



## El Colegio de la Frontera Sur

Comportamiento termorregulatorio y ecología térmica de la tortuga sabanera (*Rhinoclemmys pulcherrima pulcherrima*) bajo condiciones de cautiverio en la costa de Oaxaca, México.

TESIS

presentada como requisito parcial para optar al grado de  
Maestría en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural

Por

**Penélope Ruth Téllez Rodríguez**

2015



# El Colegio de la Frontera Sur

Chetumal, Quintana Roo, a 4 de Diciembre de 2015

Las personas abajo firmantes, integrantes del jurado examinador de:

Penélope Ruth Téllez Rodríguez

---

hacemos constar que hemos revisado y aprobado la tesis titulada

Comportamiento termorregulatorio y ecología térmica de la tortuga sabanera  
(*Rhinoclemmys pulcherrima pulcherrima*) bajo condiciones de cautiverio, en la Costa de  
Oaxaca, México

Para obtener el grado de Maestra en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural

	Nombre	Firma
Director	<u>Dr. José Rogelio Cedeño Vázquez</u>	_____
Asesor	<u>Dr. David González Solís</u>	_____
Asesor	<u>M. en C. Marco Antonio López Luna</u>	_____
Sinodal adicional	<u>Dr. Yann Lucien Hénaut</u>	_____
Sinodal adicional	<u>M. en C. Alejandro Vega Zepeda</u>	_____
Sinodal suplente	<u>Dr. Felipe Eloy Sosa Cordero</u>	_____

\*en caso de contar con una tercera persona como asesora.

## Agradecimientos

A mi mamá, a mi papá y a mi hermana, por apoyarme en todos los aspectos, a lo largo de mi formación académica.

A mis compañeros de generación.

A mi tutor Dr. José Rogelio Cedeño Vázquez y asesores, Dr. David González Solís y M. en C. Marco Antonio López Luna por el tiempo, paciencia y por ayudarme con todas mis inquietudes.

A mis sinodales, M. en C. Alejandro Vega Zepeda, Dr. Yann L. Hénaut y Dr. Felipe E. Sosa, por tomarse el tiempo para participar en este documento y por sus acertados comentarios, críticas y observaciones

A ECOSUR, por depositar su confianza en mí, en mi trabajo y por darme una oportunidad para ser una mejor profesionista.

Al Centro Mexicano de la Tortuga, en especial a la M. en C. Martha Harfush, quien me dio todo su apoyo y confianza para realizar este trabajo dentro de las instalaciones del CMT.

A CONACyT por otorgarme una beca para poder llevar a cabo la presente investigación.

*La ciencia es el arte de la aproximación. Ella no define, sino que rodea; no traza líneas divisorias, sino que crea puentes; no conoce dogmas, sólo procesos. No puede verificar nada, solamente esbozar un cuadro lo más claro posible.*

F.S

## Índice

Introducción .....	7
Antecedentes .....	11
Justificación y planteamiento del problema.....	14
Hipótesis .....	15
Objetivos .....	15
General.....	15
Específicos .....	15
Método .....	16
Análisis estadístico.....	18
Resultados.....	19
Pautas de comportamiento de termorregulación de <i>R. p. pulcherrima</i> .....	29
Uso de microhábitat .....	31
Ecología térmica .....	35
Talla, peso y temperatura corporal .....	40
Tendencia termorreguladora de <i>R. pulcherrima pulcherrima</i> .....	41
Discusión .....	42
Conclusiones.....	54
Recomendaciones.....	55
Literatura Citada .....	57
Anexos: .....	64

## Índice de Figuras

Introducción .....	7
Figura 1. Plano del corral que alberga a los individuos de <i>R. p. pulcherrima</i> .....	16
Figura 2. Representación porcentual de las pautas de comportamiento de <i>R. pulcherrima pulcherrima</i> .....	20
Fig. 3. Registro de pautas (actividades) de <i>R. p. pulcherrima</i> , durante todo el periodo de observación. ....	29
Figura 4. Uso general de los diferentes microhábitats para <i>R. p. pulcherrima</i> en los tres meses de muestreo. Los valores dentro de las columnas son porcentuales. ....	33
Figura 5. Variación en el uso de microhábitat durante los horarios de observación en mayo (A), julio (B) y agosto (C).....	34
Figura 6. Porcentaje de uso de los distintos microhábitats por machos y hembras de <i>R. p. pulcherrima</i> durante mayo, julio y agosto.....	35
Figura 7. Correlación entre la $T_c$ vs. $T_s$ (A), $T_c$ vs. $T_{H_2O}$ (B) y $T_c$ vs. $T_a$ (C), en el mes de mayo.....	37
Figura 8. Correlación entre la $T_c$ vs. $T_s$ (A), $T_c$ vs. $T_{H_2O}$ (B) y $T_c$ vs. $T_a$ (C), en el mes de en julio.....	38
Figura 9. Correlación entre la $T_c$ vs. $T_s$ (A), $T_c$ vs. $T_{H_2O}$ (B) y $T_c$ vs. $T_a$ (C), en el mes de agosto.....	39
Figura 10. Distribución del peso (A) y longitud total del carapacho (LTC) (B) de machos y hembras de <i>R. p. pulcherrima</i> . ....	40
Figura 11. Análisis de correlación lineal entre la $T_c$ de los individuos de <i>R. p. pulcherrima</i> con el peso (A) y longitud total del carapacho (B). ....	41

## Índice de cuadros

Cuadro I. Temperaturas corporales (°C) promedio de hembras y machos de <i>R. p. pulcherrima</i> durante los meses de muestreo.....	36
Cuadro II. Valores promedio, máximos y mínimos de la temperatura ambiental ( $T_a$ ), temperatura del sustrato ( $T_s$ ) y temperatura del agua ( $T_{H_2O}$ ), durante mayo, julio y agosto del 2015. ....	36
Cuadro III. Parámetros de la regresión lineal simple obtenida entre $T_c$ vs. $T_a$ , $T_c$ vs. $T_s$ y $T_c$ vs. $T_{H_2O}$ . a= intercepción; b= pendiente; $r^2$ = determinación y p= probabilidad. ....	42

## Resumen

La tortuga sabanera (*Rhinoclemmys pulcherrima pulcherrima*) se encuentra enlistada en la Norma Oficial Mexicana 059 bajo el estatus de “amenazada”. Esta tortuga se distribuye únicamente en la costa de Guerrero y Oaxaca; sin embargo, se conoce muy poco sobre su biología, ecología e historia de vida. Los estudios sobre comportamiento son la base para generar información sobre las especies y para llevar a cabo buenas prácticas de manejo y conservación, particularmente cuando los organismos son mantenidos en cautiverio, y debido a que la termorregulación es una característica determinante en el comportamiento de los reptiles, generar conocimiento sobre el tema permite entender como la especie se adapta y utiliza su entorno, lo que a su vez, permite un mejor entendimiento de la ecología térmica.

Este estudio se realizó durante los meses de mayo, julio y agosto de 2015 en las instalaciones del Centro Mexicano de la Tortuga (CMT). Se eligieron 60 individuos (30 machos y 30 hembras) con condiciones físicas óptimas, se marcaron y se registraron datos de peso y talla de cada uno de ellos. Se realizaron observaciones de seguimiento continuo en horarios específicos (9:00, 12:00, 15:00 y 17:00 h) para registrar las pautas de comportamiento de los individuos. Por otra parte, se registró el microhábitat seleccionado por los individuos, así como su temperatura corporal ( $T_c$ ), temperatura ambiental ( $T_a$ ), del agua ( $T_{H_2O}$ ) y del sustrato ( $T_s$ ). El comportamiento termorregulatorio junto con el de mantenimiento son los comportamientos que ocuparon la mayor actividad de la tortuga sabanera; se identificaron seis pautas asociadas a la termorregulación (sumergido,

semisumergido, enterrado, chapuzón, semienterrado y con arena). Dichas pautas fueron asociadas al sexo de los individuos dependiendo de la frecuencia del registro de las mismas. La temperatura media corporal de *R. p. pulcherrima* durante los meses de muestreo (mayo, julio y agosto) fue de 28.6°C (24.6-32.4°C); y aunque no se presentaron diferencias significativas entre la  $T_c$  de machos y hembras, los intervalos fueron diferentes entre ambos sexos (25.1-32.1°C y 24.6-32.4°C para machos y hembras, respetivamente) y no se encontró correlación entre el peso y la talla de los individuos, con respecto a la  $T_c$ . Se encontró relación entre  $T_c$  y  $T_a$ ,  $T_s$  y  $T_{H_2O}$ ; sin embargo se encontró mayor correlación con la  $T_{H_2O}$ , por lo que se determinó que la especie tiene una preferencia por la tigmotermia vía contacto con el agua. Se encontró una conducta diferenciada en la selección del microhábitat, atribuida a la dominancia de las hembras de acuerdo a su tamaño. Los resultados mostraron que los individuos de *R. p. pulcherrima* son termorreguladores no estrictos, puesto que su temperatura oscila con el ambiente y al mismo tiempo presentan una termorregulación conductual.

Esta investigación es la primera en describir el comportamiento de *R. p. pulcherrima*, bajo condiciones de cautiverio, y proporciona información novedosa e inédita sobre su ecología térmica y comportamental.

Palabras clave: *R. p. pulcherrima*, ecología térmica, termorregulación, hábitat, patrón de actividad.



## Introducción

México es considerado uno de los países con mayor biodiversidad en el mundo y el segundo con mayor número de especies de reptiles (864), solo superado por Australia (986) (Mittermeier, 1999; Flores-Villela y García-Vázquez, 2014). De los estados que conforman la República Mexicana, las diferentes características topográficas y climáticas del estado de Oaxaca, lo ubican como la entidad con la mayor riqueza de reptiles en todo el país (262 especies) (Casas-Andreu et al., 1996, 2004; García-Mendoza et al. 2004; Flores-Villela y García-Vázquez, 2014). De éstas, 16 son tortugas: cuatro marinas (*Chelonia agassizi*, *Dermochelys coriacea*, *Eretmochelys imbricata* y *Lepidochelys olivacea*) y doce dulceacuícolas y terrestres (*Claudius angustatus*, *Dermatemys mawii*, *Kinosternon acutum*, *K. integrum*, *K. oaxacae*, *K. scorpioides*, *Rhinoclemmys areolata*, *R. pulcherrima*, *R. rubida*, *Staurotypus salvinii*, *S. triporcatus* y *Trachemys scripta*). Todas ellas, se encuentran incluidas en alguna categoría de protección en el ámbito nacional (NOM-059) y/o internacional (CITES y UICN) (García-Mendoza et al., 2004). En específico la tortuga sabanera (*R. pulcherrima*) se encuentra incluida en la Norma Oficial Mexicana 059-SEMARNAT-2010 como “amenazada” (DOF, 2010) y se reconocen cuatro subespecies, de las cuales tres se presentan en México. Dos de ellas, se distribuyen en los estados de Guerrero y Oaxaca (*R. pulcherrima pulcherrima* y *R. p. incisa*), y una en el estado de Sonora (*R. p. rogerbarbouri*) (Legler y Vogt, 2013).

Muchos aspectos sobre la biología e historia de vida de *R. pulcherrima pulcherrima* (Gray, 1855) se desconocen, y por lo tanto, se carece de información

para poder implementar acciones de manejo, protección y conservación de esta subespecie. Uno de los criterios para la toma de decisiones, con respecto a una especie en particular, es la generación de conocimiento sobre su comportamiento (Charruau, 2010; Sampedro y Cabeza, 2010); particularmente, sobre pautas clave que afectan la supervivencia, reproducción, crecimiento y desarrollo de los individuos (Bernárdez-Rodríguez, 2013). Sin embargo, estudiar el comportamiento de las tortugas en su entorno natural es complejo, debido a las particularidades de cada especie y por las limitaciones logísticas para acceder a su hábitat. De allí que la mayoría de los estudios sobre los patrones de comportamiento provengan de organismos cautivos, tales como los trabajos de Castro-Franco et al. (2007), Greenberg y Waldrop (2008), Polo-Calvia et al. (2009), Schneider et al. (2010) y Castillo-Flor et al. (2015). Destacan también, los trabajos con registros etológicos completos o de comportamientos específicos de las tortugas, como los de Merchan-Fornelino (2003), Hernández-García y Soto-Castro (2009) y Pérez-Santigosa et al. (2013).

Una de las particularidades de los reptiles es su condición ectotérmica, lo que significa que estos individuos dependen de fuentes externas de calor para mantener rangos de temperatura corporal que les permitan la optimización de procesos metabólicos y conductuales (Velásquez y González, 2010), tales como la actividad enzimática (Seebacher et al., 2003), aumento en las tasas de digestión (Bustard, 1967; Gatten, 1974; Schuett y Gatten, 1980) y síntesis de vitamina D (Pritchard y Greenwood, 1968). Recientemente, se ha encontrado que, mediante la termorregulación activa, los reptiles son capaces de elevar su temperatura corporal ( $T_c$ ) hasta producir un estado de fiebre, en respuesta a las infecciones

bacterianas (Sousa do Amaral et al., 2002; Díaz-Camacho et al., 2010; Serrano-Vinagre, 2013). Otras actividades, como la habilidad locomotora, dependen en gran medida de la temperatura corporal (Peterson et al., 1993; Elnitsky, 2004).

Los principales mecanismos de absorción y disipación de calor corporal son a través del sustrato (tigmotermia), aire (heliotermia) o directamente del sol (radiación) (Díaz de la Vega-Pérez et al., 2013; Fierro-Estrada, 2013). Con base en sus estrategias de termorregulación, los organismos pueden considerarse termorreguladores activos, cuando modifican su  $T_c$  por medio de estrategias conductuales o fisiológicas, sin importar los cambios en la temperatura ambiental ( $T_a$ ); y termorreguladores pasivos o termoconformistas, cuando su  $T_c$  fluctúa directamente con la  $T_a$  o del sustrato ( $T_s$ ) (Zug, et al., 1993; Fierro-Estrada, 2013). Por otra parte, los termorreguladores imperfectos o no estrictos son animales que pueden adoptar un patrón intermedio entre ambas estrategias (Angilletta-Jr., 2009). En tanto que la termorregulación conductual está basada en cambios en el comportamiento (Monagas y Gatten, 1983; Sousa do Amaral 2002; Antelo et al., 2008; Serrano-Vinagre, 2013), como la exposición directa a los rayos del sol, movimiento para pasar del ambiente terrestre al acuático y viceversa, la selección de microhábitats (con sol o sombra), cambio frecuente de posición, e incluso las conductas de termorregulación social (Downs et al., 2008; Bassetti et al., 2014). Todos estos comportamientos están dirigidos a la ganancia o pérdida de calor, por lo tanto, no únicamente la  $T_a$  actúa sobre los rangos de  $T_c$ , sino también el comportamiento y la adecuada elección del microhábitat son vitales en la termorregulación de los reptiles (Soto-Gamboa et al., 1999; Vidal et al., 2010; Fierro-Estrada, 2013). Esta relación entre la  $T_a$ ,  $T_c$  y selección del microhábitat es

lo que se define como ecología térmica (Soto-Gamboa et al., 1999; Woolrich-Piña et al., 2006; Velásquez y González, 2010).

El comportamiento está ligado a la talla y sexo de los individuos y por lo tanto, a las actividades de termorregulación activa, donde se incluye la competencia por espacio con otros individuos y la velocidad del movimiento en tierra y agua para ocupar los espacios disponibles (Elnitsky, 2004; Fitzgerald y Nelson, 2011). Se ha registrado que, en algunas especies de tortugas, las hembras gestantes presentan una  $T_c$  más baja que las no gestantes, esto con la finalidad de no comprometer a los embriones (Smith y Ballinger, 1994; Mathies y Andrews, 1997). Por lo tanto, estas dos condiciones (sexo y talla), deben ser incluidas en cualquier investigación sobre comportamiento.

En la costa de Oaxaca, en la localidad de Mazunte, municipio de Santa María Tonameca, se ubica el Centro Mexicano de la Tortuga (CMT), el cual mantiene, en condiciones de cautiverio, aproximadamente 390 quelonios, siendo *R. p. pulcherrima* la más abundante (300 individuos). Aun cuando se cuenta con una gran cantidad de individuos de diferente sexo y talla, no se han realizado trabajos de investigación de ninguna índole con esta subespecie. Con base en lo anterior, en esta investigación, se identifican las pautas de comportamiento asociadas a la termorregulación y se generan datos sobre la ecología térmica en relación con el sexo y talla, en condiciones de cautiverio.

## Antecedentes

Los estudios etológicos completos (Merchan-Fornelino, 2003; Schneider et al., 2010; Castillo-Flor et al., 2015), o que solo describen eventos o particularidades concretas en el ciclo de vida de las tortugas (en vida libre o cautiverio) (Auffenberg, 1977; Murphy y Lamoreaux, 1978; Monge-Nájera et al., 1988), han sido empleados principalmente como herramientas para la conservación de especies (Ruby y Niblick, 2015).

Entre los trabajos sobre comportamiento en tortugas silvestres se encuentra el de Merchan-Fornelino (2003), quien determina que las diferencias en las categorías de comportamiento (mantenimiento, alimentarios defensivos y sociales) de *R. funerea* y *R. pulcherrima manii*, están íntimamente ligadas al hábitat de cada una de las especies. Pérez-Santigosa et al. (2013) realizaron una comparación de los patrones de actividad entre tortugas nativas (*Mauremys leprosa* y *Emys orbicularis*) y especies exóticas (*Trachemys scripta elegans*) en el sur de España y encontraron diferencias entre los patrones de movimiento, así como en el periodo de hibernación, los cuales fueron más similares entre *M. leprosa* y *E. orbicularis* que con *T. s. elegans*.

En cuanto a los estudios sobre los patrones de comportamiento en cautiverio, Castillo-Flor et al. (2015), evaluaron los patrones de comportamiento de *Rhinoclemmys annulata* y *Chelonoidis carbonaria* al construir etogramas detallados sobre las actividades rutinarias de ambas especies. Los autores encontraron pautas comportamentales de alimentación, apareamiento, descanso, estados agresivos, termorregulación y sonidos. Un estudio previo sobre el

comportamiento de *C. carbonaria*, hace mención sobre el desplazamiento de los organismos hacia los estanques cuando se eleva la temperatura ambiental, definiendo esto como un comportamiento de termorregulación activa. Hernández-García y Soto-Castro (2009) señalan que la aparente inactividad de los individuos de *Chelonoidis carbonaria* fuera del agua (diferentes posturas en descanso), puede definirse como termorregulación pasiva.

Durante el comportamiento de asoleamiento, como parte de una actividad termorreguladora, Lovich (1988) y Schneider et al. (2010) documentan pautas agresivas (gestos de agresión con la boca abierta o mordiscos) realizadas con mayor frecuencia por los machos. Además, señalan que la repetición de este tipo de conducta incrementa cuando aumenta el número de individuos ocupando el mismo espacio.

