entomología, aperiódica, con numeración consecutiva. Publica trabajos de investigación originales e inéditos, síntesis o ensayos, notas científicas y revisiones de libros que traten sobre cualquier aspecto de la Biodiversidad de Nicaragua, aunque también se aceptan trabajos de otras partes del mundo. No tiene límites de extensión de páginas y puede incluir cuantas ilustraciones sean necesarias para el entendimiento más fácil del trabajo.

The Revista Nicaragüense de Biodiversidad (ISSN 2413-337X) is a journal of the Nicaraguan Entomology Society (Entomology Museum), published in consecutive numeration, but not periodical. RNB publishes original research, monographs, and taxonomic revisions, of any length. RNB publishes original scientific research, review articles, brief communications, and book reviews on all matters of Biodiversity in Nicaragua, but research from other countries are also considered. Color illustrations are welcome as a better way to understand the publication.

Todo manuscrito para RNB debe enviarse en versión electrónica a:
(Manuscripts must be submitted in electronic version to RNB editor):

Dr. Jean Michel Maes (Editor General, RNB)

Museo Entomológico

Morpho Residency

De hielera CELSA media cuadra arriba

21000 León, NICARAGUA

Teléfono (505) 7791-2686

jmmaes@yahoo.com

También se puede remitir a los miembros del comité editorial de la revista.

Costos de publicación y sobretiros.

La publicación de un artículo es completamente gratis.

Los autores recibirán una versión PDF de su publicación para distribución.