

CALIDAD TÉRMICA Y TERMOREGULACIÓN DE *Anolis tropidogaster* EN DOS FRAGMENTOS DE BOSQUE SECO TROPICAL DEL DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA

THERMAL QUALITY AND TERMOREGULATION OF *Anolis tropidogaster* IN TWO TROPICAL DRY FOREST FRAGMENTS IN THE DEPARTMENT OF CÓRDOBA

Gladis del Carmen Durán Salas^{1,2} Ángela Ortega León²

1. Universidad de Córdoba, Facultad de Ciencias Básicas. Departamento de Biología, Montería, Córdoba, Colombia.

2. Grupo de Investigación Biodiversidad Universidad de Córdoba

Correspondencia : Durangladis59@gmail.com

Resumen:

Este trabajo evaluó la calidad térmica del hábitat y el comportamiento de termorregulación de la lagartija *Anolis tropidogaster* en dos fragmentos de bosque seco tropical (bs-T) con distinto grado de perturbación en el departamento de Córdoba. Los individuos fueron colectados en dos sitios con diferente grado de perturbación antropogénica; se tomaron temperaturas corporales (T_c), temperaturas operativas (T_o) y temperaturas preferidas (T_{pref}); a partir de los datos obtenidos calculamos los índices de calidad térmica ambiental (d_e), y de precisión (d_b) y eficiencia (E) en la termorregulación; también obtuvimos datos de temperaturas ambientales (sustrato y aire) para determinar su relación con la T_c . La T_c no presentó diferencias entre sexos, pero si entre localidades; de igual forma hubo diferencias en la T_{pref} entre los sexos y entre localidades. Los índices indican una baja precisión en la termorregulación, diferencias en la calidad de los hábitat y comportamiento evasivo a sitios térmicamente favorables para la termorregular eficientemente. Los resultados mostraron que existe relación directamente proporcional entre la temperatura del sustrato y la temperatura corporal, aún mayor que con la temperatura del aire lo que indicaría que esta especie se podía considerar como tigmoterma; además modifica sus horas de actividad según el grado de perturbación de la localidad en la que habitan.

Palabras clave: precisión termorreguladora, eficiencia termorreguladora, calidad térmica del hábitats .

Summary:

Objective. To evaluate the thermal quality of the habitat and the thermoregulation behavior of *Anolis tropidogaster* in two Tropical Dry Forest (TDF) fragments with different degrees of disturbance in the department of Córdoba. Materials and methods. The individuals were collected in 2 sites with different degrees of anthropogenic disturbance. Body temperatures (T_b), operative temperatures (T_o) and preferred temperatures (T_{pref}) were taken, from the data obtained we calculated the indices of environmental thermal quality (d_e), precision and efficiency in thermoregulation. We also obtained data on environmental temperatures (substrate and air) to determine their relationship with T_b and were categorized by sex and localities. Results. The T_b did not present differences between the sexes by localities, however, if there were differences between localities, in the same way there were differences in the T_{pref} between the sexes and between localities. The indices indicate a low precision in thermoregulation, differences in the quality of the habitat and evasive behavior to thermally favorable sites for efficiently thermoregulating. Conclusions. The results showed that there is a directly proportional relationship between substrate temperature and body temperature, even higher than with ambient temperature, which would indicate that this species could be considered as thigmotherm and thermoconformist; also modifies their hours of activity according to the degree of disturbance of the locality in which they live.

Keywords: thermoregulatory precision, thermoregulatory efficiency, thermoconformism, thermal quality of the habitat

INTRODUCCIÓN

La temperatura es uno de los factores abióticos que más varía tanto temporal como espacialmente y es el principal factor limitante para el desempeño óptimo de procesos fisiológicos, como la termorregulación. (Huey, 1982; Ricklefs, & Latham, 1992; Cowles y Burleson, 1944), lo que a su vez repercute sobre las características de historia de vida como la tasa crecimiento, madurez sexual y patrón de actividad, fundamentales para la permanencia de las poblaciones. De igual manera se relaciona con los patrones de distribución y diversidad en ectotermos Puesto que todos los aspectos de la biología de estos animales están condicionados por las temperaturas corporales (Huey, 1982; Huey & Kingsolver, 1989; Angilletta et al., 2002).

La principal fuente de calor para los ectotermos proviene de su entorno, por ello las características del medio (cobertura vegetal, tipo de vegetación, etc.) influyen en la calidad térmica y a su vez en las características de los rasgos vitales de los organismos tanto o más que la temperatura ambiental (Huey y Slatkin, 1976; Sears y Angilletta, 2015), de forma que terminan por condicionar la eficiencia en procesos metabólicos y reproductivos (Adolph y Porter, 1993; Angilletta et al., 2004). Además de la sobrevivencia (Hall et al., 1997; Lara-Reséndiz 2014).

La termorregulación depende no solo de factores extrínsecos, como los recursos térmicos, la exposición al viento, la estructura de la vegetación (Bujes y Verrastro, 2006), y / o el riesgo de depredación (Downes y Shine, 1998), también de las intrínsecas de cada individuo, como el sexo (Sievert y Hutchison, 1989; Huey y Pianka, 2007) y / o la condición reproductiva (Núñez, 1996; Ibargüengoytía y Cussac, 2002).

Dado que el intercambio de energía con el ambiente es importante para determinar la temperatura corporal, y mantenerla dentro de los niveles óptimos (Pough et al., 2003). los lagartos termorregulan mediante procesos fisiológicos y principalmente comportamentales, para evitar temperaturas corporales extremadamente peligrosas y probablemente, realizar algún control sobre procesos metabólicos (Huey ,1982; Slatkin, 1976; Daza-Pérez ,2011); según la disponibilidad de sitios y tiempos de calentamiento que el hábitat ofrece de acuerdo a la variación climática local (Brown et al., 1995; Brattstrom, 1965; Kour y Hutchison, 1970; Vitt,m 2003).

La fragmentación, el cambio climático antropogénico y la modificación en el uso de la tierra para diversos fines, alteran los hábitats y afectan los entornos térmicos (Deutch et al., 2008; Tuff y Davies, 2016). Ante estos cambios es posible que los ajustes de comportamiento de los reptiles no sean suficientes para lidiar con el sobrecalentamiento y, en consecuencia, se

acorte el periodo de actividad diurna, se fuerce a la inactividad y producto de ello, los aspectos de la historia de vida podrían verse comprometidos, aumentando drásticamente su vulnerabilidad poblacional (Lara-Resendiz et al., 2014; Lara-Resendiz et al., 2015).gg

El género *Anolis* ha sido ampliamente utilizado como modelo para probar diferentes hipótesis ecológicas (Losos, 2009) debido a su alta abundancia, su distribución asociada a tipos de vegetación específicos y su facilidad de captura, lo cual ofrece grandes ventajas para su estudio. Además, son indicadores de la calidad de los ambientes que ocupan, ya que sus dinámicas poblacionales están influenciadas fuertemente por la heterogeneidad espacial, y por ende responden en mayor grado ante los cambios en la estructura del hábitat (Cuatrecasas, J. 2017; Losos, 2009).

Este tipo de estudios se han desarrollado principalmente en lagartijas, sobre todo en especies que habitan climas templados (Blouin-Demers y Weatherhead, 2001). Sin embargo, son menos frecuentes en los trópicos y particularmente escasos en bs-T, a pesar de ser este tipo de ecosistema uno de los más amenazados por la transformación del suelo para actividades ganaderas y agrícolas (Rico 2017) y por ende la reducción en estas coberturas boscosas, ocasiona modificaciones importantes en la configuración espacial de la disponibilidad de hábitat a nivel del paisaje local, con efectos sobre la abundancia y diversidad de las especies que allí habitan (Ramos 2021) .

El propósito de este trabajo fue estudiar la conducta termorreguladora de *A. tropidogaster* en el bosque seco tropical, y evaluar la calidad térmica en ecosistemas con distinto grado de perturbación (estructura de vegetación, cobertura, microclima), y con ello determinar si ambientes térmicos diferentes influyen el comportamiento termorregulador.

Partiendo que la perturbación de los hábitats modifica la temperatura local, afectando la calidad térmica y por ende la conducta de termorregulación de los reptiles. Por lo que se esperaba que el fragmento con mejor estado de conservación, presentara buena calidad térmica (al tener una mayor oferta de sitios para termorregular) favoreciendo la termorregulación activa; mientras el fragmento más perturbado, presentara baja calidad térmica (por la reducida disponibilidad de sitios para termorregular), y tendencia al termoconformismo.