Existen trabajos sobre los efectos de la talla y sexo en el comportamiento de termorregulación de algunas especies de reptiles (e.g., cocodrilos) (Antelo et al., 2008; Downs et al., 2008; Charruau, 2010). Para tortugas Lefevre y Brooks (1995) mencionan que el tiempo de asoleamiento de machos y hembras adultos de *Chrysemis picta* es similar, mientras que para los juveniles es significativamente menor. Dreslik y Kuhns (2000) observaron que los individuos de menor tamaño (100-160 mm) de *Trachemys scripta* tienen un comportamiento de termorregulación oportunista, debido a la competencia intraespecífica con individuos de mayor talla (< 100 mm). Además, indican que el pico de actividad de asoleamiento durante la primavera, es alrededor del mediodía; en tanto que en verano, el patrón cambia a horas más tempranas de la mañana y al atardecer.

Finalmente, Sampedro (2002) señala que los machos de *Trachemys decussata* tienen mayor afinidad por realizar una termorregulación atmosférica, en comparación con las hembras, quienes son mayormente observadas realizando termorregulación acuática.

Los trabajos sobre ecología térmica, se han centrado en el reporte de datos de diferentes especies de lagartijas (Woolrich-Piña et al., 2006; Belver et al., 2010; Vidal et al., 2010; Velásquez y González, 2011) y cocodrilos (Grigg et al., 1998; Seebacher et al., 1999; Downs et al., 2008). Sin embargo, la literatura sobre este aspecto con tortugas dulceacuícolas y terrestres se reduce a los trabajos de Plummer (2003), Elnitsky (2004), y Fitzgerald y Nelson (2011).

Plummer (2003) trabajó con la ecología térmica de *Terrapene ornata* y señaló que la variación de la temperatura de los microhábitats representa un cambio, tanto en la  $T_c$ , como en el comportamiento de la especie. El autor determina que estas tortugas permanecen inactivas cuando se encuentran enterradas y su  $T_c$  es relativamente baja y constante. Además, registra un cambio evidente en la actividad de esta especie en época de lluvias.

Elnitsky (2004) trabajó con los efectos de la temperatura y la talla en el desempeño locomotor acuático y terrestre de *Chrysemys picta bellii*. El autor encontró una relación positiva entre estas dos variables, es decir, entre mayor es la  $T_c$  mayor es el desempeño locomotriz en ambos ambientes.

Fitzgerald y Nelson (2011) observaron que los individuos de la tortuga dulceacuícola, *Macrocllemmys temminckii*, tenían una preferencia por microhábitats que eran significativamente más cálidos y con menor variabilidad de

temperatura y que la selección no se daba de manera azarosa. De igual manera, observaron que la  $T_c$  de las tortugas era menor y más constante que la  $T_a$ .

Por otro lado, Woolrich-Piña et al. (2006) y Vidal et al. (2010), quienes trabajaron con dos especies de lagartijas (*Sceloporus grammicus* y *Phimaturus palluma*, respectivamente), señalan en ambos estudios, que la elección del microhábitat representa una diferencia significativa entre la  $T_c$  de los individuos de diferente sexo. Además, encuentran una relación positiva entre  $T_c$  y las  $T_a$  y  $T_s$ .

#### Justificación y planteamiento del problema

Dentro de los aspectos ecológicos de los animales, el conocimiento del comportamiento se considera imprescindible para llevar a cabo buenas prácticas de manejo y conservación de los mismos; en particular, cuando éstos son mantenidos en cautiverio. Conocer los requerimientos que le permiten a las especies sobrevivir en un hábitat específico, permite valorar si dichas prácticas de manejo se están llevando a cabo correctamente. Este trabajo ofrece un mejor entendimiento sobre las pautas del comportamiento de termorregulación de la tortuga sabanera (*Rhinoclemmys pulcherrima pulcherrima*), la influencia del sexo y la talla en la elección de microhábitats para llevar a cabo la termorregulación y la relación de la temperatura corporal con la temperatura ambiental (ecología térmica).



## Hipótesis

- El comportamiento de termorregulación varía de acuerdo con el sexo y la talla de las tortugas, lo cual también influirá en la temperatura corporal de los individuos.
- La selección del microhábitat dependerá directamente del sexo de los individuos.
- La temperatura corporal de los individuos está directamente relacionada con la temperatura ambiental y del sustrato.
- *Rhinoclemmys pulcherrima pulcherrima* presenta comportamientos típicos de los animales con termorregulación activa, tales como el movimiento de un ambiente terrestre a uno acuático y viceversa y la selección de diferentes tipos de microhábitats.

## Objetivos

### General

- Determinar el patrón de comportamiento de termorregulación y ecología térmica de *R. pulcherrima pulcherrima* bajo condiciones de cautiverio.

### Específicos

1. Identificar las conductas asociadas a la termorregulación a través de la elaboración de un etograma (catálogo de conductas).
2. Evaluar el uso de microhábitat entre hembras y machos.
3. Determinar la relación entre la temperatura ambiental, temperatura del sustrato y temperatura del agua, con respecto a la temperatura corporal de los individuos de ambos sexos.

4. Comparar la temperatura corporal entre individuos de ambos sexos, con el peso y la talla de los mismos.
5. Determinar si la especie es termorreguladora activa o termoconformista.

## Método

Este estudio se realizó en las instalaciones del Centro Mexicano de la Tortuga (CMT), ubicado en Mazunte, municipio de Santa María Tonameca, Oaxaca. El CMT cuenta con un área de exhibición principal con 13 acuarios, que alojan tortugas marinas en distintas etapas de desarrollo y un área de exhibición de tortugas terrestres y dulceacuícolas. Entre las especies que allí se albergan, *R. pulcherrima pulcherrima* es la más abundante (300 individuos), mismos que se encuentran cautivos en un corral de 5 x 8 x 7 m. Dicho corral contiene tres charcas artificiales permanentes, tres comederos, tres lugares principales de sombra y dos zonas con hojarasca (Fig. 1). El alimento se proporciona *ad libitum* cada tres días.

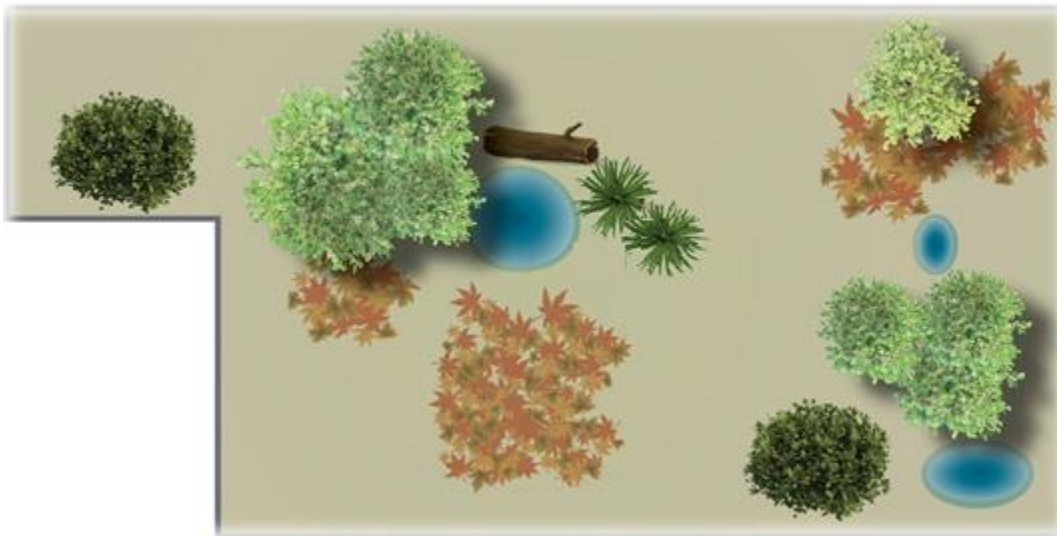


Figura 1. Plano del corral que alberga a los individuos de *R. p. pulcherrima*.

Para la presente investigación, se seleccionaron 60 tortugas (30 hembras y 30 machos) en condiciones físicas óptimas; es decir, sin deformaciones, ni enfermedades, y con piel y carapacho sanos. Se marcaron de manera temporal con un marcador de tinta negra (Pelikan®, Permanent 440), de tal manera que las marcas fueran visibles y de fácil identificación a una distancia de 1 m. Posteriormente, se tomaron biometrías de cada uno de los individuos, como sigue:

- Longitud total recto del carapacho (LTC), desde el primer escudo marginal, adyacente al escudo nucal, hasta los escudos caudales.
- Peso total (P) del organismo expresado en gramos.

La información sobre las pautas de comportamiento se obtuvo mediante observaciones registradas en los meses de mayo, junio, julio y agosto de 2015; mientras que los datos para determinar patrón de actividad, ecología térmica y selección de microhábitat, solo se registraron en mayo, julio y agosto de 2015.

La selección de los individuos para el registro de actividades y medición de  $T_c$ , se realizó de manera aleatoria, es decir, de los 60 individuos previamente marcados, se eligieron 10 (cinco hembras y cinco machos) en cada uno de los horarios de muestreo.

Para la elaboración del etograma, se utilizó la metodología propuesta por Altmann (1979) y empleada por diferentes autores (Merchan-Fornelino, 2003; Castillo-Flor et al., 2015), la cual consiste en dar seguimiento continuo o focal a cada uno de los individuos durante cinco minutos, y al terminar, hacer una observación de barrido para registrar la actividad de todos los individuos, su duración y frecuencia. Las anotaciones se realizaron diariamente en horarios

específicos (09:00, 12:00, 15:00 y 17:00 h) a una distancia de 1 m, para evitar cambios en el comportamiento de los individuos. A partir del etograma completo, se detectaron las pautas relacionadas con la termorregulación.

Las mediciones de  $T_c$  se obtuvieron con una sonda cloacal modelo HI95809 Hanna® Instruments (precisión 0.1°C). Simultáneamente, se tomaron datos de  $T_a$  por medio de registradores de datos (HoBo®), previamente programados para registrar temperatura cada 30 min, durante todo el periodo de muestreo. La  $T_s$  y  $T_{H_2O}$  se registraron con un termómetro Hanna® Instruments, colocado exactamente en el lugar donde se encontraban las tortugas en el momento de la observación.

Para determinar el uso de microhábitat, se registró el sexo, tipo de microhábitat donde se observó al individuo (sombra, hojarasca, charca) y las diferentes temperaturas ( $T_s$ ,  $T_{H_2O}$ ,  $T_c$  y  $T_a$ ). La clasificación “otro”, se registró cuando se observaba al individuo desplazándose por el corral.

#### Análisis estadístico

Se utilizó una prueba de chi-cuadrada para identificar las diferencias en la preferencia del hábitat.

Para determinar la correlación entre la  $T_c$  de machos y hembras vs.  $T_a$ ,  $T_{H_2O}$  y  $T_s$ , se aplicó un análisis de correlación de Pearson (Merchan-Fornelino, 2003; Sanabria et al., 2003; Vidal et al., 2010; Velásquez y González, 2011).

Se utilizó una prueba de t-Student para determinar si existen diferencias significativas entre la  $T_c$  de ambos sexos y la LTC y P (Rico et al., 2008; Fierro-Estrada, 2013). Para identificar diferencias significativas entre la  $T_c$  en los tres

meses de observación se utilizó un Análisis de la Varianza (ANOVA), así como una regresión lineal entre LTC y  $T_c$  y entre P y  $T_c$  para determinar si hay relación entre estas variables (Fierro-Estrada, 2013).

Finalmente, para comprobar las tendencias termorreguladoras o termoconformistas, se aplicó el método de Huey y Slatkin (1976), quienes mencionan que una especie es termorreguladora cuando el valor de la pendiente de la regresión lineal de la  $T_c$  sobre  $T_a$  es cero o cercano a éste, y por el contrario, si es termoconformista, el valor de la pendiente será uno o cercano a uno. Con este método, también se utilizaron datos de  $T_s$  y  $T_{H_2O}$ .

## Resultados

Durante 450 horas de observación, se identificaron 57 pautas de comportamiento para *R. p. pulcherrima*, con algunas diferencias entre machos y hembras. Las pautas se dividieron en estados y eventos, mismos que se agruparon dentro de siete categorías funcionales (Fig. 2). Se definieron como estados, aquellas pautas de comportamiento con una duración relativamente larga (mayor a 5 min), y a los eventos, como pautas de duración corta (< 1 min) (Altmann, 1979).

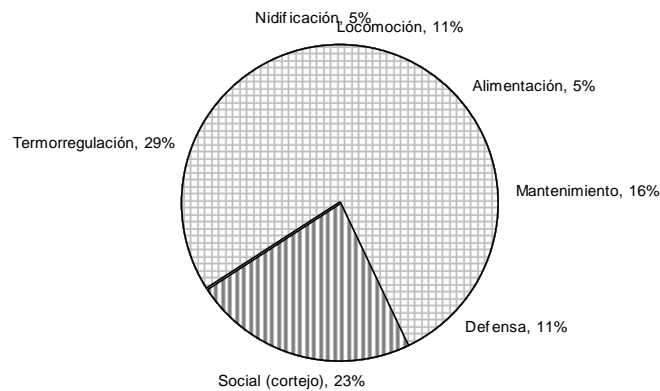


Figura 2. Representación porcentual de las pautas de comportamiento de *R. pulcherrima pulcherrima*.

### Locomoción

- Caminar despacio (evento): La tortuga se desplaza de un lugar a otro con las cuatro patas completamente estiradas, con periodos de descanso:
  - Descanso momentáneo (evento): La tortuga se detiene para descansar no más de cinco segundos con el plastrón en el suelo. Encoge sus patas traseras, mientras que las delanteras se encuentran estiradas y su cabeza en estado de alerta.
  - Descanso extenso (estado): El animal apoya el plastrón completamente en el suelo y encoge sus extremidades, dentro del carapacho. Este evento lo realiza cuando se siente amenazado.
- Caminar normalmente (evento): La tortuga camina del punto A al punto B, siempre con el plastrón separado del suelo y sin detenerse.

- Correr (evento): La tortuga camina lo más rápido posible. Normalmente, lo realiza cuando se siente amenazada y lo hace para huir o cuando se dirige a los comederos.
- Trepas (evento): Apoyada con las uñas de las patas delanteras sobre las paredes del corral, ejerce fuerza para levantar su cuerpo. Ocurre en las orillas del corral.

### Alimentación

- Morder alimento (evento): La tortuga muerde poco a poco el alimento, hasta que logra la deglución completa, lo anterior puede suceder con el alimento proporcionado por los encargados del CMT o cuando encuentran frutos de *Ficus sp.*, los cuales tienen forma redonda, al igual que los pellets con los que los alimentan.
- Uso de extremidades (evento): La tortuga utiliza las uñas de las patas delanteras para sostener el alimento que está mordiendo. Esto sucede cuando la tortuga no es capaz de morder con normalidad, debido a la forma plana del alimento (lechuga u hojas caídas) o al tamaño del mismo.
- Tomar agua (evento): La tortuga estira el cuello hacia adelante e inclina la cabeza hacia abajo. Los músculos del cuello se ven tensos y se observan las contracciones de los mismos. Puede tener lugar en el medio terrestre, donde la tortuga se desplaza hasta las charcas y estira el cuello hacia el agua, o en el medio acuático, donde sumergen por completo la cabeza para realizar esta actividad y las contracciones del cuello también pueden observarse.

## Mantenimiento

- Reposo en sustrato (estado): La tortuga se encuentra con el plastrón completamente apoyado en el suelo. Puede ocurrir con cuatro distintas variables muy frecuentes:
  - Con las cuatro extremidades fuera del carapacho y la cabeza elevada.
  - Con las extremidades traseras encogidas, las extremidades delanteras estiradas y la cabeza elevada.
  - Con bombeo gular, la garganta del animal se infla y desinfla conforme a la respiración del mismo.
  - Sin bombeo gular, la garganta del animal no se mueve, aun cuando la tortuga está respirando.
- Reposo en pirámide (estado): Cuando una tortuga está completamente echada sobre otra, sin razón aparente. Ocurre principalmente en los sitios con sombra y tiene dos variantes:
  - Reposo sobre una hembra (estado): La tortuga coloca su cuerpo sobre el lomo o carapacho de una hembra en reposo. Ésta práctica es común entre hembras de talla grande (18-22 cm longitud del carapacho), usualmente en espacios de sombra reducidos. Los machos presentan este comportamiento cuando, en intento de seguir a la hembra en todo momento, reposan sobre o junto a ella.



- Reposo sobre un macho (estado): La tortuga coloca el cuerpo sobre el carapacho de un macho. Ésta práctica es más común en machos y se presenta cuando el espacio en la sombra es muy reducido.
- Bostezar (evento): Sucede cuando la tortuga se encuentra en reposo en el sustrato o cuando se encuentra enterrada con la cabeza fuera de la superficie. Este evento no se observó en el agua.

## Defensa

- Cuerpo completamente retraído (estado): La tortuga tiene las cuatro extremidades dentro del carapacho, así como la cabeza y la cola.
- Cabeza retraída (estado): La tortuga tiene la cabeza completamente dentro del carapacho, mientras que las extremidades se encuentran fuera del mismo. La retracción puede ser:
  - Retracción rápida (evento): La tortuga introduce la cabeza dentro del carapacho en respuesta a una amenaza (e.g., mordida de otro individuo) o cuando la amenaza se percibe como ruidosa; normalmente, este evento está acompañado de un bufido.
  - Retracción lenta (evento): La tortuga contrae la cabeza dentro del carapacho; normalmente, ocurre cuando la amenaza afuera no se percibe como ruidosa.
- Evacuación de excreciones (evento): La tortuga expulsa orina o excremento cuando se estresa, ya sea en el momento de levantarla del suelo o cuando se encuentra en espacios muy reducidos. En muchas ocasiones, este comportamiento es acompañado de un bufido.

- Braceo (evento): La tortuga mueve sus extremidades para poder separarse o escaparse del captor. En machos, el braceo defensivo se observó más con las extremidades izquierdas del cuerpo, mientras que las hembras realizaban este movimiento con las extremidades posteriores, intentando proteger la cola.

#### Social (Cortejo)

- Olisqueo (evento): El macho huele constantemente la parte posterior de la hembra. El olisqueo entre machos es poco común, aunque también se observó este evento entre ellos.
- Aproximación al sexo opuesto (evento): Este evento es realizado únicamente por los machos, quienes se aproximan a la hembra con fines de copulación. Puede tener lugar, tanto en tierra, como en agua.
- Alejarse del macho (evento): Usualmente, este evento lo realizan las hembras cuando uno o más machos la siguen al mismo tiempo. Los machos se alejan de los individuos de su mismo sexo, cuando el más fuerte ha logrado emplear mayor fuerza para alejarlo de la hembra por la cual compiten.
- Retención de la hembra (estado): Posterior a la aproximación a la hembra, el macho coloca una o dos de sus patas delanteras sobre el lomo de la hembra en reposo. Tiene dos variantes:
  - Cuando el macho se encuentra solo con la hembra y ambos están en reposo.

- Cuando dos o más machos están compitiendo por la misma hembra. Usualmente, el macho con mayor tamaño obstruye el acercamiento de otros individuos hacia la hembra. Esta pauta puede ocurrir tanto en reposo, como en movimiento.
- Mordisqueo (evento): Cuando dos o más machos compiten por una hembra. Generalmente, el mordisco va dirigido al cuello del otro individuo; si logra herirlo con severidad (sangre en el cuello), el macho lastimado se aleja.
- Pelea (evento): Con el cuerpo, patas y mordiscos, los machos pelean por una hembra. Este evento puede ocurrir simultáneamente entre dos o incluso seis machos que compiten por una hembra. La lucha puede durar varios minutos y se resuelve con la huida de uno de los contrincantes. Puede ocurrir, tanto en tierra, como en agua.
- Balanceo de cabeza (evento): Es un movimiento continuo vertical rápido de la cabeza del macho hacia la hembra. Dependiendo de la posición en la que se encuentren con respecto a la hembra, lo hacen con el cuello recto o curvo.
- Intento de monta (evento): El macho coloca las patas delanteras en la parte posterior del carapacho de la hembra con fines de copulación. La pauta se repite varias veces hasta que se logra la copula o hasta que la hembra se retira. En este periodo de tiempo, el macho acerca de manera continúa su pene hacia la cloaca de la hembra. Tiene lugar, tanto en tierra, como en agua.

- Monta (evento): El macho logra colocar las cuatro extremidades sobre el carapacho de la hembra. Muchas veces, la hembra transporta al macho en su lomo por varios metros. En este momento, no hay cópula y el evento tiene lugar, tanto en tierra, como en agua.
- Exhibición del pene (evento): Ocurre cuando el macho intenta montar a la hembra. La exhibición del pene es continua hasta que logra penetrar a la hembra. Este evento va acompañado del estiramiento del cuello del macho y se pueden ver los músculos del cuello tensos (como cuando toma agua). La exhibición del pene puede ocurrir también cuando el macho se siente amenazado.
- Cópula (evento): El macho, con sus extremidades anteriores colocadas en el carapacho de la hembra, logra introducir el pene en la cloaca de la hembra. La hembra estira la cola para que el macho tenga mejor oportunidad de insertar el pene. Tiene una duración aproximada de 5 minutos. Este evento sucede dentro y fuera del agua.

#### Nidificación

- Explorar, elegir y preparar (evento): La hembra camina dentro del corral, olisqueando las áreas del mismo. Se detiene y elige un lugar para comenzar a hacer el nido. Utiliza sus extremidades anteriores para remover la hojarasca, piedras o cualquier cosa que le impida excavar.
- Excavar nido (evento): Con sus extremidades posteriores comienza a rascar y extraer la tierra o arena formando el nido. El uso de sus extremidades es alternado.

- Ovopositar (evento): La hembra deposita los huevos en el nido. Hace movimientos de extensión y contracción del cuello. Cuando ha depositado los huevos, los empuja un poco hacia abajo para acomodarlos. Este evento siempre sucede en la tierra.
- Tapar el nido (evento): Alternando sus extremidades posteriores, toma arena de alrededor y cubre los huevos con ella, hasta que la arena tiene el mismo nivel de la superficie del suelo.

### Termorregulación

- Sumergido (estado): La tortuga se encuentra con el cuerpo en las charcas. Puede tener lugar de tres formas diferentes:
  - Completamente bajo el agua (estado): La tortuga permanece sumergida, con cabeza y lomo bajo el agua.
  - Cabeza fuera (estado): La tortuga tiene todo el cuerpo dentro del agua, con excepción de la cabeza.
  - Lomo fuera (estado): El individuo tiene todo el cuerpo dentro del agua, incluyendo la cabeza, y únicamente tiene expuesto el lomo.
- Semisumergido (estado): La tortuga permanece con la mitad, o el tercio anterior de su cuerpo fuera del agua.
- Chapuzón (evento): La tortuga ingresa al agua rápidamente. Puede permanecer en la charca unos pocos segundos y retirarse o puede intentar sumergir su cuerpo en el agua.
- Enterrado (estado): La tortuga se encuentra con el cuerpo completamente bajo la hojarasca. Puede tener dos variantes:

- Con la cabeza y patas retraídas dentro del carapacho (estado).
- Con la cabeza fuera de la hojarasca (estado).
- Semienterrado (estado): La tortuga tiene el plastrón y las extremidades bajo la hojarasca, pero el carapacho sobresale. Puede tener dos variantes:
  - Con la cabeza fuera del carapacho (estado).
  - Con la cabeza dentro del carapacho (estado).
- Con arena (evento): La tortuga utiliza sus patas delanteras para echarse arena sobre el lomo. Este evento tiene tres variantes:
  - Saliendo del agua (evento): La tortuga sale del agua e inmediatamente utiliza sus patas delanteras para echar arena sobre su lomo.
  - Mientras camina (evento): La tortuga camina y se detiene abruptamente para echarse arena sobre el lomo.
  - Mientras reposa (evento): La tortuga se encuentra en reposo, en cualquiera de sus variables, y se echa arena en el lomo.

La frecuencia de registro de las diferentes pautas, mostraron que el mantenimiento y la termorregulación son los comportamientos más frecuentes de *R. p. pulcherrima* (Fig. 3). Dentro de las pautas de locomoción, se tomaron en cuenta los desplazamientos tanto en tierra como en agua. Los estados de defensa con mayor número de registros fueron cuerpo completamente retraído y cabeza retraída. El comportamiento de nidificación fue observado con mayor frecuencia en el último mes (agosto). El registro de las pautas de alimentación se realizó únicamente cuando los individuos realizaban estas actividades de manera natural, y no cuando se alimentaba por parte de los trabajadores del CMT.

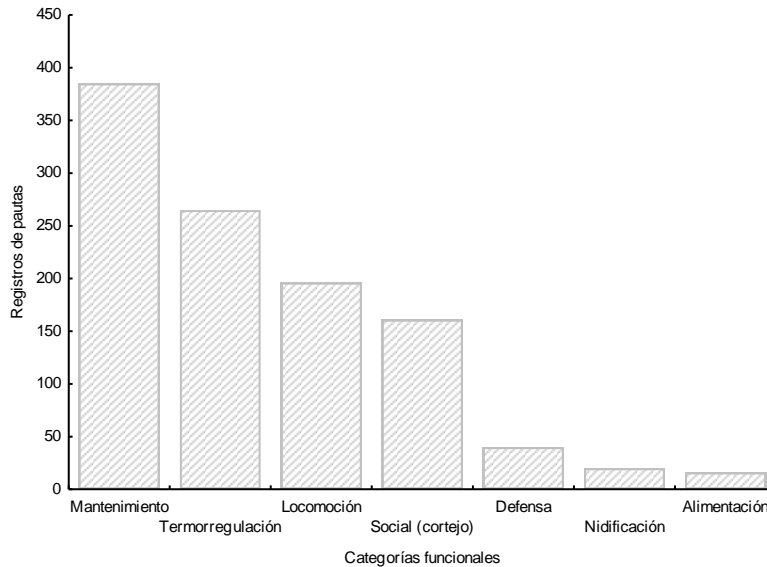


Fig. 3. Registro de pautas (actividades) de *R. p. pulcherrima*, durante todo el periodo de observación.

#### Pautas de comportamiento de termorregulación de *R. p. pulcherrima*

Mediante el seguimiento individual, se identificaron seis pautas de comportamiento relacionadas con la termorregulación, las cuales están representadas por estados, eventos y sus respectivas variantes. Tres de las pautas se presentaron en el ambiente terrestre (enterrado, semienterrado y con arena), y las tres restantes en el agua (sumergido, semisumergido y chapuzón).

La pauta sumergido, con sus diferentes variantes, está mayormente relacionada con la  $T_a$  y el sexo de los individuos. Este comportamiento se observó, preferentemente, en las horas más calurosas del día, cuando la  $T_a$  es tan alta (31.9°C) que obliga a los individuos a controlar su  $T_c$  mediante la inmersión en el agua. De igual manera, se observó que los machos son los que ocupan la charca de manera más frecuente y por mayor lapso de tiempo (algunos pueden estar todo el día dentro de ella). Cuando las hembras ocupan este espacio, se

encuentran completamente sumergidas, y por lo tanto, es difícil ver su carapacho o cabeza fuera del agua. Muchas veces, los machos aprovechan el estado de la hembra para montarla y, posteriormente, copular.

La pauta semisumergido fue rara de observar en hembras, quienes prefieren el estado de reposo, enterrado o sumergido, como, medio de termorregulación, cuando la  $T_a$  se eleva. Sin embargo, los machos presentaron esta pauta de manera más frecuente a lo largo del día.

La pauta enterrado, se asoció al sexo. Las hembras realizan esta actividad con mayor frecuencia y permanecen enterradas más tiempo; emergen únicamente cuando son alimentadas, cuando se dirigen a alguna charca, a la otra zona de hojarasca o sombra. Aun cuando también se observaron machos enterrados normalmente realizaban esta pauta cuando buscaban a una hembra y así, se posicionaban a lado de ella.

La pauta semienterrado, se observó con mayor frecuencia en hembras. Generalmente, se presentó cuando estas se alejaban del macho o antes de enterrarse por completo.

La pauta con arena se observó en machos y hembras, independientemente de la  $T_a$ . Las tortugas realizaron este evento al salir de las charcas para dirigirse a alguna otra zona, sin importar la hora del día. A pesar de que se observó en ambos sexos, fueron los machos los que realizan este comportamiento con mayor frecuencia. La chi-cuadrada sugiere que las pautas de termorregulación: enterrado, semienterrado, sumergido, semisumergido, chapuzón y con arena, son dependientes del sexo ( $X^2 = 7.81$ ,  $gl = 3$ ,  $p = 0.05$ ).



## Uso de microhábitat

Las tortugas utilizaron tres tipos de microhábitats dentro del encierro: charcas, hojarasca y sombra, y además se registró la actividad de desplazamiento cuando no se encontraban los individuos en un lugar específico denominándose como otro. El patrón de utilización de microhábitat por *R. p. pulcherrima* fue muy similar durante los tres meses de muestreo. Los porcentajes totales muestran que las charcas son los microhábitats más utilizados (Fig. 4). De manera particular, durante mayo y julio, el segundo microhábitat más utilizado fueron los lugares con sombra, mientras que en agosto se registraron más individuos en la hojarasca. Por otra parte, la proporción de individuos (machos y hembras) desplazándose (otro) fue baja durante los tres meses, sin embargo, en agosto aumentó ligeramente (Fig. 4).

Se observó una variación en el uso de microhábitat a lo largo del día durante los tres meses de observación. En mayo los individuos se encontraron en las charcas y en los microhábitats con sombra en una proporción similar durante los horarios de observación. El mayor número de individuos en los espacios con hojarasca se observó a las 12:00 h. Se observó una relación entre la disminución del número de individuos desplazándose y el aumento de la  $T_a$ , la mayor actividad de desplazamiento se observó de 9:00 a 10:00 h a una  $T_a$  de 28°C (Fig. 5A). En julio, se observó un aumento en el número de individuos en los microhábitats con sombra conforme la  $T_a$  se elevaba (10:00 a 13:00 h), sin embargo cuando la  $T_a$  alcanzó su máximo registro (15:00 y 16:00 h), los individuos comenzaron a desplazarse hacia los microhábitats con hojarasca. Los horarios de mayor registro

de individuos en las charcas se presentaron de 9:00 a 12:00 h. En los espacios con hojarasca, el mayor número de registros fue a las 9:00 y a las 17:00 h (Fig. 5B). Finalmente, en agosto, se observó una disminución de individuos en las charcas conforme la  $T_a$  aumentaba, y un aumento en el uso de microhábitats con hojarasca en comparación con mayo y junio. El uso de espacios con sombra aumentó conforme aumentaba la  $T_a$ . Durante todos los horarios de observación se observaron individuos desplazándose aunque en menor número que otros microhábitats (Fig. 5C). Durante las observaciones a lo largo del día en los tres meses, la observación de individuos en las charcas se mantuvo por encima del 20%.

Se observó una relación entre el sexo de los individuos y el uso de microhábitats, el análisis de chi-cuadrada mostró una dependencia entre ambas variables ( $X^2= 7.81$ ,  $gl= 3$ ,  $p= 0.05$ ). Por una parte, los machos tuvieron mayor preferencia por las charcas durante los tres meses de observación, mientras que las hembras prefirieron los microhábitats con hojarasca (Fig. 6). El microhábitat menos utilizado durante los tres meses por los machos fueron los microhábitats con hojarasca; mientras que las hembras se observaron en menor frecuencia desplazándose dentro del corral (Fig. 6).

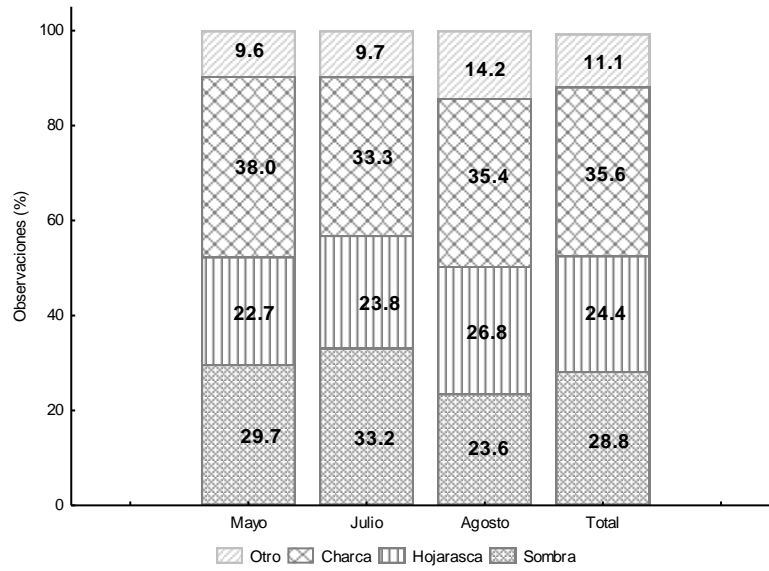


Figura 4. Uso general de los diferentes microhábitats para *R. p. pulcherrima* en los tres meses de muestreo. Los valores dentro de las columnas son porcentuales.

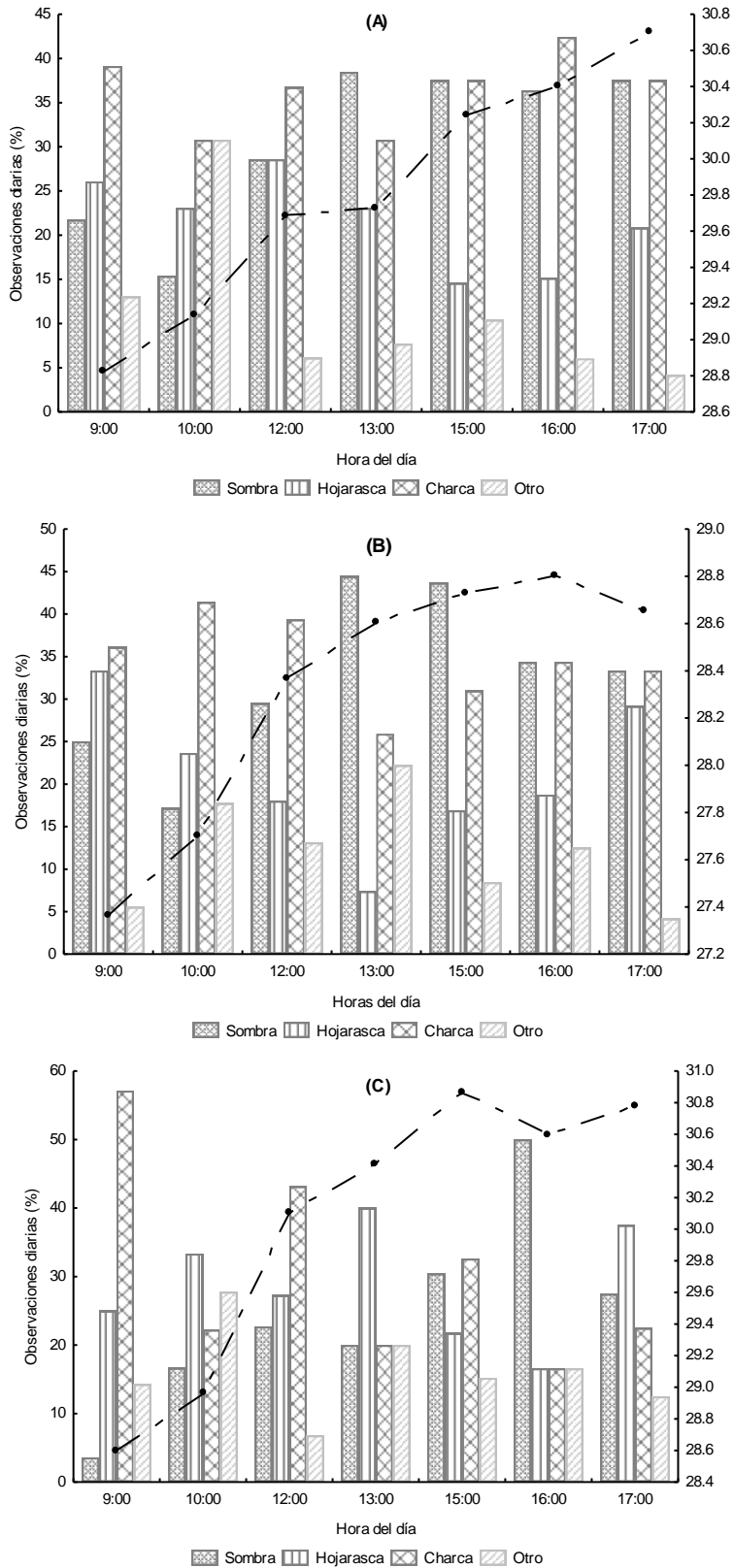


Figura 5. Variación en el uso de microhábitat durante los horarios de observación en mayo (A), julio (B) y agosto (C).

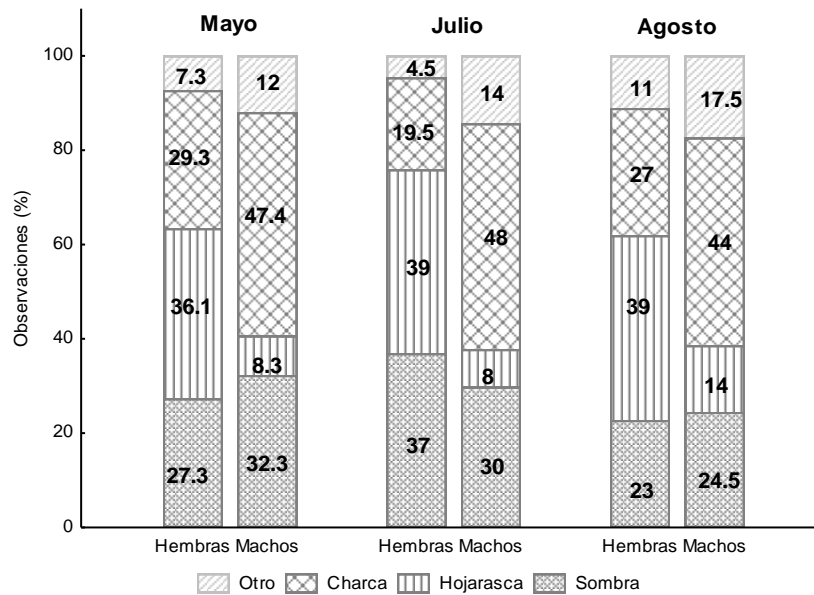


Figura 6. Porcentaje de uso de los distintos microhábitats por machos y hembras de *R. p. pulcherrima* durante mayo, julio y agosto.