Además, al ser localidades cercanas y considerarse una misma población, se esperaba que no hubiera diferencias en las preferencias térmicas de los individuos.

MÉTODOS

Especie y área de estudio

Anolis tropidogaster Hallowell, 1856, (Figura 1) es una lagartija de tamaño pequeño a mediano, (longitud hocico-cloaca máxima =55mm en machos y 45 mm en hembras) que habita en rastrojos y arbustos cerca del suelo, en ocasiones sube a arbustos de pocas hojas y baja altura donde puede exhibirse por sus hábitos arborícolas. Generalmente se encuentra en interior de bosque en un rango altitudinal que va desde e los 1000-2000 m.s.n.m (Suarez et al.,2014); sin embargo, su presencia es común en Bosques densos, Vegetación secundaria o en transición, Bosques fragmentados, bosques con zonas abiertas y Bosques de galería (Moreno-Arias, R. A. et al. (2021). Aun así, su distribución no ha sido descrita con precisión.

Estudiamos la población de *A. tropidogaster* en dos localidades pertenecientes al municipio de montería en el departamento de Córdoba (figura 1); con una altitud entre 30 y 40 m.s.n.m. El clima es cálido tropical, con una temperatura promedio entre 28 y 32 °C, una precipitación promedio anual que varía desde los 1300 mm hasta los 3000-4000 mm. El régimen de precipitación es unimodal con una temporada de lluvias entre mayo y noviembre y una temporada seca durante el resto del año (Ballesteros et al., 2006).

La hacienda las Palmeras se encuentra ubicada a 8° 31' 18.83" N y 76° 06' 08.00" W, en el Corregimiento Loma verde (Ballesteros et al., 2019). Se encuentra representada por formaciones vegetales con diferentes etapas sucesionales, caracterizándose por presentar zonas abiertas compuesta principalmente por especies propias de estadíos de sucesión temprana, como *Piper sp* y en mayor proporción vegetación tipo lianas y bejucos, pequeñas áreas de parches de bosque secundario, donde prevalecen remanentes de vegetación arbórea originaria como *Guazuma ulmifolia*, *Ceiba*, *Acacias*, *Sterculia apetala* etc. de forma dispersa; asociado a un monocultivo de teca (*Tectona grandis*) y en las cuales el ganado se moviliza sin restricciones.

La Hacienda El Pino, ubicada a 8° 25' 8.40" N y 76° 3' 22.70" W, en el corregimiento las Palomas, el área de estudio corresponden a un fragmento de bosque seco tropical sin intervención antrópica hace aproximadamente más de 20 años rodeado por pastizales ganaderos (con árboles grandes dispersos) en los que se está manejando la ganadería en rotaciones intensivas (Olarte, 2012).

Esta zona se caracteriza porque predominan los biotipos arbóreo y arbustivo, lo cual podría indicar que se encuentre en un buen estado de conservación (Guariguata et al., 2002; Carrillo et al., 2007), Las especies que registran una mayor abundancia son *Ruprechtia costata*, *Faramea occidentalis*, *Gustavia superba*, seguido de lianas (*Adenocalymma inundatum*) y palmas (morfoespecie de *Bactris major*). (Arizal Argel,2020).

Trabajo de campo.

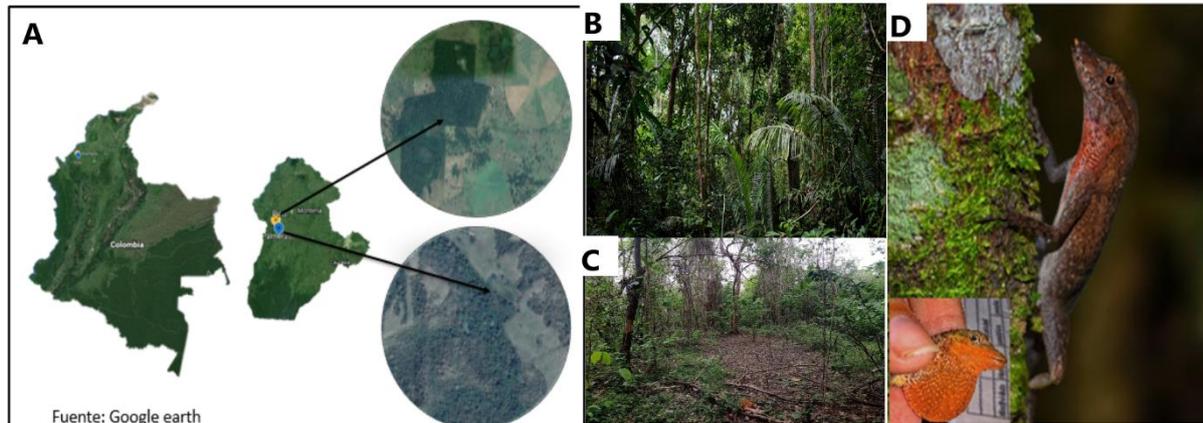


Figura 1. Ubicación geográfica (A); vista de las localidades: Hacienda Pino (B) y Finca Palmeras (C). Fotografía de individuo de *Anolis tropidogaster* (D)

El trabajo de campo se realizó del 1 al 5 de abril de 2021 en la localidad Palmeras y entre el 17 al 19 del mismo mes en la localidad Pino; los muestreos se realizaron durante el horario de mayor actividad de la especie (9:00-16:00) (según observación personal). La captura de los individuos se realizó de forma manual o con ayuda de una caña de pescar con asa de hilo corrediza. Inmediatamente después de la captura se tomaron datos de temperatura cloacal, temperatura del sustrato (donde se encontraba el individuo) y temperatura del aire (T_a) con un termómetro digital Fluke 52-II®.

La temperatura operativa se obtuvo utilizando seis modelos biofísicos construidos con tubos de PVC de 100 mm de longitud \times 17,53 mm de diámetro, siguiendo el modelo propuesto por Méndez & Calderón (2017). Dentro de cada modelo se instaló un sensor conectado a registradores de datos (datlogger HOBO®), programado para tomar la temperatura cada 10 min, durante 15 días en cada lugar, durante las horas de actividad. Cada modelo se colocó al azar en los diferentes microhábitats donde se observaron los organismos (Lara-Reséndiz et al., 2015).

Trabajos previos han utilizado diferentes materiales para medir la T_o (ver Bakken, 1992; Hertz et al., 1993; Dzialowski, 2005), sin embargo, recientemente se han validado y calibrado los modelos de PVC con lagartijas de este género, midiendo adecuadamente la temperatura corporal de las lagartijas ($R^2 = 0,903$, Méndez & Calderón 2017)

Además, se registraron temperaturas ambientales con modelos drop2 kestrel para observar cómo se comportaba esta variable durante el muestreo a lo largo del día.

Trabajo de laboratorio

Se colectaron 20 machos y 20 hembras por localidad. Los organismos fueron trasladados a un cuarto aislado y colocados en terrarios individuales, con hojarasca y trozos de troncos, se alimentaron con arañas y mariposas (según observación en campo), se hidrataron mediante un atomizador (rociando el sustrato) y se respetaron los periodos de luz y oscuridad (siendo esta simulada por luz artificial durante el día).

Posteriormente para determinar la temperatura corporal preferida (T_{pref}), las lagartijas fueron expuestas a un gradiente térmico vertical, porque el modelo de estudio es un lagarto arbóreo que comúnmente usa ramas verticales como percha, siguiendo el modelo propuesto por Méndez & Calderón (2017).

Se construyó un carril de madera con cuatro canales de 100 x 37,5 x 25 cm, dentro de una habitación cerrada con aire acondicionado y provistos de bombillas de 50 W en el extremo superior; de esta manera se generó un gradiente térmico de 18 a 34 °C. Se proporcionaron ramas verticales de árboles de 1 m de altura dentro de cada sección vertical del gradiente para su uso como percha por parte de los individuos. Este dispositivo de percha permitió a las lagartijas moverse hacia arriba y hacia abajo (Figura 2).



Figura 2. Fotografía de los carriles verticales con gradiente térmico de 18 a 34°C.