#### Ecología térmica

La  $T_c$  promedio de *R. p. pulcherrima* varió durante los tres meses (Cuadro I), siendo más alta en el mes de agosto y más baja durante julio y se observaron diferencias entre la  $T_c$  de los tres meses ( $F= 87.60$ ,  $p<0.05$ ). Sin embargo, no se presentaron diferencias entre la  $T_c$  promedio de ambos sexos ( $t= 1.53$ ,  $p>0.05$ ,  $gl= 1198$ ). Los mayores valores de  $T_a$  y  $T_s$ , se registraron en el mes de agosto. Mientras la  $T_{H_2O}$  presentó un valor máximo en el mes de mayo. Los valores mínimos de  $T_a$ ,  $T_s$  y  $T_{H_2O}$  se registraron todos en el mes de julio (Cuadro II).

En mayo se encontró una correlación entre  $T_c$  y  $T_a$  ( $r= 0.55$ ,  $p<0.05$ ),  $T_c$  y  $T_s$  ( $r= 0.76$ ,  $p<0.05$ ) y  $T_c$  y  $T_{H_2O}$  ( $r= 0.92$ ,  $p<0.05$ ) (Fig. 7). En julio, se encontró correlación entre  $T_c$  y  $T_a$  ( $r= 0.82$ ,  $p<0.05$ ),  $T_c$  y  $T_s$  ( $r= 0.89$ ,  $p<0.05$ ) y  $T_c$  y  $T_{H_2O}$  ( $r= 0.96$ ,  $p< 0.05$ ) (Fig. 8). En agosto se encontró una correlación en  $T_c$  y  $T_a$  ( $r= 0.77$ ,  $p<0.05$ ),  $T_c$  y  $T_s$  ( $r= 0.67$   $p<0.05$ ) y  $T_c$  y  $T_{H_2O}$  ( $r= 0.98$ ,  $p<0.05$ ) (Fig. 9).

Cuadro I. Temperaturas corporales (°C) promedio de hembras y machos de *R. p. pulcherrima* durante los meses de muestreo.

		Hembras	Machos	Promedio
Mayo	$T_c \bar{x}$	28.8	28.7	28.7
	$T_c \text{ mín}$	26.1	25.8	
	$T_c \text{ máx}$	30.8	31.9	
Julio	$T_c \bar{x}$	28.0	27.7	27.8
	$T_c \text{ mín}$	25.1	24.6	
	$T_c \text{ máx}$	31.1	30.3	
Agosto	$T_c \bar{x}$	29.1	29.1	29.1
	$T_c \text{ mín}$	25.8	25.0	
	$T_c \text{ máx}$	32.1	32.4	
			Total	28.56

Cuadro II. Valores promedio, máximos y mínimos de la temperatura ambiental ( $T_a$ ), temperatura del sustrato ( $T_s$ ) y temperatura del agua ( $T_{H_2O}$ ), durante mayo, julio y agosto del 2015.

	Mayo	Julio	Agosto
$T_a \bar{x}$ (mín-máx)	29.6 (27.5- 33.4)	28.3 (24.4-30.1)	30.0 (23.5-32.8)
$T_s \bar{x}$ (mín-máx)	28.7 (26.1-32.2)	28.5 (24.9-31.1)	29.4 (25.8-32.6)
$T_{H_2O} \bar{x}$ (mín-máx)	29.0 (26.1-32.2)	27.71 (25.2-30.4)	28.9 (25.8-31.7)

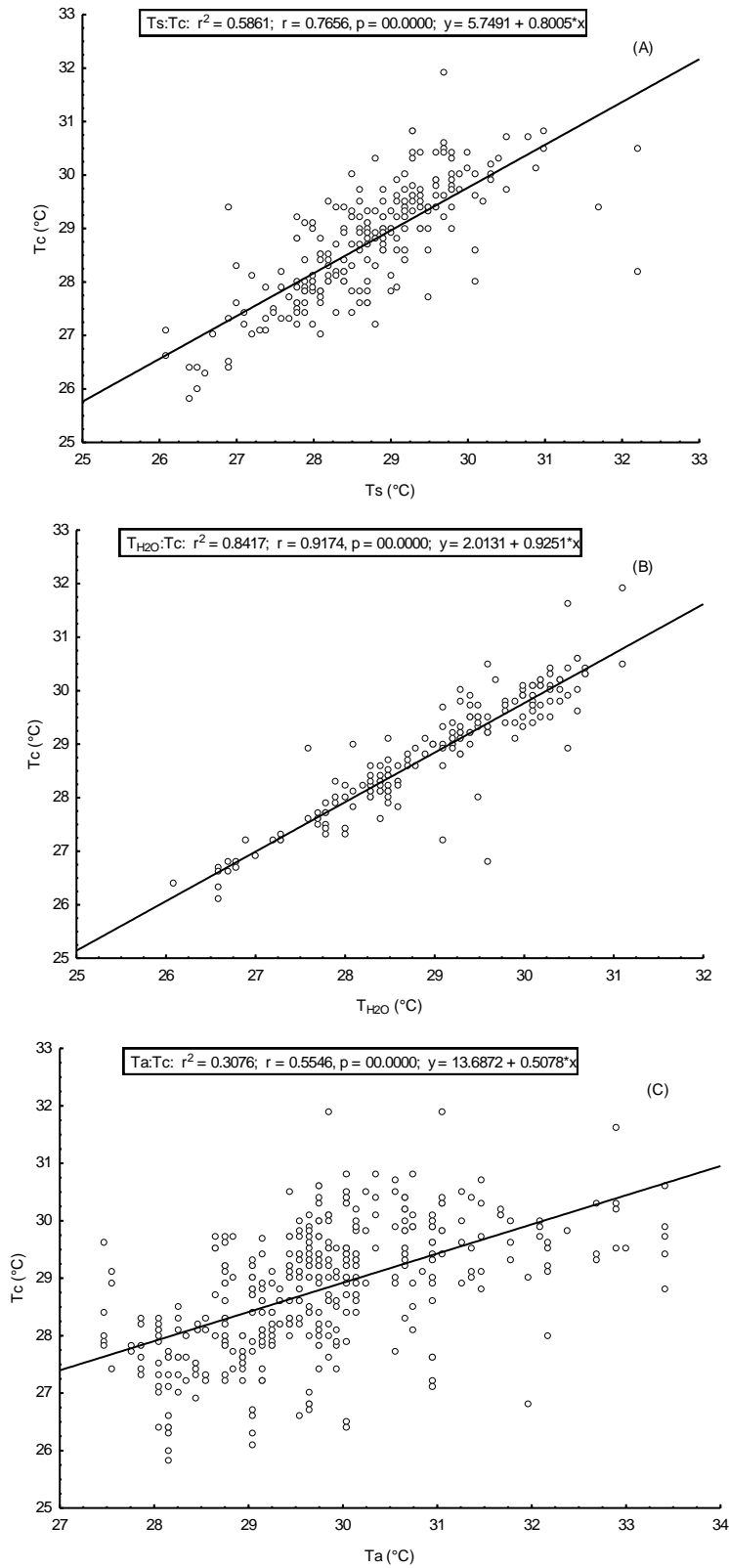


Figura 7. Correlación entre la  $T_c$  vs.  $T_s$  (A),  $T_c$  vs.  $T_{H_2O}$  (B) y  $T_c$  vs.  $T_a$  (C), en el mes de mayo.

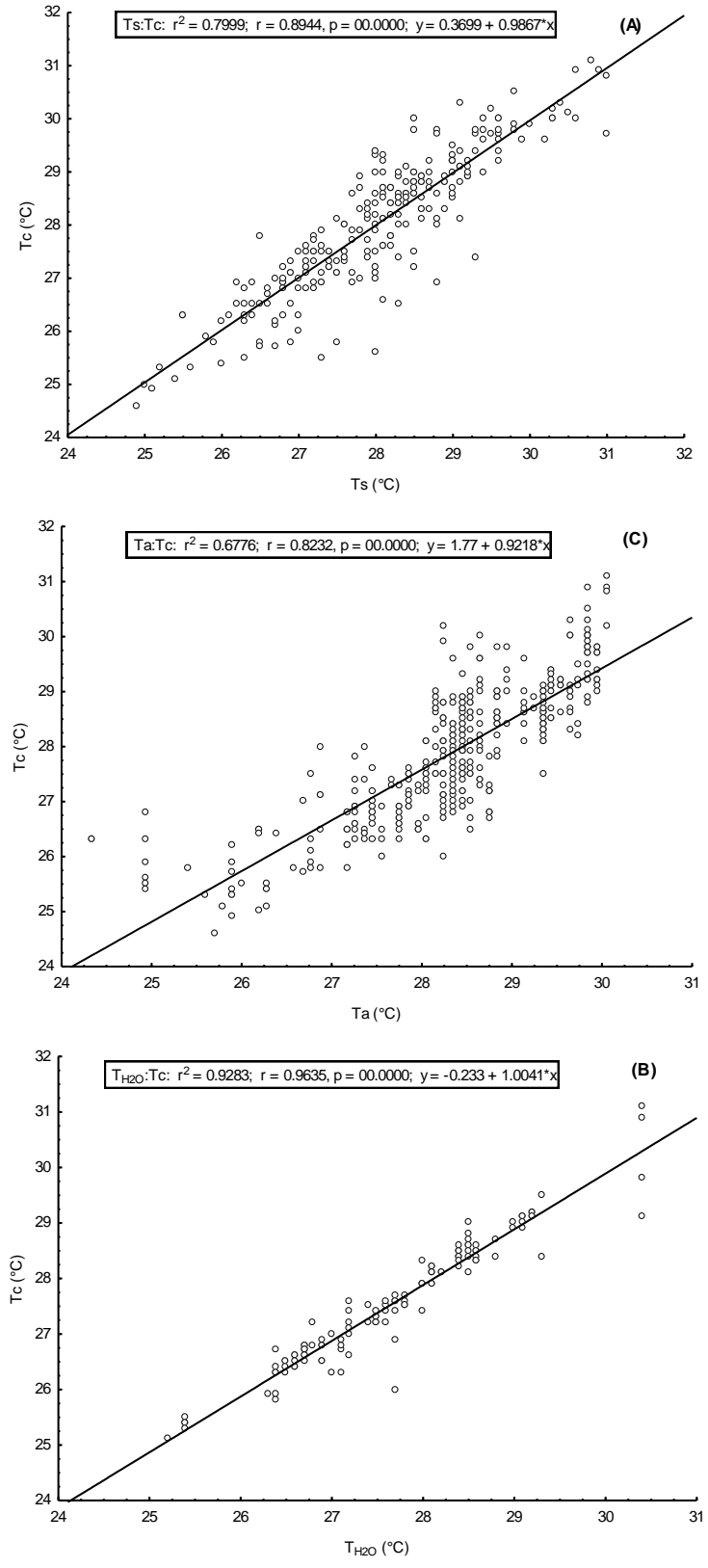


Figura 8. Correlación entre la  $T_c$  vs.  $T_s$  (A),  $T_c$  vs.  $T_{H_2O}$  (B) y  $T_c$  vs.  $T_a$  (C), en el mes de en julio.



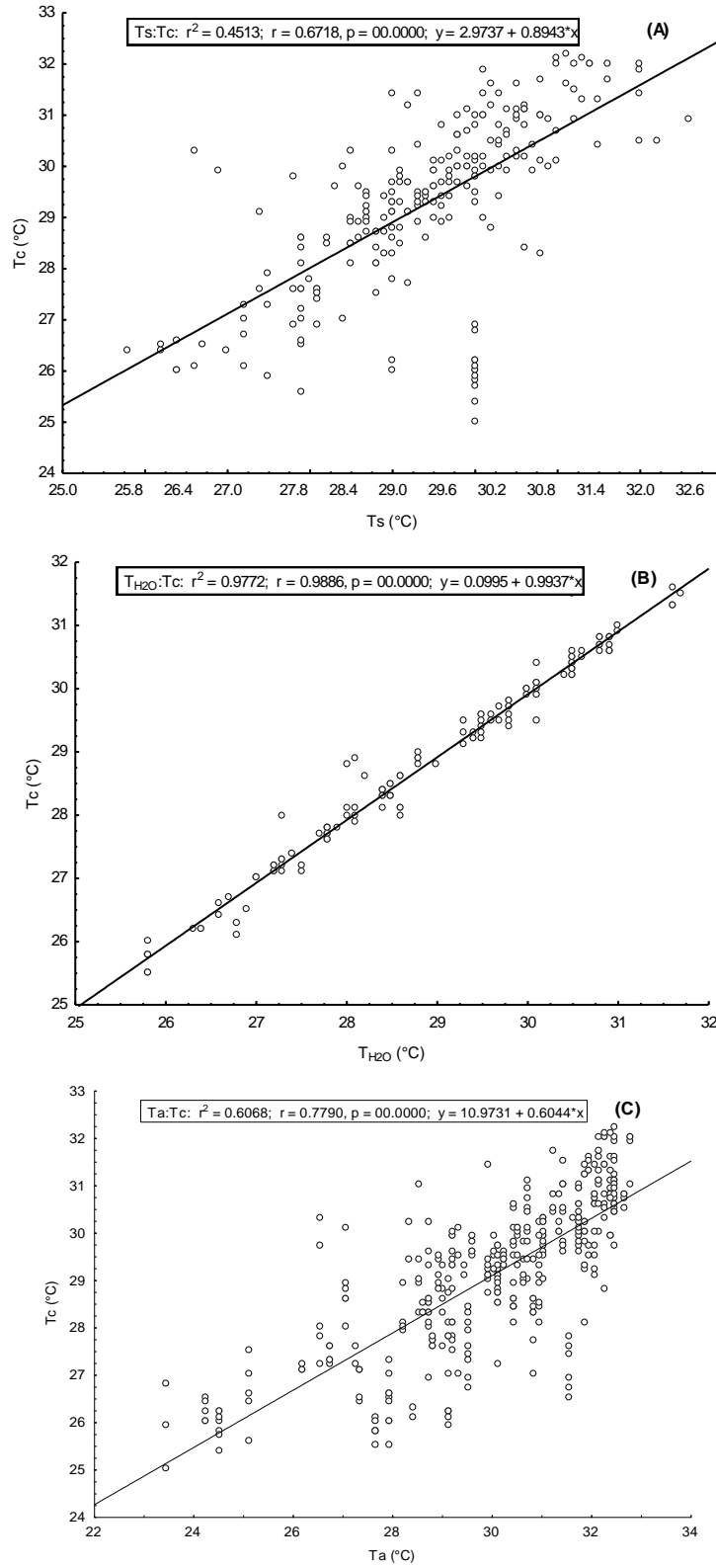


Figura 9. Correlación entre la  $T_c$  vs.  $T_s$  (A),  $T_c$  vs.  $T_{H_2O}$  (B) y  $T_c$  vs.  $T_a$  (C), en el mes de agosto.

## Talla, peso y temperatura corporal

Se observaron diferencias significativas entre la LTC y el peso de machos y hembras de *R. p. pulcherrima* ( $t= 12.31$ ,  $gl= 31$ ,  $p= 0.00$ ) (Fig. 10). Los intervalos de longitud del carapacho y peso de las hembras fueron 17.1-23.6 cm y 0.74-1.87 kg; mientras que para los machos fueron de 12.13-18.9 cm y 0.24-0.69 kg. No se encontró correlación entre el peso y la talla con la  $T_c$  de los mismos (Fig. 11).

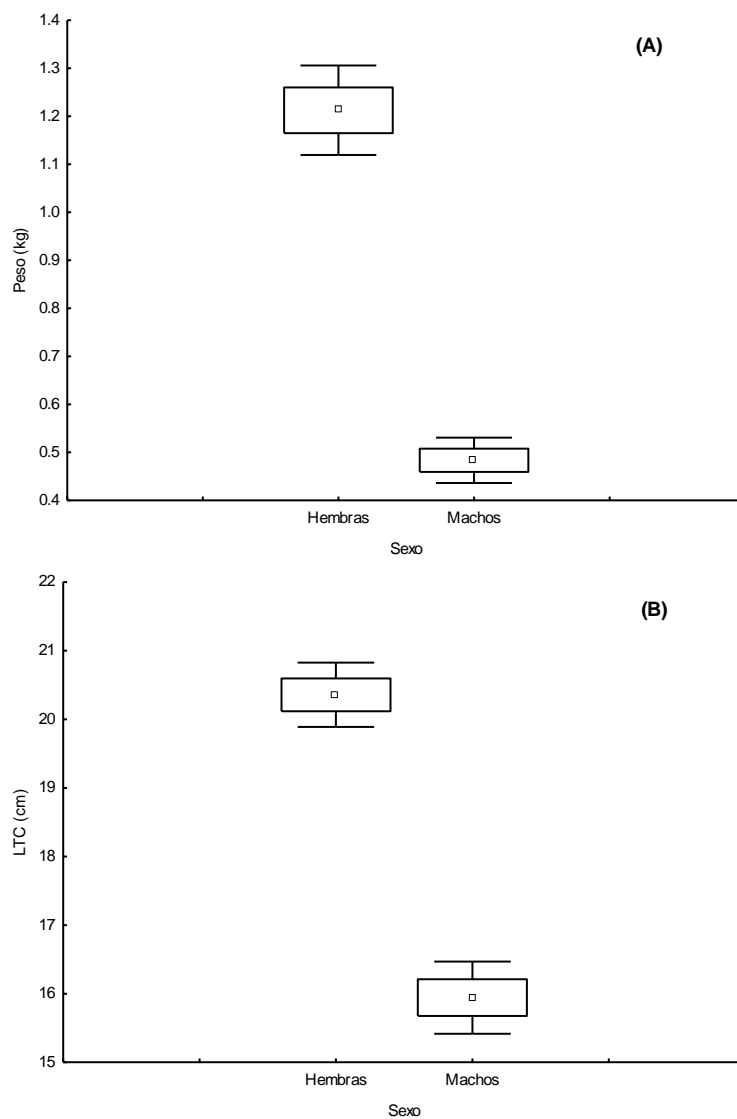


Figura 10. Distribución del peso (A) y longitud total del carapacho (LTC) (B) de machos y hembras de *R. p. pulcherrima*.

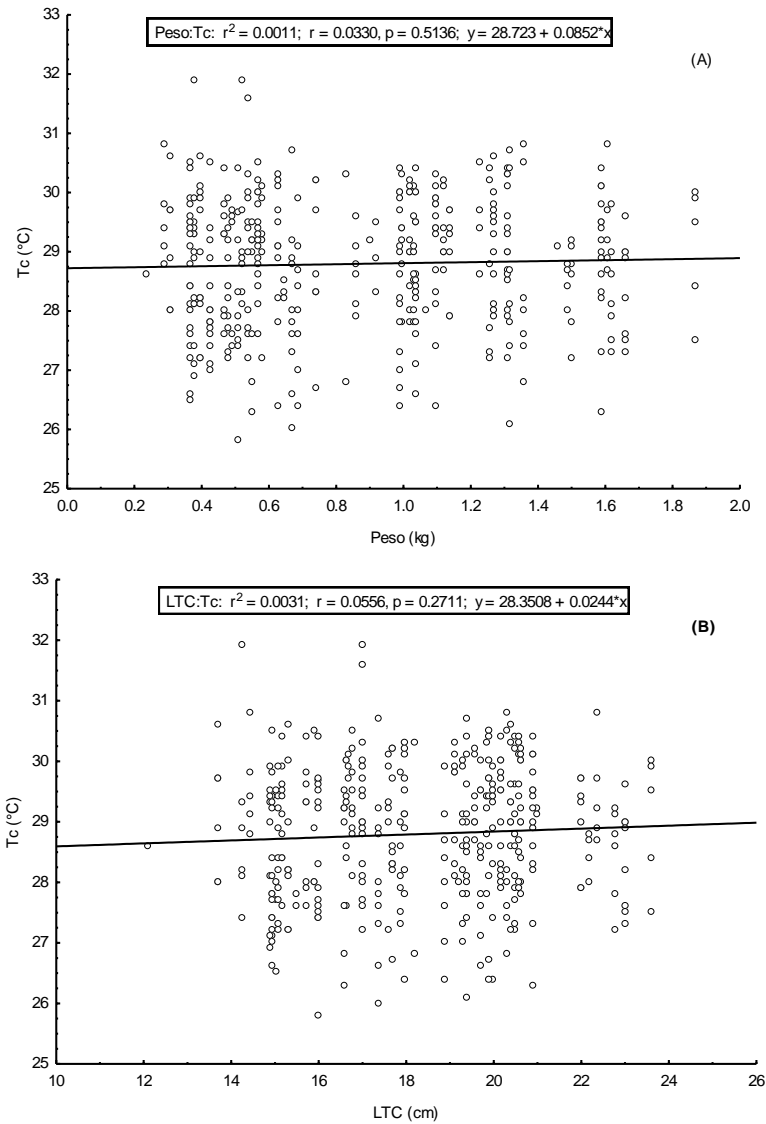


Figura 11. Análisis de correlación lineal entre la  $T_c$  de los individuos de *R. pulcherrima* con el peso (A) y longitud total del carapacho (B).

#### Tendencia termorreguladora de *R. pulcherrima pulcherrima*

La tendencia termorreguladora indica una termorregulación pasiva, ya que el valor de la pendiente de las regresiones  $T_c$  vs.  $T_a$ ,  $T_c$  vs.  $T_{H_2O}$ ,  $T_c$  vs.  $T_s$  fue más cercana a 1 en los tres meses de muestreo (Cuadro III). Con respecto a la forma

de obtener el calor, se encontró que *R. p. pulcherrima* tiene preferencia hacia la tigmotermia.

Cuadro III. Parámetros de la regresión lineal simple obtenida entre  $T_c$  vs.  $T_a$ ,  $T_c$  vs.  $T_s$  y  $T_c$  vs.  $T_{H2O}$ . a= intercepción; b= pendiente;  $r^2$ = determinación y p= probabilidad.

		$T_c$ vs. $T_a$	$T_c$ vs. $T_s$	$T_c$ vs. $T_{H2O}$
Mayo	a	13.68	5.74	2.01
	b	0.55	0.76	0.91
	$r^2$	0.30	0.58	0.58
	p	<0.05	<0.05	<0.05
Julio	a	1.77	0.3	0.2
	b	0.82	0.89	0.96
	$r^2$	0.67	0.79	0.92
	p	<0.05	<0.05	<0.05
Agosto	a	10.97	2.97	0.09
	b	0.77	0.67	0.98
	$r^2$	0.60	0.45	0.97
	p	<0.05	<0.05	<0.05

## Discusión

Las pautas de termorregulación dentro y fuera del agua representan, junto con las de mantenimiento, las que mayor tiempo ocupan en la actividad diaria de *R. p. pulcherrima*. Las pautas de mantenimiento representan un bajo costo energético, puesto que los individuos se encuentran generalmente reposando bajo sombra, lo que les permite reservar su energía para huir de un depredador o competir por el alimento o una hembra. Por su parte las pautas de termorregulación generan una pérdida o ganancia energética, dependiendo de los requerimientos de los individuos, para alcanzar rangos de  $T_c$  que les permitan hacer actividades, como la locomoción, alimentación y reproducción. El reducido espacio del corral podría

influir en la frecuencia con la que se observaron dichas pautas. Liu et al. (2009) mencionan que el espacio limitado de los lugares artificiales puede explicar por qué algunos comportamientos son registrados con mayor frecuencia, mientras que otros son menos observados. Dichos autores mencionan que el enriquecimiento ambiental puede extender el tiempo de actividad e incrementar la diversidad de comportamientos en animales cautivos. Los individuos de ambos sexos presentaron las mismas pautas de termorregulación ya que algunas veces comparten los sitios de descanso y termorregulación. Sin embargo, la frecuencia con que realizan dichas pautas es diferente; las hembras tienden a pasar más tiempo enterradas, semienterradas o en estado de reposo en los lugares con sombra; mientras que los machos se encuentran con mayor frecuencia dentro del agua, con el cuerpo semisumergido (lomo y cabeza afuera) o completamente sumergidos dentro de las charcas.

Merchan-Fornelino (2003) hace mención de dos pautas de termorregulación para *R. p. manii* en condiciones de cautiverio y vida libre: asolearse y semisumergido. El autor menciona que ambas pautas tienen poca frecuencia; sin embargo, la pauta semisumergido tiene connotaciones espaciales, ya que se observa cuando hay una elevada aglomeración de individuos en espacios reducidos, y además, se relaciona con la  $T_a$  y las horas de mayor radiación solar. De igual manera, Castillo-Flor et al. (2015) mencionan dichas pautas de termorregulación para *R. nasuta*, una especie con hábitos terrestres. Los resultados del presente trabajo concuerdan parcialmente con los trabajos antes mencionados, ya que en ellos, se reporta un comportamiento generalizado y no diferenciado entre machos y hembras. La similitud con este trabajo, se centró en el

registro de la pauta semisumergido, un estado mayormente asociado con los machos de *R. p. pulcherrima*, quienes se observaron con mayor frecuencia y por mayores periodos de tiempo dentro de las charcas. La observación de los estados sumergido y semisumergido fue más frecuente en las horas más calurosas del día (entre 12:00 y 15:00 h). Merchan-Fornelino (2003), encuentra también esta pauta (semisumergido) predominante durante las horas de máximo calor, precisamente durante el mediodía. A diferencia de dichos estudios, en este trabajo no se registró ningún individuo de *R. p. pulcherrima* en exposición directa a los rayos del sol (asolearse). Huey (1982) menciona que no todas las especies de reptiles se asolean para regular su  $T_c$ , sino que dependiendo de sus hábitos, los individuos pueden adoptar diferentes posturas que les permite alcanzar los niveles o rangos óptimos de  $T_c$ .

En este trabajo, se consideró a la pauta “con arena”, como un evento asociado con la termorregulación, debido a que la arena en el lomo permite que los individuos se mantengan frescos por más tiempo cuando salen del agua, mientras se dirigen hacia otros puntos. Debido a que los machos tienen mayor desplazamiento entre el ambiente acuático y el terrestre, fue más común observar a los machos realizando la pauta con arena; sin embargo, también se observó que algunas hembras al salir de las charcas para dirigirse a otros sitios del corral, también presentaron este evento. Esta pauta no fue registrada por Merchan-Fornelino (2003) y Castillo-Flor et al. (2015), probablemente debido a las condiciones del lugar (tipo de suelo). En el CMT, el corral tiene arena como sustrato principal, que rodea los microhábitats con sombra y hojarasca y las charcas. Por su parte, Castillo-Flor et al. (2015) mencionan que el sustrato para *R.*

*annulata*, estaba compuesto principalmente por pasto, de tal manera que las tortugas no tenían disponible tierra o arena para realizar este evento. Merchán-Fornelino (2003) reporta que el sustrato principal del área de cautiverio donde observó a las tortugas era vegetación baja. Las pautas de comportamiento de termorregulación asociadas con mayor frecuencia a las hembras (enterrado y semienterrado) no se registraron tampoco en los trabajos antes mencionados, lo cual también atribuyo a las condiciones del lugar, ya que los autores no hacen mención sobre microhábitats con hojarasca en sus respectivos sitios de muestreo. La pauta “chapuzón”, registrada en este trabajo, y la cual se asoció más a los machos (aunque también se observó en hembras), es registrada también por Castillo-Flor et al. (2015) para *R. annulata* (también de hábitos terrestres), los autores mencionan que dicha especie presentó una alta preferencia por las actividades de termorregulación acuáticas, invirtiendo un 34% del tiempo realizando la pauta chapuzón y el resto del tiempo en asolearse (64%). Las características propias de los lugares de muestreo y monitoreo pueden influir en los registros de pautas comportamentales, impidiendo que se obtengan los mismos resultados.

Las hembras de *R. p. pulcherrima* se mantuvieron en estados de inmovilidad cuando se encontraban enterradas, semienterradas o en reposo. Al respecto, Huey (1982) y Hernández-García y Soto-Castro (2009) mencionan que los reptiles tienen dos maneras de termorregular, cuando presentan una aparente inactividad: la primera, es mediante la selección de un microhábitat con una temperatura constante, y la segunda, mediante el cambio de postura corporal. Hernández-García y Soto-Castro (2009) registraron a individuos de *Chelonoidis*

*carbonaria* inactivos en estado de reposo, y registraron este hecho como un comportamiento de termorregulación debido a las posturas adoptadas por los individuos. Los estados de reposo en cualquiera de sus variantes están asociados a la inactividad pero también se pueden considerar como un comportamiento asociado a la termorregulación, debido a que la obtención y disipación también se lleva a cabo cuando los individuos se encuentran en dichos estados por medio de los cambios de postura. Además, los estados de reposo están relacionados a posibles mecanismos de ahorro de energía (Polo-Calvia et al., 2012).

Adicionalmente, se observó un comportamiento agresivo, por parte de los machos, en el momento de la termorregulación acuática. Fue común observarlos abriendo la boca a manera de amenaza en contra de otros machos y dirigiendo mordidas al cuello de estos. El comportamiento de agresión puede ser resultado del limitado espacio dentro del corral. Schneider et al. (2010) registran un comportamiento similar para *Podocnemis erythrocephala* y señalan que entre mayor es el número de individuos realizando termorregulación acuática, mayor es la agresividad entre ellos. Puede que este comportamiento se deba a que los machos no solo estén compitiendo por el espacio para termorregular, sino que además se muestran agresivos para alejar a otros machos de las hembras que están por debajo de ellos. Aun cuando las hembras de *R. p. pulcherrima* compartían las charcas con los machos, no se registró un comportamiento agresivo por parte de los machos hacia las hembras, durante la termorregulación dentro del agua. Esto puede deberse a que las hembras ocupaban la zona más profunda de la charca y si este comportamiento, se presentó no se pudo observar debido a la turbidez del agua. Las hembras únicamente se mostraron



amenazantes cuando los machos las cortejaban o competían por el alimento. La disimilitud en el comportamiento agresivo entre machos y hembras puede deberse también a que las hembras prefirieron los microhábitats con hojarasca para termorregular, los cuales no estaban tan concurridos y cuyas superficies eran mayores (1.80 x 1 m). Cabe mencionar que a pesar de que en el corral existen tres charcas, las tortugas tenían preferencia por la charca central (80 cm de diámetro) que era más grande, profunda y bajo la sombra de la vegetación aledaña. Esto la hacía más fresca que las otras durante las horas más calurosas del día. Las dos charcas restantes estaban más expuestas a la radiación solar, sin vegetación que las cubriera y además se localizaban más cercanas a la orilla del corral. Entonces, el comportamiento agresivo, representa una lucha por los espacios más favorables para la termorregulación, que resulta en una ganancia energética. Sin embargo, también representa un gasto energético en dicho momento y en el momento de la huida o de la nueva búsqueda por otro espacio o microhábitat.

Se presentó una conducta diferenciada en las pautas de termorregulación entre hembras y machos, particularmente en la selección del microhábitat. Valdez-Villavicencio (2013) menciona que el comportamiento durante la termorregulación es un factor determinante para la selección de un microhábitat específico.

La selección diferenciada del microhábitat entre machos y hembras puede estar basada en la diferencia de tamaño; las hembras son significativamente más grandes que los machos y tienen un comportamiento de dominancia. Cuando los individuos reposaban en los lugares con sombra, las hembras más grandes

ocupaban la parte superior de la pirámide, mientras que las más pequeñas y los machos se encontraban en la base. Cuando algún macho intentaba ocupar algún sitio en la parte superior, las hembras se reacomodaban para forzarlo a que se deslizara hacia abajo. Este comportamiento de dominancia se observó también cuando las hembras se enterraban; si la hembra era más grande, con su cuerpo extraía, del espacio que ella quería ocupar, al macho o a la hembra de menor tamaño y se enterraba a mayor profundidad que las pequeñas, cuando las condiciones del sustrato lo permitían. De igual manera, las hembras siempre se posicionaban en la parte más profunda de las charcas. Schneider et al. (2010) mencionan que la competencia por ocupar un lugar para la termorregulación o mantenimiento, independientemente de si estas se realizan en la tierra o en el agua, puede estar influenciada por el tamaño y el peso corporal de cada individuo. Los autores encontraron que las tortugas con mayor tamaño tienen dominancia sobre los individuos más pequeños. La jerarquía social de las tortugas está determinada entonces por el tamaño, y eso repercute en el acceso al alimento, a los lugares de descanso y a los sitios de termorregulación. De acuerdo con Pérez y Alegría (2009), las diferencias morfométricas entre géneros modifica el rol de los individuos en la estructura social, y su comportamiento como se observó en este trabajo. La variabilidad en la talla asociada al sexo, probablemente esté relacionada con estrategias defensivas y de supervivencia de la especie. El mayor tamaño de las hembras, en comparación a los machos, se debe a que estas necesitan espacio para albergar huevos y, al mismo tiempo, su tamaño las ayuda a disminuir su vulnerabilidad en el momento de la puesta. Por otra parte, una menor talla de los machos indica una menor inversión en crecimiento y mayor

utilización de energía para desplazarse (Whitfield-Gibbons y Lovich, 1990) en busca de microhábitats más favorables y hembras.

La selección del microhábitat fue diferente durante los tres meses; de manera general, el uso de las charcas y los microhábitats con sombra se mantuvieron constante durante todo el día, y aunque en menor proporción, siempre se detectaron individuos desplazándose dentro del corral. En los reptiles es común que exista una variación en la selección del hábitat a lo largo del día (Bustos-Zagal et al., 2013), esta variación puede estar relacionada con la búsqueda de microhábitats que les favorezcan en la regulación de la  $T_c$ . Por otra parte, Besson y Cree (2010) mencionan que el cambio en la selección del microhábitat podría indicar también que los microhábitats presentan una calidad térmica pobre, lo cual implica un mayor gasto de energía en desplazarse buscando sitios para termorregular, lo que implica menor tiempo disponible para otras actividades como la alimentación y reproducción. El corral cuenta con vegetación característica del área natural de distribución de la tortuga sabanera, por lo que podría asumirse que las condiciones térmicas son las adecuadas para estos individuos. En este trabajo, se registraron individuos desplazándose dentro del corral durante todo el día, en particular a los machos, aunque se asocian a la poca disponibilidad de microhábitats para termorregular y a la competencia intraespecífica para ocupar estos. Sampedro (2002) señala que las estrategias de termorregulación pueden variar entre sexos, debido a diferencias en el tamaño y movilidad de los organismos. Además, observó que los machos de *T. d. decussata*, que son significativamente más pequeños que las hembras, presentan una mayor movilidad, y pérdida de energía, en comparación con las hembras, la

cual tratan de reponer mediante la termorregulación. Fitzgerald y Nelson (2011) mencionan que las tortugas tienden a seleccionar microhábitats donde la temperatura es más estable, que aquellos donde esta varíe mucho, por lo que atribuyen una selección de hábitat, a la temperatura del sitio. Huey (1982) menciona que los reptiles pueden mantener su  $T_c$  tan sólo unas pocas horas al día cuando reposan sobre la superficie, pero si utilizan madrigueras (con una profundidad de hasta 20 cm), pueden mantener su  $T_c$  entre 14 y 19 h. Las hembras de este estudio se enterraban en la hojarasca, a una profundidad de entre 15 y 25 cm, y permanecían en estos espacios por más de ocho horas. Merchan-Fornelino (2003) observó una preferencia, tanto en cautiverio como en vida libre, por las zonas cubiertas de vegetación densa en individuos de *R. p. manii* y *R. funerea*, como microhábitats de termorregulación ante las elevadas temperaturas. En este trabajo, se registró una preferencia por los sitios de sombra, por parte de los machos, utilizando dichos microhábitats como segunda opción después de las charcas. Esto puede deberse en primer lugar a la disponibilidad de los sitios y a la poca competencia entre individuos por ocupar dichos lugares; y en segundo lugar, puede deberse a que las zonas de sombra (con vegetación) representan un refugio para las tortugas.

Cabe mencionar que durante los horarios de mayor  $T_a$ , las tortugas se dirigieron hacia las charcas, sitios con sombra y esto sucedió durante los tres meses de observación. Las tortugas diariamente realizan actividades de termorregulación, así como de alimentación y reproducción, por lo que los intervalos de tiempo en que los individuos están en movimiento, se relacionan con su comportamiento y con las temperaturas que los rodean ( $T_a$ ,  $T_s$  y  $T_{H_2O}$ ).

Es importante señalar que, durante los meses de observación llovió aproximadamente seis días de manera intermitente. Antes y durante la lluvia, la mayoría de las hembras salían de sus madrigueras y los machos que se encontraban en los microhábitats con sombra y charcas, comenzaban a seguirlas (entre 4 y 5 machos por hembra). Lamentablemente, no se dio seguimiento al número total de individuos desplazándose dentro del corral cuando llovía, pero en una ocasión se observaron aproximadamente 40 individuos. El aumento en el número de individuos desplazándose puede deberse a factores intrínsecos (edad, tamaño, sexo, temperatura corporal), los cuales a su vez están asociados a factores extrínsecos (temperatura ambiental, humedad, época). De acuerdo con Vitt y Caldwell (2014), la humedad y la lluvia afecta el movimiento de los individuos dependiendo de la edad de estos; la variación de la temperatura (diaria y estacional) afecta el movimiento de acuerdo al sexo; y el tipo de hábitat influye sobre el desplazamiento dependiendo de la condición fisiológica de cada uno de ellos. La respuesta de desplazamiento por parte de los individuos cuando llueve puede entonces deberse a la combinación de condiciones ambientales, tales como la humedad, la disminución de temperatura ambiental, pero también a las condiciones propias de cada uno de los individuos.