Inicialmente cada individuo permaneció en el carril durante 30 min para permitir su aclimatación a las condiciones experimentales. Luego, se procedió al registro de las T_{pref} durante dos horas siguiendo la metodología sugerida por Paranjpe et al. (2012). Las temperaturas se registraron cada minuto con termocuplas tipo K con precisión de $0,1^{\circ}\text{C}$. Adaptadas a la cloaca de la lagartija con cinta micro poro y conectadas al termómetro utilizado en campo (termómetro digital Fluke 52-II®), con el fin de evitar alteraciones en las lecturas por manipulación al animal (Cardona-Botero et al., 2020).

Análisis de datos

Se estimaron los promedios y desviación estándar de la T_c , T_s , T_a , T_{pref} y T_o para ambas localidades. Se realizaron pruebas t de student y U de Mann-Whitney para determinar si existían o no diferencias entre la T_c en campo y T_{pref} de laboratorio para ambas localidades, entre sexos por localidad y sexos entre localidades, también se realizó cálculo de tamaño de efecto entre las variables (d Cohens o g Hedges) según la naturaleza de los datos. Se realizó el mismo análisis para las T_o comparando entre localidad; en caso de presentar diferencias se realizó una ANOVA de un factor y una prueba Tukey para determinar la variabilidad entre los modelos (microhábitats) en las localidades.

Se llevó a cabo una regresión lineal simple para establecer la influencia del ambiente (T_a y T_s) sobre la temperatura corporal presentada por los organismos en campo. Por otro lado, a partir de los datos de captura, se construyeron histogramas que muestran el número de individuos activos (individuos en movimiento o que presentaron movimientos de evasión al momento de la captura) observados en determinados intervalos de tiempo (Velásquez, González & Arcas, 2011; Bracho, 2012). De esta manera se puede relacionar el patrón de actividad de *Anolis tropidogaster* con el periodo del día en la cual presenta mayor o menor actividad y determinar si presentaba algún pico de actividad en un momento específico. Todos estos análisis fueron realizados usando la paquetería IBM SPSS Statistics 21.

Finalmente, se calcularon los índices de termorregulación: calidad térmica del hábitat (de), precisión (db) y eficiencia (E) en la termorregulación. Lo anterior siguiendo el protocolo propuesto por Hertz et al. (1993). Este método evalúa la precisión de la termorregulación (db) con base a la diferencia absoluta entre la T_c y T_{pref} (en los límites superior e inferior del mismo)

El índice de calidad térmica del hábitat (de) se calculó de igual forma, pero con la diferencia en el número absoluto del promedio de la T_o (para cada localidad) y la T_{pref} .

Posteriormente a los resultados obtenidos de db y de , se calculó la eficiencia a partir de la ecuación $E=1-(db/de)$.

El valor de estos índices está acotado entre 0 y 1, donde un valor de E con valores cercanos o iguales a 0, significa termoconformismo; mientras que la existencia de una termorregulación activa serán valores \geq que 1, por su parte valores mayores a 1 significan precisión y calidad térmica baja, mientras igual o cercano a 0, representa precisión y ambientes térmicamente adecuados.

RESULTADOS

Temperatura corporal y rango voluntario

En las localidades evaluadas los individuos presentaron una temperatura corporal similar, sin embargo, difirieron 1°C entre localidades siendo los individuos de Palmeras los de mayor temperatura ($U= 890$, $P < 0.05$; g Hedges $=0,208$), presentando mayor variación con relación a los individuos de Pino (Tabla 1). De igual forma las hembras de Palmeras estuvieron 1°C por encima de las hembras de Pino en la temperatura corporal en campo siendo esta diferencia significativa ($t=7,078$; $n=46$, $P=.011$; d Cohen $=0,241$), mientras que para los machos aunque también hubo variación en el promedio de temperaturas, estadísticamente se comportó de forma similar entre los dos sitios ($t= 1,913$; $n=74$; $P=.171$; d Cohen $=0,208$) (Tabla 1); Sin embargo, entre sexos por localidad no presentaron variación, ($U=429$, valor $P=.964$; g Hedges $=0,017$); ($U=350$, $P=.300$; g Hedges $= 0,094$), Palmeras y Pino respectivamente.

Temperatura preferida

Bajo condiciones experimentales, los individuos de Palmeras seleccionaron temperaturas preferidas (T_{pref}) en promedio superiores a los individuos de Pino. Variando entre localidades ($U= 1113216,500$; valor $P < 0.05$); del mismo modo presentó diferencias para hembras y machos ($U=208258,500000$; valor $P < 0.05$ y $U=117335,500$ valor $P < 0.05$) respectivamente; sin embargo, entre los sexos por localidad las T_{pref} fueron similares ($U=443796,000$; valor $P=.069$ y $U=778616,500$; valor $P=.077$) Palmeras y Pino, respectivamente. (Tabla 1)

Debido a las diferencias estadísticas entre los grupos decidimos determinar Inter cuartiles para cada uno de los grupos, los valores son representados en la Tabla 1 y evidenciado en la Figura 4.

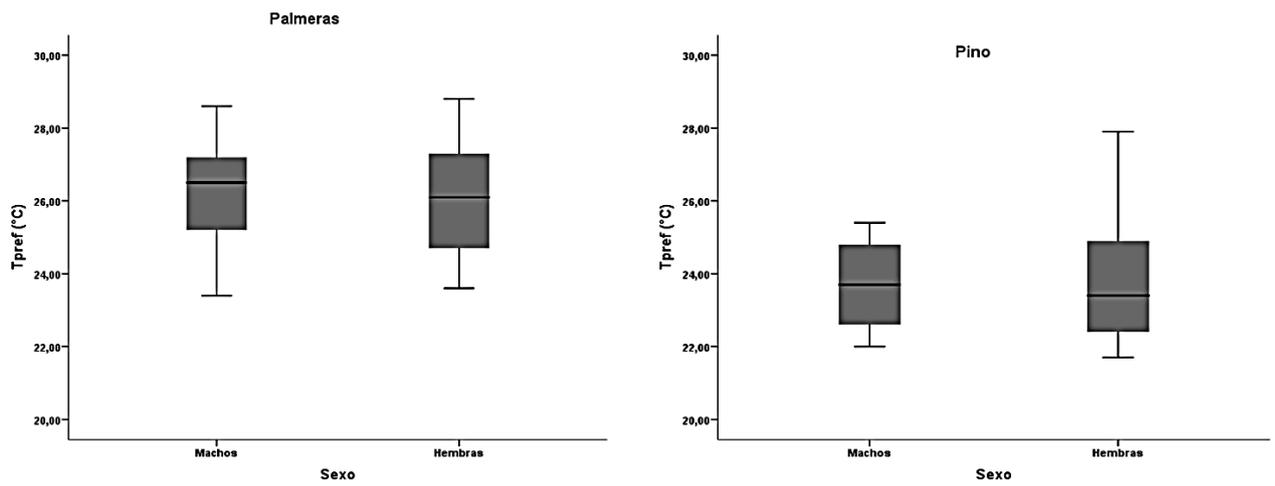


Figura 4. Diagrama de cajas representando la Temperatura preferida (T_{pref}) de Machos y Hembras de *A. Tropidogaster* por localidades

Tabla 1. Datos térmicos para *A. tropidogaster* por localidades y sexos en el departamento de Córdoba. Los valores se presentan como media \pm Desviación estándar, tamaño de la muestra en negrita; (valores mínimos y máximos), a excepción de la Tpref intervalo (25% - 75%)

	<i>Palmeras</i>						<i>Pino</i>					
	Tc	Ts	Ta	To	Tpref	Intervalo de Tpref (25-75%)	Tc	Ts	Ta	To	Tpref	Intervalo de Tpref (25-75%)
Todos	60 31,0 \pm 1,5 (27,4-31,8)	30,1 \pm 1,8 (26,0-31,3)	29,6 \pm 1,7 (26,2-32,7)			23,5-28,7	60 30,0 \pm 0,9 (28,0-31,8)	29,0 \pm 1,0 (27,0-31,5)	29,3 \pm 1,3 (26,6-31,3)			21,8-26,0
Machos	36 31,0 \pm 1,4 (27,4-31,2)	30,2 \pm 1,6 (26,4-31,3)	29,6 \pm 1,5 (27,1-32,7)	660 28,8 \pm 2,5 (22,4-34,7)	3847 26,0 \pm 3,13 (18,6-34,5)	23,4-28,6	38 30,0 \pm 1,0 (28,0-31,6)	29,0 \pm 1,1 (27,3-31,5)	29,3 \pm 1,3 (26,6-31,3)	660 28,9 \pm 1,9 (23,6-32,3)	4985 24,0 \pm 3,29 (18,1-34,3)	22,0-25,4
Hembras	24 30,9 \pm 1,7 (27,6-31,8)	29,9 \pm 1,9 (26-31,0)	29,5 \pm 1,9 (26,2-32,4)			23,6-28,8	22 29,9 \pm 0,9 (28-31,8)	28,8 \pm 0,9 (27-30,0)	29,2 \pm 1,2 (27,0-31,2)			21,7-27,9

Abreviaturas: Tc (temperaturas corporales de campo); Ts (temperatura del sustrato); Ta (temperatura ambiental); To (temperatura operativa); Tpref (temperaturas seleccionadas en gradiente térmico) y T Tpref 25-Tpref75 (°C) primer y tercer cuartiles de Tpref (25% - 75% de los datos).

Temperatura operativa

Se monitoreo un total de seis microhábitats por localidad escogidos al azar (donde se encontraron individuos), la temperatura operativa (T_o) registrada tuvo una media similar en ambas localidades (tabla 1). Sin embargo, se encontraron diferencias estadísticas entre ellas ($U=7288383$, valor $P < 0.05$). Esta diferencia puede estar relacionada con las temperaturas locales e influenciado por la cobertura vegetal, según lo registrado por los modelos en los microhábitats, donde las temperaturas máximas oscilaron entre los 31°C para Pino, y entre 33°C - 37°C en Palmeras. (Figura 5)

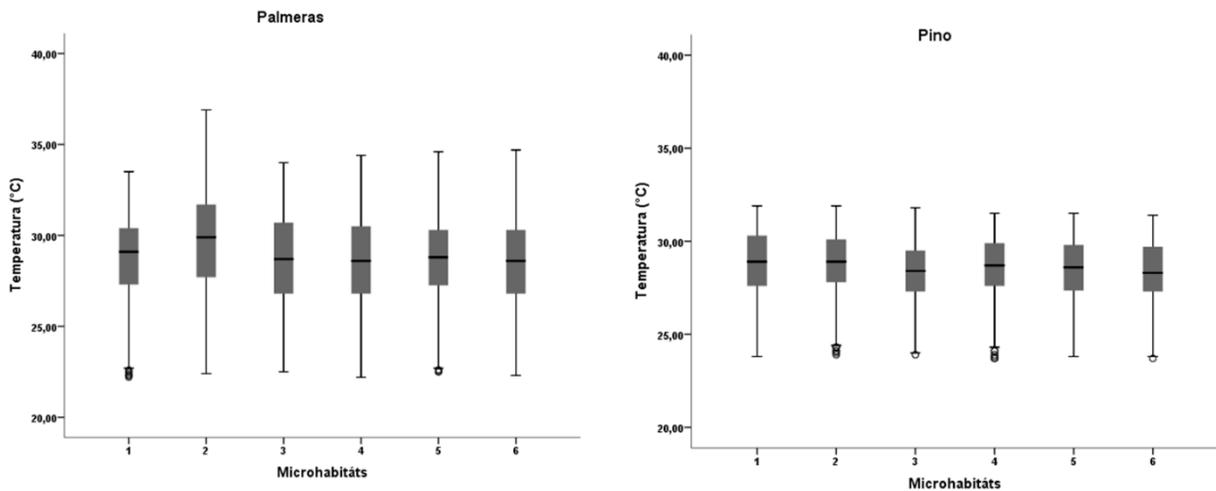


Figura 5. Diagrama de cajas representando las Temperaturas operativas en microhábitats utilizados por *A. tropidogaster* por localidad. Palmeras (izquierda) y Pino (derecha).

El análisis de varianza (ANOVA) entre microhábitats por localidad, muestran que para ambas localidades existen diferencias térmicas entre los microhábitats ($F=11,403$; valor $P < 0.05$) y ($F=22,544$; valor $P < 0.05$) Palmeras y Pino respectivamente.

Para analizar estas diferencias entre los microhábitats por localidad se realizó una prueba de Tukey (Tabla 2). La cual revelo que en general los microhábitats utilizados por las lagartijas en ambas localidades mantuvieron temperaturas similares, lo que podría indicar selección de perchas por parte de los individuos para evitar sobrecalentamiento

(palmeras), o aquellas que puedan incrementar la oportunidad de termorregular de acuerdo a la penetración solar (Pino)

Tabla 2. Prueba tukey entre microhábitats por localidad

Microhábitats	Palmeras						Microhábitats	Pino					
	1	2	3	4	5	6		1	2	3	4	5	6
1 a		1,078*	0,076	0,179	0,019	0,153	1 b		0,041	0,486*	0,167	0,324*	0,437*
2 b			1,154*	1,257*	1,097*	1,234*	2 b			0,527*	0,209	0,365*	0,478*
3 a				0,103	0,056	0,080	3 a				0,318*	0,161	0,048
4 a					0,166	0,023	4 b,c					0,156	0,269*
5 a						0,136	5 a,c						0,112
6 a							6 a						

Prueba de Tukey, $P < 0,05$ con HDS=0,407(palmeras) y HDS= 0,264 (Pino); de acuerdo a las diferencias entre las medias (microhábitats). Los asteriscos representan diferencias significativas (valores mayores a HDS) y letras iguales en las filas representan grupos homogéneos en las localidades. HSD (Diferencia Honestamente Significativa)

En Palmeras el 44% de las T_o , estuvo dentro del intervalo de T_{pref} , mientras en Pino solo el 7.6% estuvo dentro de la misma (Figura 6).

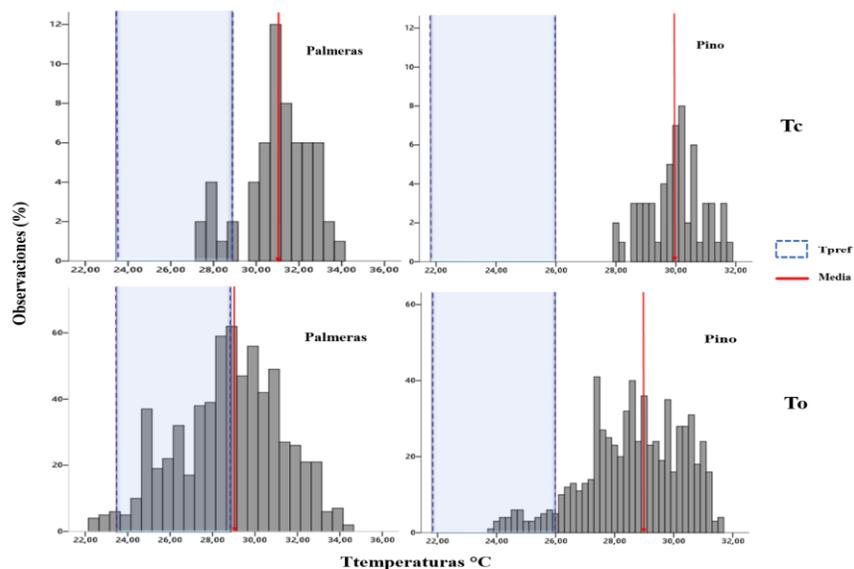


Figura 6. Distribución de la temperatura corporal (T_c) de *A. tropidogaster* en el campo (parte superior) y temperaturas operativas (T_o) de las localidades (parte inferior). La flecha indica el promedio de las temperaturas corporales en el campo y las temperaturas operativas. Las líneas puntadas muestran el rango de temperaturas preferidas (T_{pref}) registrado en el gradiente térmico.

Las temperaturas operativas promedio en las localidades, se presentaron alrededor de las 10:00 a 14:00 hrs, lo cual concuerda con las horas de observaciones registradas en campo para la especie (Figura 7), evidenciando variación horaria en los picos de actividad de los individuos en cada localidad.