Por otra parte se encontró una relación positiva entre la  $T_c$  promedio de *R. p. pulcherrima* con los promedios de  $T_a$ ,  $T_s$  y  $T_{H_2O}$ . Algunos trabajos donde la ecología térmica ha sido analizada, se menciona que esta relación puede deberse a que la  $T_c$  de las tortugas es altamente dependiente de la  $T_{H_2O}$  (Shuett y Gatten 1980), ya que esta última es más estable en comparación a la  $T_a$  (Foley, 1976; Spotila et al., 1990). La  $T_c$  promedio de hembras y machos fueron similares, lo

que podría deberse a que los requerimientos térmicos, durante la toma de datos, para ambos sexos son los mismos. Cabe mencionar, que no siempre los requerimientos térmicos de los individuos de una misma especie son los mismos. En algunas especies de reptiles, la diferencia entre la temperatura corporal, varía dependiendo de la condición reproductiva de los individuos; algunas hembras mantienen una mayor  $T_c$  cuando están grávidas (Smith y Ballinger, 1994; Mathies y Andrews, 1997; Graham, 2010); mientras que en otras especies, los machos tienen mayor temperatura en la época de apareamiento debido al inicio de la espermatogénesis (Bulté y Blouin-Demers, 2004). En este trabajo, no se pudo diferenciar entre las hembras grávidas y las no grávidas para determinar si existen diferencias en la  $T_c$  de acuerdo a su estado, por lo que se desconoce si los requerimientos térmicos de *R. p. pulcherrima* son los mismos en la época reproductiva, sin embargo en el momento de la toma de datos, se asume que así es.

Por otra parte, se pudo observar que los rangos de  $T_c$  en machos fueron más amplios que el de las hembras en mayo y agosto. En todos los meses se observó una  $T_c$  mínima menor en los machos, que las de las hembras y en mayo y agosto se encontró una  $T_c$  máxima mayor para los machos que para las hembras. Los individuos de menor tamaño (machos) tienden a adquirir el calor más rápidamente, y por lo tanto a enfriarse más lentamente, en comparación con las hembras, lo que les permite tener un rango de  $T_c$  más amplio, y aunque las hembras presentan un rango más restringido, los valores de su  $T_c$  son más estables por lo que su termorregulación es más efectiva (Dzialowsky y O'Connor, 2004). Bulté y Blouin-Demers (2010) encontraron que los machos de *Graptemys*

*geographica*, alcanzan intervalos de  $T_c$  más amplios que las hembras, lo cual atribuyeron a las tasas de pérdida y ganancia de calor, ligadas directamente al tamaño de los individuos.

La diferencia en los intervalos de  $T_c$ , encontradas en este trabajo podría atribuirse también al mayor desplazamiento de los machos; debido a que los machos tienden a presentar mayores periodos de tiempo moviéndose de un lugar a otro (cualquiera que sea el motivo), la necesidad de una mejor adaptación a diferentes gradientes térmicos pudiera reflejarse en una mayor amplitud del rango de  $T_c$  para llevar a cabo diferentes actividades.

Esta subespecie tiene una preferencia por la tigmotermia, es decir, por la absorción del calor a través del sustrato; sin embargo, también se encontró una relación positiva y significativa (aunque menor) entre la  $T_c$  y la  $T_a$ , lo cual se debe a que los organismos tigmotérmicos pueden aprovechar también el calor del aire (Fierro-Estrada, 2013). Los mecanismos de absorción de calor no son estrictos, sino que un individuo puede tener una combinación de estos (tigmotermia, heliotermia y radiación solar) para obtener o disipar el calor (Díaz de la Vega-Pérez et al., 2013).

Los reptiles que se consideran termorreguladores perfectos poseen una  $T_c$  que no se modifica con los rangos de la  $T_a$  o  $T_{H_2O}$ , mientras que los considerados termoconformistas perfectos poseen una  $T_c$  equivalente a la  $T_a$ . Sin embargo, la clasificación de termorregulador imperfecto incluye a los organismos que exhiben un patrón intermedio (Angilletta-Jr., 2009). *Rhinoclemmys p. pulcherrima*, parece pertenecer a este último grupo, porque por una parte tiene una tendencia

termoconformista (su  $T_c$  fluctúa junto con la temperatura del ambiente) y por otra, muestra una termorregulación conductual o activa, (se mueven a determinados sitios para termorregular, cambian de postura dependiendo de las condiciones ambientales), adoptando así diferentes estrategias de termorregulación en un mismo ambiente. Al igual que otros reptiles (e.g., caimanes y cocodrilos), estas tortugas parecen pasar de un estado de comportamiento termoconformista, cuando las temperaturas ambientales son las adecuadas, a uno activo, cuando las condiciones ambientales se modifican.

Aun cuando *R. p. pulcherrima*, está catalogada como una especie de hábitos terrestres (Legler y Vogt, 2013), en este trabajo se observó una preferencia por el agua (particularmente los machos), tanto para realizar actividades de termorregulación como para conductas sociales (cortejo y apareamiento).

## Conclusiones

Se encontraron diferencias en el comportamiento de termorregulación entre machos y hembras, así como en la selección de microhábitat. Los machos se observaron con mayor frecuencia en estado sumergido y semisumergido en las charcas, ocupando los sitios con sombra y desplazándose por el corral; mientras que las hembras tuvieron preferencia por el ambiente terrestre (microhábitats con hojarasca) y en estado enterrado, semienterrado y reposo.

La selección del microhábitat está influenciada por el tamaño de las tortugas, ya que las hembras al ser más grandes presentaron dominancia sobre



los machos. La competencia por los espacios disponibles y la búsqueda de microhábitats con temperaturas más favorecedoras para las tortugas (independientemente del sexo de estas), influyó también en la selección diferenciada.

La  $T_c$  de *R. p. pulcherrima*, presentó diferencias significativas entre los diferentes meses, pero no entre machos y hembras. Aun cuando la  $T_c$  se correlacionó con  $T_a$ ,  $T_{H_2O}$  y  $T_s$ , esta fue más fuerte con la  $T_{H_2O}$ , por lo que se determinó que *R. p. pulcherrima* tiene una preferencia hacia la tigmotermia.

Esta subespecie de tortuga presentó una temperatura fluctuante con el ambiente, por lo que pertenece al grupo de organismos termoconformistas, de acuerdo a lo propuesto con Huey y Slitakin (1976). Sin embargo, presentó una termorregulación conductual o activa (movimientos de un sitio a otro, cambio en la postura). Al cumplir con ambos criterios, se denominó a la subespecie como un termorregulador imperfecto.

## Recomendaciones

El CMT mantiene una población de aproximadamente 300 individuos de *R. p. pulcherrima* y mucha información sobre su biología podría obtenerse si más trabajos de investigación se llevaran a cabo en el sitio. Si bien, los objetivos del CMT están relacionados con la educación ambiental, el conocimiento que tiene es empírico y no se cuenta con un plan de manejo para esta subespecie. Por lo anterior, es recomendable la creación de un plan de manejo que permita mantener a la población en mejores condiciones y reducir el número de individuos a través

de un programa de reintroducción para repoblar áreas donde las poblaciones silvestres se encuentren reducidas. El hacinamiento de los individuos puede ser un factor que facilite la transmisión de enfermedades y puede ocasionar estrés y comportamientos agresivos innecesarios. Por otra parte, es necesario implementar un programa de monitoreo y evaluación de la población, de manera que permita asegurar que las condiciones de manejo no perjudiquen su salud.

Este trabajo permitió reconocer aspectos sobre el comportamiento de la tortuga sabanera (*R. p. pulcherrima*) y su ecología térmica; no obstante, aún quedan vacíos de información sobre el tema; tales como la posible diferencia en los requerimientos térmicos entre hembras grávidas y no grávidas, así como la identificación de los patrones de desplazamiento durante la época de lluvias, tomando en cuenta variables ambientales en conjunto de humedad y temperatura, de tal manera que se pueda determinar cuál es o son los principales factores que influyen sobre dicha actividad. Por lo anterior se recomienda realiza trabajos que cubran estos temas relacionados tanto con la ecología térmica, como con el comportamiento termorregulatorio de la especie. Cabe mencionar que, en México, no existe ningún trabajo de investigación previo sobre esta subespecie ni en condiciones de vida libre ni en cautiverio, y la necesidad de llenar estos huecos de información es clara cuando se trata de un taxón del que se desconoce casi todo y que además se encuentra enlistado en la NOM-059 como “amenazada”.

## Literatura Citada

Altmann, J. 1979. Observational studies of behavior: sampling methods. *Behavior*, 50: 227-267.

Angilletta-Jr, M.J. 2009. Thermal adaptation: A theoretical and empirical synthesis. Oxford, New York: Oxford University Press. 290 p.

Antelo, R., Ayarzagüena, J. y J. Castroviejo. 2008. Biología del cocodrilo o caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en la Estación Biológica El Frío, Estado Apure (Venezuela). Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Madrid, España. 336 p.

Auffenberg, W. 1977. Display behavior in tortoises. *American Zoologist*, 17: 241-250.

Bassetti, L.A., Marques T.S., Malvásio, A., Piña, C.I. y L.M. Verdade. 2014. Thermoregulation in captive broad-snouted caiman (*Caiman latirostris*). *Zoological Studies*, 53(1): 1-9.

Belver, L., Kozykarisky, M.L. y L.J. Ávila. 2010. Diferencias sexuales y etarias en la actividad diaria y estacional de una población de *Liolaemus koslowskyi* (Liolaemini). *Cuadernos de Herpetología* 24(2):71-79

Bernárdez-Rodríguez, G.F. 2013. Desarrollo de la conducta social de crías de Manatíes (*Trichechus manatus manatus*) en cautiverio. Tesis de Maestría. El Colegio de la Frontera Sur, México. 49 p.

Besson, A.A. y A. Cree. 2010. A cold-adapted reptile becomes a more effective thermoregulator in a thermally challenging environment. *Oecologia*, 163(3): 571-581.

Bulté, G. y G. Blouin-Demers. 2010. Implication of extreme sexual size dimorphism for thermoregulation in a freshwater turtle. *Oecologia*, 162(2): 313-322.

Bustard, H.R. 1967. Activity cycle and thermoregulation in the Australian gecko *Cehyra variegata*. *Copeia*, 1967(4): 753-758.

Bustos-Zagal, M.G., Manjarrez, J. y R. Castro-Franco. 2013. Uso de microhábitat y termorregulación del *Sceloporus horridus* (Wiegmann 1939) (Sauria: Phrynosomatidae). *Acta Zoológica Mexicana*, 29(1): 153-163.

Carr, J.L. 1991. Phylogenetic analysis of the Neotropical turtle genus *Rhinoclemmys* Fitzinger (Testudines: Emydidae). Tesis Doctoral. Southern Illinois University. E.U.A. 290 p.

Casas-Andreu, G., Méndez-de la Cruz, F.R. y X. Aguilar-Miguel. 2004. Anfibios y Reptiles. pp: 375-390. En: García-Mendoza, A.J., Ordoñez M.J. y M. Briones-

- Salas, eds., Biodiversidad de Oaxaca. Primera ed. Instituto de Biología Universidad Autónoma de México, México, D.F. 605 p.
- Casas-Andreu, G., Méndez-de la Cruz, F.R. y J.L. Camarillo. 1996. Anfibios y reptiles de Oaxaca. Lista, distribución y conservación. *Acta Zoológica Mexicana*, 1: 1-35.
- Castillo-Flor, Y.L., Giraldo, A., Garcés-Restrepo, M.F. y C.A. Galvis-Rizo. 2015. Comportamiento en cautiverios de *Rhinoclemmys annulata* (Geoemydidae) y *Chelonoidis carbonaria* (Testudinidae). Tesis de Licenciatura. Universidad del Valle, Colombia. 27 p.
- Castro-Franco, R., Hernández-Herrera, J.A. y H.G. Ortiz-Cano. 2007. Manejo en cautiverio e incorporación a su hábitat de la tortuga (*Gopherus flavomarginatus*) de bolsón de Mapimi, Durango, México. *Revista Chapingo serie Zonas Áridas*, 6: 223-227.
- Charruau, P.A.R.R. 2010. Ecología y etología de anidación del cocodrilo americano (*Crocodylus acutus*): Un estudio para su conservación. Tesis Doctoral. El Colegio de la Frontera Sur, México. 325 p.
- Díaz de la Vega-Pérez, H.A., Lara-Reséndiz, R.A. y F. R. Méndez-de la Cruz. 2013. Comportamiento de lagartijas: termorregulación y antidepredación. pp: 239-250. En: Martínez-Gómez, R.A. y L. Rodríguez-Antolín, eds., *Biología del comportamiento*. Universidad Autónoma de México, México.
- Díaz-Camacho, S.P., de la Cruz-Otero, M.C., Torres-Montoya E.H., Sánchez-González, S., Delgado-Vargas, F. y Y. Nawa. 2010. Infection status of the estuarine turtles *Kinosternon integrum* and *Trachemys scripta* with *Gnathostoma binucleatum* in Sinaloa, Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 81: 569-571.
- Dreslik, M. & A.R. Kuhns. 2000. Early season basking in the red-eared slider *Trachemys scripta*. *Transactions of the Illinois State Academy of Science*. 93(3): 215-220.
- Dzialowsky, E.M. y M.P. O'Connor. 2004. Importance of the limbs in the physiological control of heat exchange in *Iguana iguana* and *Sceloporus undulatus*. *Journal of Thermal Biology*, 29: 299-305.
- DOF. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres- Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio- Lista de especies en riesgo.
- Downs, C.T., Greaver, C., y R. Taylor. 2008. Body temperature and basking behavior of Nile crocodiles (*Crocodylus niloticus*) during winter. *Journal of Thermal Biology*, 33(3): 185-192.
- Elnitsky, M. A. (2004). The effects of temperature, body size, and growth on the

locomotor performance of juvenile turtles. Tesis doctoral. Miami University. E.U.A. 43 p.

Fierro-Estrada, N. 2013. Ecología térmica de *Abronia taeniata* (Reptilia: Anguidae) y su susceptibilidad ante el calentamiento global. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de México, México. 676 p.

Fitzgerald, L.A y R.E. Nelson. 2011. Thermal biology and temperature-based habitat selection in a large aquatic ectotherm, the alligator snapping turtle, *Macrolemys temminckii*. *Journal of Thermal Biology*, 36(3): 160-166.

Flores-Villela, O. y U.O. García-Vázquez. 2014. Biodiversidad de reptiles en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85: 467-475.

Foley, R.E. 1976. Energy budgets and a climate space diagram for the turtle *Chrysemys scripta*. Tesis de Maestría. State University College, E.U.A. 51 p.

Gatten, R.E. 1974. Effect of nutritional status on the preferred body temperature of the turtles *Pseudemys scripta* y *Terrapene ornata*. *Copeia*, 4: 912-917.

Graham, J. 2010. Thermal ecology of blanding's turtles (*Emydoidea blandingii*) on Grenadier Islands: the influence of thermal quality of the environment on habitat selection. Tesis de Maestría. University of Ottawa. E.U.A. 34 p.

Gray, J.E. 1855. *Catalogue of shield reptiles in the collection of the British Museum. Part I. Testudinata (tortoises)*. Taylor & Francis, London.

Greenberg, C.H. y A.T. Waldrop. 2008. Short-term response of reptiles and amphibians to prescribed fire and mechanical fuel reduction in a southern Appalachina upland hardwood forest. *Forest Ecology and Management*, 255: 2883-2893.

Grigg, G.C., Seebacher, F., Beard L.A. y D. Morris. 1998. Thermal relations of large crocodiles *Crocodylus porosus*, free-ranging in a naturalistic situation. *Royal Society*, 265: 1793-1799.

Hernández-García, D.H. y A.N. Soto-Castro. 2009. Plan de manejo zootécnico y adecuación de la exhibición de tortugas morrocoy (*Chelonoidis carbonaria*) en la Fundación, Zoológico Santacruz. Tesis de Licenciatura. Universidad la Salle, Colombia. 103 p.

Huey, R.B. 1982. Temperature, physiology and the ecology of reptiles. pp: 25-91 En: Gans, C. y R.G. Pough. *Biology of the Reptilia*. Academic Press, London.

Huey, R.B. y M. Slatkin. 1976. Cost and benefits of lizard thermoregulation. *Quarter Review of Biology*, 51: 363-384.

Le, M. y P.W. Mccord. 2008. Phylogenetic relationships and biogeographical history of the genus *Rhinoclemmys* Fitzinger, 1985, and the monophyly of the turtle

family Geomydidae (Testudines: testudinoidea). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 153: 751-767.

Lefevre, K. y R.J. Brooks. 1995. Effects of sex and body-size on basking behavior in a northern population of the painted turtle *Chrysemys picta*. *Herpetologica*, 51(2): 217-224.

Legler, J.M. y R.C. Vogt. 2013. The turtles of Mexico: land and freshwater forms. University California Press. 416 p.

Liu, Y., Wang, J., Shi, H., Murphy, R.W., Hong, J., He, B., Fong, J.J., Wang, J. y L. Fu. 2009. Ethogram of *Sacalia quadriocellata* (Reptilia: Testudines: Geomydidae) in captivity. *Journal of Herpetology*, 43(2): 318-325.

Lovich, J. 1988. Aggressive basking behavior in eastern painted turtles (*Chrysemys picta picta*). *Herpetologica*, 44(2): 197-202.

Mathies, T. y M.R. Andrews. 1997. Influence of pregnancy on the thermal biology of the lizard *Sceloporus jarrovi*: why do pregnant female exhibit low body temperatures? *Functional Ecology*, 11: 498-507.

García-Mendoza, A., Ordoñez-Díaz M.J.H. y M.A. Briones-Salas. (2004). Biodiversidad de Oaxaca. México. Instituto de Biología (UNAM), Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza, World Wildlife Fund. 605 p.

Merchan-Fornelino, M. 2003. Contribución al conocimiento de la biología de la tortuga negra (*Rhinoclemmys funerea*) y la tortuga roja (*R. pulcherrima manii*) en Costa Rica. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid, España. 328 p.

Mittermeier, R.A. 1999. Biodiversidad amenazada: las ecoregiones terrestres prioritarias del mundo. México: CEMEX.

Monagas, W.R. y R.E. Gatten. 1983. Behavioral fever in the turtles *Terrapene carolina* and *Chrysemys picta*. *Journal of Thermal Biology*, 8(3): 285-288.

Monge-Nájera, J., Moreva, B. y M. Chávez. 1988. Nesting behavior of *Rhinoclemmys pulcherrima* in Costa Rica (Testudines: Emydidae). *Herpetologica*, 1: 308.

Murphy, J. y W. Lamoreaux. 1978. Mating behavior in three Australian chelid turtles (Testudines: Pleurodira: Chelidae). *Herpetologica*, 34: 398-405

Pérez, J.V. y J. Alegría. 2009. Evaluación morfométrica y dimorfismo sexual intra-poblacional de *Rhinoclemmys nasuta* (Boulenger, 1902) en una zona insular continental del Pacífico Colombiano. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 1(2): 143-156.

Pérez-Santigosa, N., Hidalgo, J. y C. Díaz-Paniagua. 2013. Comparing activity patterns and aquatic home range areas among exotic and native turtles in Southern Spain. *Chelonian Conservation and Biology*, 12(2): 313-319.

- Peterson, C.R., Gibson, A.R. y M.E. Dorca. 1993. Snake thermal ecology: the causes and consequences of body-temperature variation. pp: 214-314. En: Seigel, R.A. y J.T. Collins. Snakes-ecology and behavior. Mc. Graw Hill, New York.
- Plummer, M.V. 2003. Activity and thermal ecology of the Box Turtle, *Terrapene ornata*, at its southwestern range limit in Arizona. *Chelonian Conservation and Biology*, 4(3): 569-577.
- Polo-Calvia, N., López, P. y J. Martín. 2009. Interspecific differences in heat exchange rates may affect competition between introduced and native freshwater turtles. *Biological Invasions*, 11: 1755-1765.
- Polo-Calvia, N., López, P. y J. Martín. 2012. Feeding status and basking requirements of fresh turtles in an invasion context. *Physiology & Behavior*. 105(5): 1208-1213.
- Pritchard, P.C.H. y W.F. Greenhood. 1968. The sun and the turtle. *International Turtle and Tortoise Society Journal*, 2: 20-25.
- Rico, Y., Lorenzo, C. y S. López. 2008. Diferenciación poblacional en la talla corporal de la liebre de Tehuantepec (*Lepus flavigularis*). *Acta Zoológica Mexicana*, 24(3): 179-189.
- Ruby, E.D. y H.A. Niblick. 2015. A behavioral inventory of the desert tortoise: Development of an ethogram. *Herpetological Monographs*, 8: 88-103.
- Sampedro, A.C. 2002. Actividad termorreguladora de *Trachemys decussata decussata* (Chelonia: Emydidae), en una localidad de la Ciénega de Zapata, Cuba. *Revista Biología*, 16: 19-26.
- Sampedro, A.C. y N.K. Cabeza. 2010. Importancia de la conducta animal para el manejo productivo de la fauna silvestre y doméstica. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 2(1): 175-214.
- Sanabria, E.A., Quiroga, L.B. y J.C. Acosta. 2003. Ecología térmica de *Leptodactylus ocellatus* (Linnaeus, 1785) (Anura: Leptodactylidae) en los bañados de zonda, San Juan, Argentina. *Cuadernos de Herpetología*, 17: 127-129.
- Schneider, L., Ferrara, C. y R.C. Vogt. 2010. Description on behavioral patterns of *Podocnemis erythrocephala* (Spix, 1824) (Testudines: Podocnemididae) (Red-headed river turtle) in captivity, Manaus, Amazonas, Brazil. *Acta Amazonica*, 40(4): 763-770.
- Shuett, G.W. y R.E. Gatter. 1980. Thermal preference in snapping turtles (*Chelydra serpentina*). *Copeia*, 1: 149-152.
- Seebacher, F., Grigg G.C. y L.A Beard. 1999. Crocodiles as dinosaurs: behavioral thermoregulation in very large ectotherms leads to high and stable body temperatures. *Journal of Experimental Biology*, 202(1): 77-86.

- Seebacher, F., Gurdeley, H., Elsey, R.M. y P.L. Trosclair. 2003. Seasonal acclimatization of muscle metabolic enzymes in a reptile (*Alligator mississippiensis*). *Journal of Experimental Biology*, 206: 1193-1200.
- Serrano-Vinagre, N. 2013. Efecto del lipopolisacárido bacteriano en el comportamiento de termorregulación de la lagartija parda, *Podarcis liolepis*. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Madrid, España. 29 p.
- Smith, G.R y R.E. Ballinger. 1994. Thermal ecology of *Sceloporus virgatus* from southeastern Arizona, with comparison to *Urosaurus ornatus*. *Journal of Herpetology*, 28: 65-69.
- Soto-Gamboa, M., Rosenmann, M. y F. Bozionovic. 1999. Ecología térmica del pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*): efecto de la selección de sitios de nidificación sobre la sobrevivencia de adultos y crías. *Revista Chilena de Historia Natural*, 72: 447-455.
- Sousa do Amaral, J.P., Marvin, G.A. y V.H. Hutchison. 2002. The influence of bacterial lipopolysaccharide in the thermoregulation of the Box Turtle *Terrapene carolina*. *Physiological and Biochemical Zoology*, 75: 273-282.
- Spotila, J.R., Foley, R.E. y E.A. Standora. 1990. Thermoregulation and climate space of the slider turtle. pp: 288-289. En: Whitfield-Gibbons J. Life history and ecology of the slider turtle. Smithsonian Institution Press, Washington D.C.
- Valdez-Villavicencio, J.H. 2013. Ecología térmica y uso de microhábitat de *Sceloporus hunsakeri* y *Sceloporus licki* (Sauria: Phrynosomatidae) en la región del cabo Baja California Sur. Tesis de Maestría. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. S.C, México. 84 p.
- Velásquez, J. y L.A. González. 2011. Thermal ecology and activity patterns lizard *Tropidurus hispidus* (Sauria: Tropiduridae) in the east of Venezuela. *Acta Biológica Colombiana*, 15(2): 25-36.
- Vidal, M.A., Habit, E., Victoriano, P., González-Gajardo, A. y J.C. Ortiz. 2010. Thermoregulation and activity pattern of the high-mountain lizard *Phymaturus palluma* (Tropiduridae) in Chile. *Zoología*, 27(1): 13:18.
- Whitfield-Gibbons, J. y J.E. Lovich. 1990. Sexual dimorphism in turtles with emphasis on the slider turtle (*Trachemys scripta*). *Herpetological Monographs*, 4: 1-29.
- Vitt, L.J. y J.P. Caldwell. 2014. Herpetology, an introductory biology of amphibians and reptiles. Fourth Edition. Elsevier. 749 p.
- Woolrich-Piña, G.A., Lemos-Espinal, J.A., Oliver-López, L., Calderón-Méndez, M.E., González-Espinosa, M., Correa-Sánchez, F. y R. Montoya-Ayala. 2006. Ecología térmica de una población de lagartija *Sceloporus grammicus* (Iguanidae:



Phrynosomatinae) que ocurre en la zona centro-oriente de la ciudad de México.  
*Acta Zoológica Mexicana*, 22(2): 137-150.

Zug, G.R., Vitt, L.J. y J.P. Caldwell. 1993. *Herpetology: An introductory biology of amphibians and reptiles*. New York, E.U.A. 627 p.

Anexos:

- Artículo sometido a la Revista de Biología Tropical
- Instrucciones para los autores

**Ecología térmica y selección de microhábitat de la tortuga sabanera *Rhinoclemmys pulcherrima pulcherrima* (Testudines: Geoemydidae) en condiciones de cautiverio**

Penélope R. Téllez-Rodríguez<sup>1</sup>, J. Rogelio Cedeño-Vázquez<sup>1\*</sup>, David González-Solís<sup>1</sup> & Marco A. López-Luna<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Depto. Ecología y Sistemática Acuática. El Colegio de la Frontera Sur-Unidad Chetumal, Av. Centenario Km 5.5, 77014 Chetumal, Quintana Roo, México.

<sup>2</sup>División Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Carr. Villahermosa-Cárdenas, Km 0.5, Entr. Bosques de Saloya S/N, 86160 Villahermosa, Tabasco, México.

\*Autor para correspondencia: rcedenov@ecosur.mx, rogeliocedeno@gmail.com

**Abstract:** The painted wood turtle (*Rhinoclemmys pulcherrima pulcherrima*) occurs naturally along the coast of Guerrero and Oaxaca, Mexico. It is listed as threatened in the Norma Oficial Mexicana 059. Unfortunately little is known about its natural history and nothing about its thermal ecology. The aim of this research was to determinate the thermal ecology and microhabitat selection of *R. p. pulcherrima* in captivity. The study was conducted from May to August 2015 at the Centro Mexicano de la Tortuga, located in Mazunte, Oaxaca, Mexico. A total of 60 individuals (30 males and 30 females) with optimal physical conditions were chosen to obtain body biometrics (weight and straight carapace length). Ten turtles were randomly selected daily to record body temperature ( $T_c$ ), air temperature ( $T_a$ ), water temperature ( $T_{H_2O}$ ), and substrate temperature ( $T_s$ ) at 9:00, 12:00, 15:00, and 17:00 h. Overall mean body temperature of *R. p. pulcherrima* was 28.56°C (24.60–32.4°C). Ranges of  $T_c$  by sex were 25.1–32.1°C in females, and 24.60–32.4°C in males. A correlation between  $T_c$  and  $T_a$ ,  $T_s$  and  $T_{H_2O}$  occurred, although it was more significant between  $T_c$  and  $T_{H_2O}$  (0.92, 0.96, and 0.98 for May, July and August, respectively). There was no correlation between  $T_c$  and weight neither size. Differences in microhabitat selection between sexes were observed; males preferred water ponds to rest and thermoregulate, and females preferred litterfall sites instead. Habitat selection was related to size differences between sexes (intraspecific competition), but also could be influenced by the search of better thermal conditions or mates. Body temperature was different between months, but not between sexes, perhaps because thermal requirements are the same in both. Finally, this study reveals that *R. p. pulcherrima* is a tigmothermic turtle.

**Key words:** Painted wood turtle; thermal ecology; microhabitat; captivity; Oaxaca; Mexico.

Total Word: 4744

La capacidad de los reptiles para regular su temperatura corporal ( $T_c$ ) está ligada a la obtención de calor mediante el uso de la radiación solar, la temperatura ambiental (heliotermia) y la temperatura del sustrato (tigmotermia). La termorregulación facilita y optimiza procesos metabólicos, tales como la actividad enzimática, aumento en las tasas de digestión y síntesis de vitamina D (Bustard, 1967; Pritchard, & Greenwood, 1968; Gatten, 1974; Schuett, & Gatten, 1980; Seebacher, Guerdeley, Elsey & Trosclair, 2003). Además, influye en aspectos esenciales de su biología como la locomoción, crecimiento y reproducción. Con base en sus estrategias de termorregulación, los animales ectotermos pueden dividirse en tres categorías: a) termorreguladores activos, cuando modifican su  $T_c$  por medio de estrategias conductuales y a través de una selección adecuada de microhábitat (Díaz de la Vega-Pérez, Lara-Reséndiz, & Méndez-de la Cruz, 2013; Fierro-Estrada, 2013); b) termoconformistas, cuando su  $T_c$  fluctúa directamente con la temperatura ambiental ( $T_a$ ) o la del sustrato ( $T_s$ ) (Zug, Vitt, & Caldwell, 1993; Downs, Greaver, & Taylor, 2008; Fierro-Estrada, 2013; Serrano-Vinagre, 2013); y c) termorreguladores no estrictos o imperfectos, cuando adoptan un patrón intermedio entre las dos estrategias antes descritas (Angilletta-Jr., 2009). Recientemente, se ha observado que los rangos de  $T_c$  dependen en gran medida, tanto del sexo, como de la talla de los individuos, y que además, estos factores pueden generar una conducta diferenciada en la selección del microhábitat, estrategias de termorregulación y patrón de actividad (Dreslik, & Kuhns, 2000; Sampedro, 2002; Bulté, & Blouin-Demers, 2010; Vidal, Habit, Victoriano, González-Gajardo, & Ortiz, 2010; Velásquez, & González, 2011).

El estudio sobre la ecología térmica de los reptiles se ha centrado principalmente en diferentes especies de lagartijas y cocodrilos, tanto en su entorno natural, como en condiciones de laboratorio o cautiverio (Grigg, Seebacher, Beard, & Morris, 1998; Seebacher, Grigg, & Beard, 1999; Woolrich-Piña et al., 2006; Downs et al., 2008; Antelo, Ayarzagüena & Castroviejo, 2008; Vidal et al., 2010); mientras que los trabajos con tortugas dulceacuícolas y terrestres son muy escasos (e.g. Plummer, 2003; Elnitsky, 2004; Fitzgerald, & Nelson, 2011). El estudio de la ecología térmica de las tortugas en su entorno natural es complejo, debido a las particularidades de cada especie y a las limitaciones logísticas para acceder a su hábitat, por lo que la mayoría de las investigaciones con estos reptiles se realizan bajo condiciones de cautiverio. Además, obtener datos sobre la temperatura corporal, en el medio natural, implica un mayor esfuerzo de muestreo y un costo elevado.

*Rhinoclemmys pulcherrima pulcherrima* (Gray, 1855), conocida localmente como tortuga sabanera, habita de manera natural en las planicies costeras de Guerrero y Oaxaca, en sitios cercanos a arroyos temporales o permanentes (Legler, & Vogt, 2013). De acuerdo con observaciones realizadas en el Centro Mexicano de la Tortuga en Mazunte, Oaxaca, esta tortuga es omnívora (M. Harfush, com. pers.) y se encuentra en el estatus de amenazada en la Norma Oficial Mexicana-059 (DOF, 2010). A pesar de su estatus de protección, poco se sabe sobre su historia natural y el conocimiento sobre su ecología térmica es nulo. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue determinar la ecología térmica y la selección del microhábitat de *R. p. pulcherrima* bajo condiciones de cautiverio, para lo cual se plantearon las siguientes preguntas: (1) ¿Cuál es su  $T_c$  promedio?, (2) ¿Existen diferencias significativas entre la  $T_c$  de machos y hembras?, (3) ¿Existe una relación entre la  $T_a$ , la  $T_s$  y la temperatura del agua ( $T_{H_2O}$ ), con respecto a la  $T_c$ ?, (4) ¿Existen diferencias en el uso de microhábitat entre hembras y machos?, y (5) ¿Cuál es su tendencia de termorregulación?.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Área de estudio:** Este estudio se realizó en el Centro Mexicano de la Tortuga (CMT), localizado en Mazunte, municipio de Santa María Tonameca, Oaxaca, México. De acuerdo con la clasificación climática de Köppen, modificada por García (1981), el clima de la región es tropical subhúmedo con régimen de lluvias en verano, con una temperatura media anual de 28.7°C (CNA, s.f). El CMT alberga una población de aproximadamente 300 individuos de la tortuga sabanera (*R. p. pulcherrima*), bajo condiciones de cautiverio, concentradas en un corral de 5 x 8 x 7 m, el cual cuenta con tres charcas, tres comederos, tres lugares principales de sombra y dos áreas cubiertas de hojarasca.

**Selección de individuos:** Se seleccionaron 60 tortugas (30 machos y 30 hembras), con condiciones físicas óptimas, esto es, sin deformaciones en el carapacho, ni enfermedades en la piel. Se hizo un marcaje temporal con un plumón negro (Pelikan®, Permanent 440) resistente al agua y se registró el peso (kg) y largo total recto del carapacho (LTC, cm) de cada uno de los individuos.

**Datos de temperatura y selección de microhábitat:** El periodo de muestreo incluyó mayo, julio y agosto de 2015. Diariamente, se registraron datos de T<sub>c</sub> de 10 individuos elegidos aleatoriamente en cada uno de los horarios previamente establecidos (9:00, 12:00, 15:00 y 17:00 h). La T<sub>c</sub> se tomó con ayuda de una sonda cloacal Hanna® Instruments. La T<sub>a</sub> se obtuvo cada 30 min por medio de registradores de datos (HoBo®); mientras que la T<sub>s</sub> y la T<sub>H<sub>2</sub>O</sub> se registraron con un termómetro Hanna® Instruments, colocado exactamente en el lugar donde se encontraban las tortugas objeto de observación.

Para determinar el uso de microhábitat, se registró el sexo de los individuos, T<sub>a</sub> y tipo de microhábitat donde se observaron (sombra, hojarasca, charca, otro).

Se utilizó una prueba de t-Student para determinar diferencias significativas entre la T<sub>c</sub> de ambos sexos, mientras que para las diferencias entre las T<sub>c</sub>'s por mes, se utilizó un Análisis de Varianza (ANOVA). El coeficiente de correlación de Pearson se utilizó para determinar el grado de relación entre la T<sub>c</sub> y T<sub>a</sub> y temperatura del microhábitat (T<sub>s</sub> y T<sub>H<sub>2</sub>O</sub>). Se usó una prueba de chi-cuadrada para analizar si existe dependencia entre la selección del microhábitat y el sexo de los individuos, así como regresiones lineales entre la T<sub>c</sub> y LTC, y T<sub>c</sub> y el peso de las tortugas, para determinar si existe relación entre éstas. Finalmente, la tendencia termorreguladora o termoconformista se determinó a partir del criterio de Huey & Slatkin (1976), quienes mencionan que una especie es termorreguladora cuando el valor de la pendiente de la regresión lineal es cero o cercano a éste; por el contrario, si la especie es termoconformista, el valor de la pendiente será cercano a uno. Todos los análisis estadísticos se realizaron con STATISTICA 7.0 (StatSoft Inc. USA).

## RESULTADOS

**Ecología térmica:** La T<sub>c</sub> promedio mensual de *R. p. pulcherrima* varió en los tres meses de muestreo, siendo mayor en el mes de agosto y menor durante julio (Cuadro 1). No se presentaron diferencias significativas entre los valores de T<sub>c</sub> de machos y hembras, durante los tres meses de observación (t-test = 0.75, d.f. = 1198 P = 0.45), cuyos promedios fueron muy similares entre sí. Los mayores valores de T<sub>a</sub> y T<sub>s</sub>, se registraron en el mes de agosto.

Mientras la  $T_{H_2O}$  presentó un valor máximo en el mes de mayo. Los valores mínimos de  $T_a$ ,  $T_s$  y  $T_{H_2O}$  se registraron todos en el mes de julio (Cuadro 2); además se observaron diferencias significativas entre  $T_a$ ,  $T_s$  y  $T_{H_2O}$  durante los tres meses ( $P < 0.05$ ). Se encontró correlación entre las  $T_c$  y  $T_a$ ,  $T_s$  y  $T_{H_2O}$ , durante los tres meses de observación. Sin embargo la correlación fue mayor con  $T_{H_2O}$  y  $T_s$  (Cuadro 3).