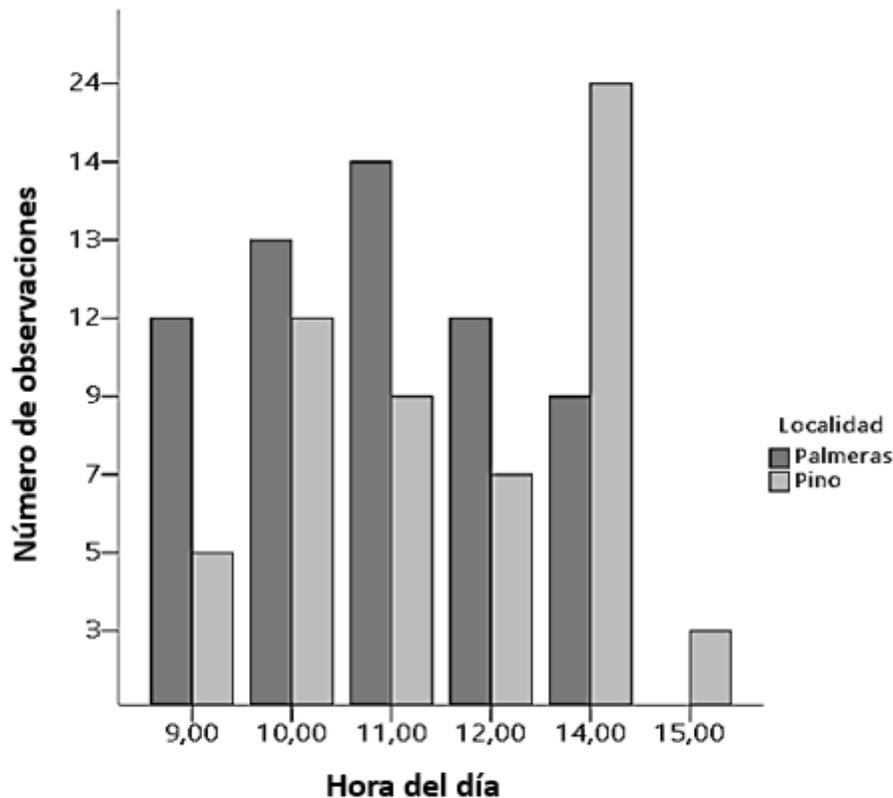


Figura 7. Patrón de actividad diaria de *Anolis tropidogaster* (Hallowell 1856).

Índices de Termorregulación Hertz et al., (1993).

El índice de calidad térmica (de) fue mayor que cero en ambas localidades (Palmeras = 0,9 y Pino = 2,4) (Tabla 3). Lo que indica que Palmeras tiene una moderada calidad térmica al estar su valor más cercano a 0, mientras Pino presentó baja calidad térmica para las lagartijas, al estar por encima de 1 y presentar mayor variabilidad térmica en los sitios de calentamiento (evidenciado por las To) (Figura 6). Presentando diferencias entre localidades ($U= 119388,500$; $p= 0,000$) por lo que Palmeras podría ser térmicamente más favorable. De igual forma, la precisión de la termorregulación de *A. tropidogaster* presentó variación (db Palmeras = 2,2; db Pino = 3,2) (Tabla 3) resultando más bajo en

Palmeras (localidad perturbada) que en Pino (localidad conservada); ($U=,059$; valor $P < 0.05$). También hubo variación entre sexos por localidad (db Machos =2,4; db Hembras =2,0); Sin embargo, no hubo diferencias ($t=0,417$; $p=0,524$) en Palmeras, mientras en Pino se comportó de forma inversa ($t=0,993$; valor $P < 0.05$) (db Machos=4,6 y db Hembras =1,9) tabla 3. Por su parte las hembras entre localidades se comportaron de forma similar ($t=0,059$; $p=0.172$) mientras que los machos difirieron significativamente ($t=0,583$; valor $P < 0.05$).

En general la eficiencia de la termorregulación (E) entre los grupos fue menor o cercano a 0 (Tabla 3). Indicando una baja eficiencia para termorregular y tendencia al termoconformismo, sin embargo, en la localidad Pino las hembras obtuvieron ($E =1,7$) indicando este valor una tendencia termorreguladora activa (≥ 1). Los valores negativos se interpretarían como individuos que evitan microhábitats térmicos de buena calidad debido a los altos costos impuestos por otras presiones ecológicas.

Tabla 3.

Indices de termorregulación (Hertz et al., 1993) , para A.tropidogaster por localidades y sexos

Localidad/índices		<i>db</i>	<i>db</i>	<i>de</i>	<i>E</i>	<i>E</i>
Palmeras	Machos		2,4			-0,5
	Hembras	2,2		0,9	-0,3	
Pino	Machos		4,6			-1
	Hembras	3,2		2,6	0,4	
			1,9			1,7

Nota. Valores obtenidos de calidad térmica del hábitat (**de**), precisión (**db**), eficiencia (**E**) en la termorregulación

Las temperaturas ambientales (T_s y T_a) estuvieron fuertemente relacionadas entre sí con un valor de ($\rho=.721$ y $\rho=.787$) palmeras y pino respectivamente, ambas con valor $P < 0.05$); indicando que la T_c responde de forma similar ante ambas variables, sin embargo, aproximadamente el 30% restante no se logra explicar. Es por ello que se decidió analizar la relación entre la T_c y la T_s por ser esta, la que se encuentra mayormente relacionada con la T_c y estar directamente relacionada con la obtención de calor de los individuos

(perchas). ($\rho = .840$ y $\rho = .844$) palmeras y pino respectivamente, ambas con valor $P < 0.05$), de acuerdo a lo anterior esta especie se comporta como tigmoterma según lo propuesto por (Huey & Slatkin, 1976) al ser cercano a 1 el valor de la pendiente.

DISCUSIÓN

En las localidades evaluadas, la media de la temperatura corporal de *A. tropidogaster* para Palmeras fue un grado más alto en comparación con los individuos de Pino. Esta diferencia en la temperatura corporal podría estar relacionada con la variación en el comportamiento territorial o el uso del hábitat, que puede conducir a los individuos hacia microhábitats con diferente disponibilidad de fuentes de calor (Díaz & Rocha, 2004; Kerr & Bull, 2004).

Sin embargo, la temperatura corporal registrada en este trabajo concuerda con la temperatura corporal promedio reportada para estos organismos ($29.96 \pm 0.57^\circ\text{C}$) por Sánchez et al. (2010), en Santa Marta.

La temperatura preferida registrada estuvo en un rango entre 22°C - 28°C en general, lo que concuerda con la temperatura máxima voluntaria expuesta por Ballinger et al. (1970) para esta especie en Panamá la cual fue 27.6°C . Sin embargo, por los escasos estudios en bosque seco tropical no es posible la comparación de este valor respecto a otras especies en este género bajo condiciones propias del ecosistema.

Al comparar los rangos térmicos voluntarios de los individuos entre localidades se encontraron diferencias estadísticamente significativas, lo que podría indicar un ajuste en las preferencias térmicas según la variabilidad de sus hábitats (Leal & Gunderson, 2012).

Los individuos entre sexos se comportaron de forma similar de acuerdo a las preferencias térmicas, sin embargo las hembras en Pino presentaron temperaturas preferidas más altas en comparación con los machos, esto puede deberse a una posible diferencia en requerimientos térmicos que pueden estar relacionados con la reproducción (considerando la ovoposición luego de la fase experimental); Hitchcock & McBrayer (2006) y Rock et al. (2002) sugieren que algunas hembras de lagartos mantienen temperaturas preferidas más altas ya que representan condiciones óptimas para el desarrollo embrionario y por consiguiente las hembras grávidas ocupan sitios más cálidos que los machos y hembras no grávidas. Concordando esta hipótesis con lo observado en nuestros resultados, puesto que el 80% de las hembras se encontraban grávidas, aunque

en este caso no se evaluó de acuerdo a esta condición; por esta razón, se propone para futuros estudios examinar posibles diferencias térmicas entre la condición reproductiva de *A. tropidogaster*.

Por otra parte, la selección de temperaturas bajas por los machos podría estar favoreciendo aspectos de bienestar desde el punto de vista reproductor, Méndez de la Cruz et al. (2014) proponen que los machos de las lagartijas requieren temperaturas bajas para lograr una maduración espermática eficiente. Sin embargo, para afirmar esta hipótesis es necesario realizar estudios relacionados con el efecto de la temperatura en aspectos reproductivos principalmente en producción y efectividad espermática.

Las temperaturas operativas obtenidas en este estudio presentaron una media similar en ambas localidades, sin embargo, la estructura vegetal probablemente influya en la distribución espacial de las temperaturas operativas y directamente las propiedades térmicas del hábitat (Lara Reséndiz, 2014), de acuerdo a la incidencia de radiación solar y consecuentemente el incremento de la temperatura local; afectando directamente la energía necesaria para termorregular con precisión (Sears et al., 2016).

Los modelos dispuestos en perchas seleccionadas registraron temperaturas similares sin embargo, en la localidad Pino indico heterogeneidad térmica, al presentar 3 grupos homogéneos, posiblemente por la incidencia de la penetración solar y la composición vegetal similar; por su parte la prueba tukey representa grupos homogéneos en Palmeras con temperaturas homogéneas (siendo diferente solo el microhábitat 2), a pesar de la variación en la cobertura y composición vegetal.

Esta singularidad hace importante considerar estudios futuros en la composición florística y la estructura de la vegetación de acuerdo al desempeño locomotor y rendimiento fisiológico según la relación con la temperatura, basado en la calidad térmica y la caracterización lumínica de microambientes en diferentes tipos de cobertura vegetal donde se encuentra la especie.

Según los resultados del estudio, *A. tropidogaster* presentó un patrón de actividad diaria con picos máximos (entre las 10:00 y las 14:00 horas), cuando las temperaturas ambiental

y microambiental eran las más altas (Figura 7), en la localidad Pino. Este patrón de actividad es similar al encontrado para la misma especie por Bracho (2012) y Sánchez et al (2010) y en otras especies del mismo género, como *A. cristatellus* (Huey, 1983), *A. fuscoauratus* (Vitt, et al., 2003), *A. onca* (Velásquez, et al., 2011), *A. heterodermus* (Méndez-Galeano & Calderón-Espinosa, 2017); *A. huilae* (Bejarano & Bernal, 2019). En consecuencia, estos resultados concuerdan con la hipótesis de que la actividad de las lagartijas está relacionada con las temperaturas ambientales y corporales (Hanato, et al., 2001).

En la localidad Pino probablemente la amortiguación térmica generada por el bosque hace que estas lagartijas prefieran las temperaturas microambientales diarias más altas para maximizar su actividad funcional y su comportamiento, localizándose principalmente en perchas que la protegen de la exposición directa de la radiación solar ofreciéndole temperaturas microambientales significativamente menores que las ambientales (al ser esta localidad una zona boscosa y menor penetración solar).

Sin embargo, en la localidad Palmeras se evidencia una reducción en las horas de actividad de *A. tropidogaster* (Figura 7); lo que podría explicarse por ser esta zona de menor vegetación y estar expuestos a temperaturas ambientales que pueden superar sus límites térmicos críticos máximos (CTmax), por lo que se refugian durante las horas de mayor temperatura para evitar el sobrecalentamiento. Estos resultados concuerdan con lo expuesto por Sinervo et al. (2010), donde mencionan que la actividad de los animales decrece cuando las temperaturas son mayores.

Esta diferencia sugiere la existencia de ajustes termorreguladores en *A. tropidogaster* para hacer frente a la heterogeneidad térmica por la perturbación del hábitat, mediante los cambios en los períodos de actividad.

Termorregulación

En algunas especies de *Anolis*, el grado de termorregulación varía con la oportunidad de termorregular, que puede estar limitado por la cubierta del dosel o puede estar influido por el costo relativo de la termorregulación frente al termoconformismo (es decir, la estrategia varía con el hábitat) Fitch, 1973; Lee, 1980; Hertz y col., 1993.

De acuerdo con los valores generales de los índices de termorregulación, *A. tropidogaster* es una especie poco precisa para termorregular ya que solo el 11.6 % de las Tc estuvo

dentro de las T_{pref} en la localidad Palmeras y en la localidad Pino estuvieron por fuera del límite de la misma (Figura 5). Sin embargo, esa baja exactitud de termorregulación no implica necesariamente que los individuos sean termoconformes, ya que puede suceder que la calidad térmica del hábitat sea tan baja que los esfuerzos de los individuos por termorregular no puedan lograr mantener sus T_c dentro del rango óptimo (Pino); o por el contrario, que el hábitat tenga una calidad térmica tan favorable que los individuos no tengan que hacer esfuerzo alguno para termorregular (Palmeras) de acuerdo a lo dicho por (Ortega Zaida., 2015 y Hertz et al., 1993).

En primer lugar, el fragmento de bosque en la localidad Pino presenta mayor cubrimiento y es ampliamente sombreado (Olarde, 2012), por tanto, las temperaturas son relativamente bajas y homogéneas, por su parte la localidad Palmeras presenta zonas abiertas y vegetación dispersa (Ballesteros et al., 2019), Ampliando la heterogeneidad de microhábitats de calentamiento ofrecidos por el hábitat. Estas particularidades están asociadas, en gran medida, a la cantidad de radiación solar que reciben los sitios de percha (Jennings et al., 1999; Pringle et al., 2003). De acuerdo a esto el 7.6% de las T_o estuvo dentro del intervalo de T_{pref} en la localidad Pino y el 44% en la localidad Palmeras, según lo agrupados o dispersos que se encuentran los microhábitats térmicamente favorables dentro de las localidades (Sears y Angilletta, 2014). Y la selección cuidadosa de los microhábitats en base a la variación en la composición y estructura de la vegetación como determinantes de la calidad térmica.

La alta correlación de las temperaturas ambientales con la temperatura corporal sugiere que *A. tropidogaster* es una especie termoconformista con base al criterio propuesto por Huey y Slatkin (1976), este hallazgo es similar a lo encontrado en *A. antonii*, *A. bartschi*, *A. carolinensis*, *A. cristatellus*, *A. marmoratus* y *A. onca* donde también se reportó una estrategia de termorregulación pasiva o termoconformismo (Huey & Webster, 1975; Huey & Webster; 1976; Jenssen et al., 1996; Velásquez et al., 2011). Además, una mayor relación con la temperatura del sustrato indica que esta especie tiende a la tigmoterma, por ser la temperatura del sustrato la más importante fuente de obtención de calor, denotando que la estrategia de termorregulación es independiente al grado de perturbación del hábitat.

A. tropidogaster en general es poco eficiente para termorregular ($E = -0,3$ y $0,4$) Palmeras y Pino respectivamente. En Palmeras el esfuerzo para termorregular podría ser menor al

contar con micrositios térmicamente favorables (seleccionando perchas adecuadas) sin embargo, los costos para alcanzar las temperaturas óptimas podría estar limitado por la restricción horaria térmica para evitar sobrecalentamiento, pocos recursos alimenticios e incremento de exposición a depredadores al tener poca cobertura vegetal por el contrario, en la localidad Pino, podría estar relacionada con los ajustes de comportamiento para compensar los costos ecológicos por un ambiente térmico de baja calidad (Christian y Bedford, 1995, 1996; Díaz y Cabezas-Díaz, 2004), la competencia por disponibilidad de recursos y de igual forma la limitación por horas solares disponibles, lo cual es consistente con nuestros hallazgos.

Sin embargo, para las hembras los resultados sugieren que puede existir alta exactitud termorreguladora a pesar la baja calidad térmica del ambiente, en este caso utilizando perchas expuestas para termorregular y realizando ajustes conductuales para compensar la variación estacional en los costos térmicos del ambiente lo que concuerda con resultados expuestos para *A. heterodermus* (Méndez-Galeano y Calderón-Espinosa 2017).

Partiendo de la teoría de costos y beneficios de la termorregulación en lagartijas (Huey & Slatkin, 1976), y de acuerdo en lo hallado en el índice de calidad térmica la localidad Palmeras podría considerarse más favorable para la termorregulación de *A. tropidogaster*, al ser un ecosistema con menor cobertura vegetal que recibe una mayor radiación solar, lo que estaría facilitando la obtención de calor. Sin embargo, estas perturbaciones ambientales podrían traer consecuencias negativas, puesto que las temperaturas que el ambiente les ofrece los lleva al límite térmico o muy cerca, privando a las lagartijas de ejercer sus actividades a causa de las temperaturas altas que superan su resistencia, y por ende representa una amenaza para su conservación por el aumento de las perturbaciones antropogénicas en los hábitats naturales y todo lo que este tipo de eventos conlleva.

En **conclusión**, nuestros resultados indican la existencia de ajustes termorreguladores en *A. tropidogaster* para hacer frente a la heterogeneidad térmica por la perturbación del hábitat, mediante los cambios en los períodos de actividad; donde una mayor perturbación (Palmeras), presenta mayor actividad en la mañana y en la localidad conservada (Pino) un aumento respecto a la radiación solar en las primeras horas de la tarde; se puede considerar como una especie termoconformista y tigmoterma por su alta relación con la temperatura del sustrato, siendo esta, su fuente de obtención de calor; además su

estrategia de termorregulación es independientes al grado de perturbación del hábitat. Por su parte nuestros hallazgos sugieren que la eficiencia y precisión en la termorregulación podría estar condicionada un poco más a los costos que genera termorregular, que a la calidad térmica ofrecida por el hábitat.

Agradecimientos.

Se le agradece a la Universidad De Córdoba, al grupo de investigación Biodiversidad bajo el proyecto Diversidad Funcional en fragmentos de bosque seco tropical del departamento de Córdoba: Bases para la conservación y manejo de un ecosistema amenazado fase II, por el financiamiento para la realización de este trabajo.

A Ángela Ortega León por su dirección y acompañamiento; Iván Morales Vertel por su colaboración durante el trabajo de campo, trabajo experimental y acompañamiento en el manuscrito.

Finalmente agradezco a el Dr. Rafael Lara Reséndiz por sugerencias y aportes en la metodología y a Dr. Fausto Méndez De La Cruz por la revisión y comentarios al manuscrito.

BIBLIOGRAFÍA

Angilleta, M. J., P. H. Niewiarowski, C. A. Navas. (2002) .The evolution of thermal physiology in ectotherms. *Journal of thermal Biology* , 27:249-268

Arizal Argel, A. (2020-11-13.). Composición y estructura florística de tres fragmentos de bosque seco tropical (BST) en el Sinú Medio, Córdoba – Colombia. Facultad de Ciencias Básicas

Adolph, Stephen & Porter, Warren. (1993). Temperature, Activity, and Lizard Life Histories. *The American naturalist*. 142. 273-95. 10.1086/285538.

Ballesteros J, Fernández C, Dueñas R. 2006. Introducción a la Diversidad Faunística del Departamento de Córdoba. Facultad de Ciencias Básicas e Ingenierías, Universidad de Córdoba, Montería-Colombia. Informe técnico. Bakken, G. S. 1992. Measurement and application of operative and standard operative temperatures in ecology. *American Zoologist* 32:194-216

Ballesteros-Correa, Jesús; Morelo-García, Luís Y Pérez-Torres, Jairo. (2019). Composición Y Estructura Vegetal De Fragmentos De Bosque Seco Tropical En Paisajes De Ganadería Extensiva Bajo Manejo Silvopastoril Y Convencional En Córdoba, Colombia. <https://doi.org/10.15446/Caldasia.V41n1.71320>

Ballinger, R. E., Marion, K. R., & Sexton, O. J. (1970). Thermal Ecology of the Lizard, *Anolis limifrons* with Comparative Notes on Three Additional Panamanian Anoles. *Ecology*, 51(2), 246–254. <https://doi.org/10.2307/1933660>

Bejarano-Bonilla, D. A., & Bernal-Bautista, M. H. (2019). Patrón de actividad diaria y de temperaturas ambientales y microambientales en una población de la lagartija endémica colombiana *Anolis huilae* (Squamata, Dactyloidae). *RACCEFYN*, 43(166), 38–43. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.687>

Blouin-Demers, G. y Weatherhead, P. J. (2001). Thermal ecology of black rat snakes (*Elaphe obsoleta*) in a thermally challenging environment. *Ecology*, 82, 3025–3043. <https://doi.org/10.2307/2679832>

Bracho-Altamiranda, F. (2012). *Anolis tropidogaster* Hallowell (Sauria, Polychrotidae): Abundancia, uso de hábitat y microhábitat al sur del departamento de Córdoba. *Colombia Forestal*, 15(Supl. 1), 60

Brow, T.K., B.T. Henen, I.M.I.A. Piere, M.F. Meyer, K.A. Nagy. 1995. *Lizards Ecology ; historical and experimental perspectives*. Princeton university press. New jersey ,USA pg 403

Brujes, C. S. & L. Verrastro. 2006. Thermal biology of *Liolaemus occipitalis* (Squamata, Tropiduridae) in the coastal sand dunes of Rio Grande do Sul, Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 66 (3): 945-954.

Buckley, LB, Ehrenberger, JC Y Angilletta, MJ, Jr (2015), El Comportamiento Termorregulador Limita La Adaptación Local De Los Nichos Térmicos Y Confiere Sensibilidad Al Cambio Climático. *Funct Ecol*, 29: 1038-1047. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.12406>

Cardona-Botero, V.E., Lara-Resendiz, R.A., Galina-Tessaro, P., 2020. Field and selected body temperatures of the San Lucan rock lizard (*Petrosaurus thalassinus*) in Baja California, Mexico. *Herpetol. Notes* 13, 485-486

Christian, KA & Bedford, GS 1995. Cambios estacionales en termorregulación por el lagarto frillneck, *Chlamydosaurus kingii*, en la Australia tropical. *Ecología* 76 (1): 124-132.

Christian, KA & Bedford, G. 1996. Termorregulación por el árbol manchado monitor, *Varanus scalaris*, en los trópicos estacionales de Australia. *Revista de Biología Térmica* 21 (2): 67-73

Cuatrecasas Arumí, J. (2017). Aspectos de la vegetación natural de Colombia. Parte I. *Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat.*, 41(Suplemento), 100. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.570>

Cowles RB & CM Bogert (1944) A preliminary study of the thermal requirements of desert reptiles. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 83: 263-296

Díaz, J., R. E. y F. D. H. Rocha. 2004. Thermal ecology, activity patterns, and microhabitat use by two sympatric whiptail lizards (*Cnemidophorus abaetensis* and *Cnemidophorus ocellifer*) from Northeastern Brazil. *Journal of Herpetology* 38:586–588.

Downes, S., Shine, R., 1998. Heat, safety or solitude Using habitat selection experiments to identify a lizard's priorities. *Animal Behaviour* 55, 1387-1396.

Díaz, José. (1997). Ecological correlates of the thermal quality of an ectotherm's habitat: A comparison between two temperate lizard populations. *Functional Ecology*. 11. 79 - 89. 10.1046/j.1365-2435.1997.00058.x.

Díaz, JA y Cabezas - Díaz, S. 2004. Variación estacional de la contribución de diferentes mecanismos de comportamiento para la termorregulación del lagarto. *Ecología funcional* 18 (6): 867-875

Dzialowski, E. M. 2005. Use of operative temperature and standard operative temperature models in thermal biology. *Journal of Thermal Biology* 30:317-334.

Fitch, HS, 1973. Observaciones sobre la ecología poblacional de Centroamérica lagarto iguanid *Anolis cupreus*. *Caribb. J. Sci.* 13, 215 -229.

Hall, L. S., P. R. Krausman, And M. L. Morrison.1997. The Habitat Concept And A Plea For Standard Terminology. *Wildlife Society Bulletin* 25: 173-182.Hildi2n, O. 19

Hanato, F., Vrcibradic, D., Galdino, C., Cunha-Barros, M., Rocha, C., Van Sluy, M. (2001). Thermal ecology and activity patterns of the lizards community of the Restinga of Jurubatiba, Macaé, R. J. *Revista Brasileira de Biologia*. 61: 287-294.

Hertz, P.E., Huey, R.B., Stevenson, R.D., 1993. Evaluating temperature regulation by field-active ectotherms: the fallacy of the inappropriate question. *The American Naturalist* 142, 796-818

Hitchcock, Michael & Mcbrayer, Lance. (2006). Thermoregulation in Nocturnal Ectotherms: Seasonal and Intraspecific Variation in the Mediterranean Gecko (*Hemidactylus turcicus*). *Journal of Herpetology - J HERPETOL.* 40. 185-195. 10.1670/233-04A.1.

Huey RB & M Slatkin (1976) Cost and benefits of lizard thermoregulation. *The Quarterly Review of Biology* 51: 363-384

Huey, R. B.(1982) . Temperature, physiology an ecology of reptiles.In:Gans, C, F.H.Pough(eds.).*biology of the reptilia*,vol. 12. Academic press,London .Pp. 52-92

Huey, R. B.(1991) . Physiological consequences of habitat selection *The American Naturalist*, 137 , p. S91-S115

Huey, RB, Deutsch, CA, Tewksbury, JJ, Vitt, LJ, Hertz, PE, Alvarez Pérez, HJ y Garland, T., Jr (2009). Por qué las lagartijas de los bosques tropicales son vulnerables al calentamiento climático. *Actas. Ciencias biológicas* , 276 (1664),19391948. <https://doi.org/10.1098/rspb.2008.1957>

Huey, R.B., Pianka, E.R., 2007. Lizard thermal biology: do genders differ?. *The American Naturalist* 170, 473-478

Jennings, Steve & Brown, Nick & Sheil, Douglas. (1999). Assessing Forest Canopies and Understorey Illumination: Canopy Closure, Canopy Cover and Other Measures. *Forestry*. 71. 59-73. 10.1093/forestry/72.1.59.

Jenssen, TA, 1970. La ethoecología de *Anolis nebulosus* (Sauria, Iguanidae). *J. Her petol.* 4, 1-38.

Kerr G. D. & C. M. Bull. 2004. Microhabitat use by the scincid lizard *Tiliqua rugosa*: Exploiting natural temperature gradients beneath plant canopies. *Journal of Herpetology* 38:536-545

Kour,E. L., V. H. Hutchison.1970. Critical thermal tolerances and heating and cooling rates of lizard from diverse habitats. *Copeia* 1970:219-229

Lara-Reséndiz, R.A., Larraín-Barrios, B., Díaz de la Vega-Pérez, A.H., Méndez-De la Cruz, F. R., (2014) Calidad térmica a través de un gradiente altitudinal para una comunidad de lagartijas en la sierra del Ajusco y el Pedregal de San Ángel, México, 3, 885-897. <https://doi.org/10.7550/rmb.42249>

Lara-Reséndiz, R. A., Gadsden, H., Rosen, P. C., Sinervo, B. y Méndez-de la Cruz, F. R. (2015). Thermoregulation of two sympatric species of horned lizards in the Chihuahuan Desert and their local extinction risk. *Journal of Thermal Biology*, 48, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2014.11.010>

Lee, JC, 1980. Ecología térmica comparativa de dos lagartos. *Oecologia* 44, 171-176.

Lemos-Espinal, JA, Smith, GR, Ballinger, RE, 1997. Ecología térmica del lagarto, *Sceloporus gadoviae*, en un bosque de matorrales tropicales áridos. *J. Arid Environ.* 35, 311-319.

Losos, J. B. (2009). *Lizards in an Evolutionary Tree Ecology and Adaptive Radiation of Anoles*. Berkeley: University of California Press

Méndez-de la Cruz, F.R., Manríquez-Morán, N.L., Arenas-Ríos, E., Ibarzüengoytía, N., 2014. Male Reproductive Cycles in Lizards, in: Rheubert, J.L, Siegel, D, Trauth, S.E. (Eds.), *Reproductive Biology and Phylogeny of Lizards and Tuatara*. Florida, CRC, pp. 302–339

Méndez-Galeano, Miguel A. and Calderón-Espinosa, Martha L. Thermoregulation in the Andean lizard *Anolis heterodermus* (Squamata: Dactyloidae) at high elevation in the Eastern Cordillera of Colombia. <https://doi.org/10.1590/1678-4766e2017018>

Moreno-Arias, R. A. et al. (2021). Atlas de la biodiversidad de Colombia. *Anolis*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D. C., Colombia. 72 pp.

Olarte-Estrada, pedro. (2012)_Evaluación de la oferta forrajera y la calidad de las pasturas en ganado de ceba, en la Hacienda Pino Agropecuaria Bajo grande. <http://hdl.handle.net/10567/613>

Ortega, Zaida. (2015). Biología térmica de lagartijas de alta montaña del género Iberolacerta. 10.14201/gredos.128479.

Paranjpe, Dhanashree & Cooper, Robert & Patten, Amy & Sinervo, Barry. (2012). Measuring Thermal Profile of Reptiles in Laboratory and Field. Proceedings of measuring behavior 2012.

Pereira, H.M, Leadley, P.W, Proença, V., Alkemade, R., Scharlemann, J.P.W, Fernandez-Manjarrés, J.F, Araújo, M.B., Balvanera, P., Biggs, R., Cheung, W.W.L., Chini, L., Cooper, H.D, Gilman, E.L, Guènette, S., Hurtt, G.C, Huntington, H.P., Mace, G.M, Oberdorff, T., Revenga C., Rodríguez, P., Scholes, R.J, Sumaila, U.R., Walpole, M., 2010. Scenarios for global biodiversity in the 21 st century. Science. 330, 1496–1501. <https://doi.org/10.1126/science.1196624>.

Pianka, E. R. & Vitt, L. J. (2003). Lizards: windows to the evolution of diversity. Barkeley. University of California Press

Pringle, RM , JK Webb y R. Shine . 2003 . Estructura del dosel, microclima y selección de hábitat por una serpiente nocturna, Hoplocephalus bungaroides . Ecología 84 : 2668 - 2679 .

Ramos Escudero, L. (2021). Efectos de la reducción del hábitat sobre la riqueza de especies y la abundancia de murciélagos filostómidos en el Caribe colombiano. Facultad de Ciencias Básicas.

Rico, G. A. (2017). Colombia: la ganadería extensiva está acabando con los bosques. Mongabay. Periodismo ambiental independiente de Latinoamérica

Robert, KA, Thompson, MB, Seebacher, F., 2006. Biología térmica de un vivíparo lagarto con determinación del sexo dependiente de la temperatura (sic). J. Therm. Biol. 31, 292-301.

Rock J, A Cree & Rm Andrews (2002) The Effect Of Reproductive Condition On Thermoregulation In A Viviparous Gecko From A Cool Climate. *Journal Of Thermal Biology* 27: 17-27 .

Sánchez-Hernández, Paula; Molina-Borja, Miguel; Ramírez-Pinilla, Martha P.(2010) Estudio preliminar de la ecología térmica de una población de agartos *Norops Tropidogaster* (sauria: polychrotinae) en la cuenca baja del rio gaira, santa marta – colombia (congreso colombiano zoología 2010)

Sears, Michael & Angilletta, Michael. (2014). Costs and Benefits of Thermoregulation Revisited: Both the Heterogeneity and Spatial Structure of Temperature Drive Energetic Costs. *The American Naturalist*. 185. 10.1086/680008.

Sinervo, B., Méndez-de la Cruz, F., Miles, D. B., Heulin, B., Bastiaans, E., Villagrán-Santa Cruz M. et al. (2010). Erosion of lizard diversity by climate change and altered thermal niches. *Science*, 328, 894–899. <https://doi.org/10.1126/science.1184695>

Suárez, Ana María y Esteban Alzate Basto. 2014. Guía Ilustrada Anfibios y reptiles Cañón del río Porce, Antioquia. EPM E.S.P. Universidad de Antioquia, Herbario Universidad de Antioquia - Medellín, Colombia. 138 pp

Tewksbury, J. J., R. B. Huey y C. A. Deutsch. 2008. Putting the heat on tropical animals. *Science*, 320: 1296

Velásquez, Jenniffer, & González S., Luis Alejandro, & Prieto Arcas, Antulio (2011). Ecología Térmica Y Patrón De Actividad Del Lagarto *Anolis Onca* (Squamata: Polychrotidae) En La Península De Araya, Venezuela. *Saber. Revista Multidisciplinaria Del Consejo De Investigación De La Universidad De Oriente*, 23(1),5-12. Issn: 1315-0162. Disponible En <https://Www.Redalyc.Org/Articulo.Oa?Id=4277/427739445002>

Vitt L., Avila-Pires T., Zani P., Sartorius S., Espósito M. 2003. Life above ground: ecology of *Anolis fuscoauratus* in the Amazon rain forest, and comparisons with its nearest relatives. *Can. J. Zool.* 81: 142-156.

Woolrich-Piña GA, Smith GR, Lemos-Espinal JA, Ramírez-Silva JP. Do gravid female *Anolis nebulosus* thermoregulate differently than males and non-gravid females? *J Therm Biol.* 2015 Aug;52:84-9. doi: 10.1016/j.jtherbio.2015.06.006. Epub 2015 Jun 16. PMID: 2626750