**Uso de microhábitat:** Se definieron cuatro tipos de microhábitats disponibles para *R. p. pulcherrima*: charcas, sitios con hojarasca, sitios de sombra y otro. Éste último se denominó como tal, cuando se encontraba a los individuos desplazándose por el corral y no en un lugar específico. El uso de microhábitat entre los individuos de *R. p. pulcherrima* depende del sexo de estos ( $X^2 = 7.81$ ,  $P = 0.05$ ); por lo tanto, se observaron diferencias en la selección del microhábitat entre hembras y machos, durante los tres meses de observación (Fig. 1). Por una parte, los machos tuvieron mayor preferencia por las charcas durante los tres meses de observación, mientras que las hembras prefirieron los sitios con hojarasca. Al contrario que las hembras, el registro de observaciones de machos en los microhábitats de hojarasca fue muy bajo. Los microhábitats con sombra fueron ocupados en segundo lugar por los machos en los tres meses, y únicamente se registró un mayor número de hembras en este microhábitat en el mes de julio. En todos los meses se observaron individuos desplazándose dentro del corral; sin embargo, el mayor registro fue para los machos.

**Talla, peso y temperatura corporal:** Se encontraron diferencias significativas entre la LTC y el peso de machos y hembras ( $t$ -test = 12.31, d.f. = 1198,  $P < 0.05$ ). La LTC y peso de las hembras fue de 23.6-17.7 cm y 1.87-0.74 kg; mientras que para los machos, la LTC fue de 18.9-12.13 cm y el peso fue de 0.69-0.24 kg. No se encontró una correlación entre el peso y la talla de los individuos con respecto a su temperatura corporal (Fig. 2).

**Tendencia termorreguladora:** La tendencia termorreguladora de *R. p. pulcherrima* sugiere una termorregulación pasiva, puesto que los valores de la pendiente de la regresión  $T_c$  vs.  $T_a$ , se acercaron más a uno, en los tres meses de muestreo. Los valores entre  $T_c$  vs.  $T_{H_2O}$  y  $T_s$ , fueron también cercanos a uno (Cuadro 4). Sin embargo, se encontró una estrategia de comportamiento activa, en cuanto a la selección del microhábitat, lo que indica que los individuos de esta especie adoptan un patrón intermedio entre las dos estrategias, por lo que podría considerarse como un termorregulador no estricto. Con respecto a la forma de obtener el calor se encontró que estas tortugas tienen preferencia hacia la tigmotermia.

## DISCUSIÓN

Las  $T_c$  promedio de machos y hembras de *R. p. pulcherrima* no mostraron diferencias significativas, lo que sugiere que los requerimientos térmicos de los individuos de ambos sexos fueron los mismos durante la toma de datos. Cabe mencionar que dichos requerimientos no son siempre iguales incluso si se trata de individuos de la misma especie, en algunas especies de reptiles dependiendo del estado reproductivo de las hembras su  $T_c$  puede variar. Por otra parte, el intervalo de  $T_c$  de los machos fue más amplio que el de las hembras lo que podría atribuirse a su mayor desplazamiento ya que los machos tienden a presentar mayores periodos de tiempo moviéndose de un lugar a otro por la necesidad de una mejor adaptación a diferentes gradientes térmicos pudiera reflejarse en una mayor amplitud del rango de  $T_c$ ; mientras que las hembras al tener un comportamiento más

sedentario no alcanzan rangos de  $T_c$  tan amplios, ya que tener un mayor tamaño y poco desplazamiento, les permite tener una  $T_c$  mucho más estable a lo largo del día que la de los machos. Cabe mencionar que el desplazamiento depende también tanto de variables ambientales como la temperatura, la humedad y temporada climática (lluvias y estiaje), así como de la presencia o ausencia de depredadores, de la competencia intra e interespecífica, etc., y la combinación de todos estos factores modifica el patrón de desplazamiento de las tortugas. Bulté & Blouin-Demers (2010) mencionan que la talla de los individuos afecta la termorregulación fisiológica y de comportamiento; es decir, los individuos más grandes se enfrían y calientan más lento, pero su temperatura corporal es más estable; mientras que los más pequeños, en este caso los machos, tienden a desplazarse más buscando microhábitats más favorables.

Las  $T_s$  y  $T_{H_2O}$  influenciaron de manera más significativa en la  $T_c$  de los individuos de *R. p. pulcherrima*, en comparación con la  $T_a$ , esto indica que la tendencia de termorregulación es hacia la tigmotermia. De acuerdo con Shuett & Gatten (1980) esta significancia podría atribuirse a que la  $T_{H_2O}$  es más estable que la  $T_a$  en las horas más calurosas del día. Esto explica por qué las tortugas pasan mayor tiempo en las charcas, así como enterradas bajo la hojarasca en dichos horarios; estas variables tienen mayor influencia sobre la  $T_c$  de los individuos. Fitzgerald & Nelson (2011) y Valdez-Villavicencio (2013) mencionan que la elección de un microhábitat es un factor determinante para llevar a cabo la termorregulación y que las tortugas tienden a seleccionar sitios donde la temperatura es más estable, por lo que atribuyen una selección de hábitat basada en la temperatura del sitio. Huey (1982) señala que los reptiles pueden mantener su  $T_c$  tan sólo unas pocas horas al día sobre la superficie del suelo, pero si hacen uso de madrigueras (en este estudio los sitios con hojarasca) ubicadas a una profundidad de 20 cm, éstos pueden mantener una  $T_c$  estable entre 14 y 19 h.

Las observaciones sobre su comportamiento demuestran que los individuos de *R. p. pulcherrima*, si hacen una selección preferencial por un microhábitat, dependiendo de las condiciones ambientales. Al igual que otros reptiles, como los caimanes y cocodrilos, las tortugas parecen pasar de un estado de comportamiento pasivo, cuando las condiciones son favorables, a uno activo, cuando estas cambian. De igual manera la selección del microhábitat está influenciada de igual manera por el sexo de los individuos; mientras que los machos fueron vistos con mayor frecuencia en las charcas, las hembras eligieron los sitios con hojarasca, lo cual se observó durante los tres meses de muestreo. Esta selección preferencial se atribuye a la dominancia de las hembras sobre los machos; Schneider et al. (2010) sugieren que la jerarquía social de las tortugas está determinada por la talla de los individuos, lo cual influye en el acceso al alimento, a los lugares de descanso y a los sitios de termorregulación. En este trabajo, se encontró que las hembras son significativamente más grandes que los machos y se observaron comportamientos de dominancia por parte de éstas. Por ejemplo, cuando los individuos estaban en reposo bajo sombra, las hembras más grandes ocupaban la parte superior de la pirámide, mientras que las más pequeñas y los machos se encontraban en la base. Cuando algún macho intentaba ocupar algún sitio en la parte superior, las hembras se reacomodaban para forzarlo a que se deslizara hacía abajo. Este comportamiento de dominancia se observó también cuando las hembras se enterraban; si la hembra era más grande, con su cuerpo extraía al macho o a la hembra de menor tamaño, del espacio que ella quería ocupar, lo cual explica que estos espacios fueran poco frecuentados por machos. Se encontró también que cuando las condiciones del sustrato lo permitían, las hembras de mayor tamaño se enterraban a mayor profundidad que las más

pequeñas. En las charcas, se observó un comportamiento similar, las hembras dominantes se ubicaron a mayor profundidad.

Se sabe que los reptiles tienen una variación en la selección del hábitat a lo largo del día (Bustos-Zagal et al., 2013), dicha variación puede deberse a la búsqueda de sitios con temperaturas que les favorezcan para termorregular, o bien al tamaño y grado de movilidad de los individuos como señala Sampredo (2002), quien observó que los machos de *Trachemys decussata decussata* (más pequeños que las hembras) presentan una mayor movilidad.

Los individuos de *R. p. pulcherrima* mostraron una  $T_c$  fluctuante con la del medio (acuático), por lo que sugiere que su comportamiento de termorregulación es pasivo y una preferencia por la tigmotermia; sin embargo, se observó una termorregulación activa o conductual, en la que los individuos modifican su comportamiento por medio de la selección del microhábitat para obtener, mantener o disipar el calor corporal. La combinación de ambas estrategias sugiere que *R. p. pulcherrima* es una especie con una estrategia de termorregulación no estricta.

El estudio del comportamiento de las especies es la base para llevar a cabo buenas prácticas de manejo y conservación. Este trabajo permitió reconocer los patrones de selección de microhábitat de una población mantenida bajo condiciones de cautiverio y las diferencias entre machos y hembras, lo cual se encuentra directamente relacionado con el comportamiento de termorregulación. Por otra parte el entendimiento sobre los requerimientos térmicos de la especie permite saber cómo se adapta y utiliza su entorno. Este trabajo permitió responder las preguntas planteadas sobre la ecología térmica y el uso de microhábitat de *R. p. pulcherrima*, bajo condiciones de cautiverio.

#### ACKNOWLEDGMENTS

Agradecemos al personal del Centro Mexicano de la Tortuga por brindarnos el espacio para realizar este trabajo, en especial a la Martha Harfush por el apoyo y las facilidades otorgadas. Al programa de posgrado de El Colegio de la Frontera Sur y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el financiamiento y beca para PRTR.

#### RESUMEN

La tortuga sabanera (*R. p. pulcherrima*) es nativa de las costas de Guerrero y Oaxaca, México. Se encuentra enlistada como amenazada en la Norma Oficial Mexicana 059. Infortunadamente su historia natural es escasamente conocida y el conocimiento sobre su ecología térmica es nulo, a pesar de que la termorregulación es una de las características más importantes de esos reptiles. El objetivo de este estudio fue determinar la ecología térmica y selección de microhábitat de esta tortuga en condiciones de cautiverio. Este trabajo se realizó durante los meses de mayo, julio y agosto de 2015 en el Centro Mexicano de la Tortuga, ubicado en Mazunte, Oaxaca, México. Se eligieron 60 individuos (30 machos y 30 hembras) con condiciones físicas óptimas, a los cuales se tomaron datos de peso y talla. Diariamente se eligieron al azar diez tortugas para registrar datos de temperatura corporal ( $T_c$ ), temperatura ambiental ( $T_a$ ), del agua ( $T_{H_2O}$ ) y del sustrato ( $T_s$ ) en horarios de 9:00, 12:00, 15:00, 17:00 h. La temperatura corporal media de *R. p. pulcherrima* durante los tres meses fue de 28.6 °C (24.6-32.4 °C). En hembras, el intervalo de temperatura fue de 25.1-32.1 °C y en machos, de 24.6-32.4 °C. Se encontró correlación entre  $T_c$  y  $T_a$ ,  $T_s$  y  $T_{H_2O}$ ; sin embargo, se encontró mayor correlación entre  $T_c$  y  $T_{H_2O}$  (0.92, 0.96 y 0.98 para mayo, julio y agosto, respectivamente). Con respecto a la  $T_c$ , no se



encontró correlación entre el peso y talla de los organismos. Se observaron diferencias entre machos y hembras respecto a la selección del microhábitat, esto pudo estar influenciado por la búsqueda de mejores condiciones térmicas, la búsqueda de pareja y la competencia intraespecífica. La Tc fue diferente entre meses, pero no entre hembras y machos, lo cual pudo deberse a que los requerimientos térmicos son los mismos para ambos sexos. Se encontró que *R. p. pulcherrima* es una especie tigmotérmica.

**Palabras clave:** Sabanera; ecología térmica; microhábitat; cautiverio; Oaxaca; México.

#### REFERENCIAS

- Angilletta-Jr., M. J. (2009). Thermal adaptation: A theoretical and empirical synthesis. Oxford, New York: Oxford University Press. 290 p.
- Antelo, R., Ayarzagüena, J., & Castroviejo, J. (2008). Biología del cocodrilo o caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en la Estación Biológica El Frío, Estado Apure (Venezuela). Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Madrid, España. 336 p.
- Bulté, G., & Blouin-Demers, G. (2010). Implication of extreme sexual size dimorphism for thermoregulation in a freshwater turtle. *Oecologia*, 162(2), 313-222.
- Bustard, H. R. (1967). Activity cycle and thermoregulation in the Australian gecko *Gehyra variegata*. *Copeia*, 1967(4), 753-758.
- Bustos-Zagal, M.G., Manjarrez, J., & Castro-Franco, R. (2013). Uso de microhábitat y termorregulación de *Sceloporus horridus* (Wiegmann 1939) (Sauria: Phrynosomatidae). *Acta Zoológica Mexicana*, 29(1), 153-163.
- CNA (Comisión Nacional del Agua) (s.f.): Base de datos de la estación hidrometeorológica El Tomatal, Oaxaca. Gerencia Regional Pacífico Sur, Sub-Gerencia Regional Técnica. Oaxaca, Oax., México.
- DOF (Diario Oficial de la Federación). (2010). Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres- Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio- Lista de especies en riesgo.
- Díaz de la Vega-Pérez, H. A., Lara-Reséndiz, R. A. & Méndez-de la Cruz, F. R. 2013. Comportamiento de lagartijas: termorregulación y antidepredación. pp: 239-250. In: Martínez-Gómez, R.A. y L. Rodríguez-Antolín, (eds.). Biología del comportamiento. Universidad Autónoma de México, México.
- Downs, C. T., Greaver, C., & Taylor, R. (2008). Body temperature and basking behavior of Nile crocodiles (*Crocodylus niloticus*) during winter. *Journal of Thermal Biology*, 33(3), 185-192.
- Dreslik, M., & Kuhns, A. R. (2000). Early season basking in the red-eared slider *Trachemys scripta*. *Transactions of the Illinois State Academy of Science*. 93(3), 215-220.
- Elnitsky, M. A. (2004). The effects of temperature, body size, and growth on the locomotor performance of juvenile turtles. Tesis de Maestría, Miami University, E. U. A. 43 p.
- Fierro-Estrada, N. (2013). Ecología térmica de *Abronia taeniata* (Reptilia: Anguillidae) y su susceptibilidad ante el calentamiento global. Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de México, México. 67 p.
- Fitzgerald, L. A., & Nelson, R. E. (2011). Thermal biology and temperature-based habitat

- selection in a large aquatic ectotherm, the alligator snapping turtle, *Macrolemys temminckii*. *Journal of Thermal Biology*, 36(3), 160-166.
- García, E. (1981). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. México. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 246 p.
- Gatten, R. R. (1974). Effect of nutritional status on the preferred body temperature of the turtles *Pseudemys scripta* and *Terrapena ornata*. *Copeia*, 4, 912-917.
- Grigg, G. C., Seebacher, F., Beard, L. A., & Morris, D. (1988). Thermal relations of large crocodiles, *Crocodylus porosus*, free-ranging in a naturalistic situation. *Royal Society*, 265, 1793-1799.
- Huey, R.B. (1982). Temperature, physiology and the ecology of reptiles. pp: 25-91 In: Gans, C. & Pough, R. G (eds.). *Biology of the Reptilia*. Academic Press, London.
- Huey, R.B., & Slatkin, M. (1976). Cost and benefits of lizard thermoregulation. *Quarter Review of Biology*, 51, 363-384.
- Legler, J. M., & Vogt, R. C. (2013). The turtles of Mexico. Land and freshwater forms. Berkeley, Los Angeles: University of California Press. 416 p.
- Plummer, M. V. (2003). Activity and thermal ecology of the Box turtle, *Terrapene ornata*, at its southwest range limit in Arizona. *Chelonian Conservation and Biology*, 4(3), 569-577.
- Pritchard, P. C. H., & Greenwood, W.F. (1968). The sun and the turtle. *International Turtle and Tortoise Society Journal*, 2, 20-25.
- Sampedro, A. C. (2002). Actividad termorreguladora de *Trachemys decussata decussata* (Chelonia: Emydidae), en una localidad de la Ciénega de Zapata, Cuba. *Biología*, 16, 19-26.
- Schneider, L., Ferrara, C., & Vogt, R. C. (2010). Description on behavioral patterns of *Podocnemis erythrocephala* (Spix, 1824) (Testudines: Podocnemididae) (Red-headed river turtle) in captivity, Manaus, Amazonas, Brazil. *Acta Amazonica*, 40(4), 763-770.
- Schuett, G. W., & Gatter, R. R. (1980). Thermal preference in snapping turtles (*Chelydra serpentina*). *Copeia*, 1980(1), 149-152.
- Seebacher, F., Grigg, G. C., & Beard, L. A. (1999). Crocodiles as dinosaurs: behavioral thermoregulation in very large ectotherms leads to high and stable body temperatures. *Journal of Experimental Biology*, 202(1), 77-86.
- Seebacher, F., Gurdeley, H., Elsey, R. M., & Trosclair, P. L. (2003). Seasonal acclimatization of muscle metabolic enzymes in a reptile (*Alligator mississippiensis*). *Journal of Experimental Biology*, 206, 1193-1200.
- Serrano-Vinagre, N. (2013). Efecto del lipopolisacárido bacteriano en el comportamiento de termorregulación de la lagartija parda, *Podarcis liolepis*. Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Madrid, España. 29 p.
- Valdez-Villavicencio, J. H. (2013). Ecología térmica y uso de microhábitat de *Sceloporus hunsakeri* y *Sceloporus licki* (Sauria: Phrynosomatidae) en la región del cabo Baja California Sur. Tesis de Maestría, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste.

S.C., México. 84 p.

- Velásquez, J., & González, L. A. (2011). Thermal ecology and activity patterns lizard *Tropidurus hispidus* (Sauria: Tropiduridae) in the east of Venezuela. *Acta Biológica Colombiana*, 15(2), 25-36.
- Vidal, M. A., Habit, E., Victoriano, P., González-Gajardo, A., & Ortiz, J. C. (2010). Thermoregulation and activity pattern of the high mountain lizard *Phymaturus palluma* (Tropiduridae) in Chile. *Zoología*, 27(1), 13-18.
- Woolrich-Piña, G. A., Lemos-Espinal, J. A., Oliver-López, L., Calderón-Méndez, M. E., González-Espinosa, M., Correa-Sánchez, F., & Montoya-Ayala, R. (2006). Ecología térmica de una población de la lagartija *Sceloporus grammicus* (Iguanidae: Phrynosomatinae) que ocurre en la zona centro-oriente de la ciudad de México. *Acta Zoológica Mexicana*, 22(2), 137-150.
- Zug, G. R., Vitt, L. J., & Caldwell, J. P. (1993). *Herpetology: An introductory biology of amphibians and reptiles*. Academic. Nueva York, E. U. A. 627 p.

CUADRO 1

Temperaturas corporales (°C) de hembras y machos de *R. p. pulcherrima* durante mayo, julio y agosto de 2015.

TABLE 1

Body temperatures (°C) of males and females of *R. p. pulcherrima* during May, July and August, 2015.

	Hembras	Machos	Promedio
Mayo	28.8 (26.1-30.8)	28.7 (25.8-31.9)	28.7
Tc $\bar{X}$ (mín-máx)			
Julio	28.0 (25.1-31.1)	27.7 (24.6-30.3)	27.8
Tc $\bar{X}$ (mín-máx)			
Agosto	29.1 (25.8- 32.1)	29.1 (25.0-32.4)	29.1
Tc $\bar{X}$ (mín-máx)			
		Total	28.56

CUADRO 2

Datos de temperatura ambiental ( $T_a$ ), temperatura del sustrato ( $T_s$ ) y temperatura del agua ( $T_{H_2O}$ ), durante mayo, julio y agosto.

TABLE 2

Ambient temperature ( $T_a$ ), substrate temperature ( $T_s$ ), and water temperature ( $T_{H_2O}$ ) data during May, July and August.

	Mayo	Julio	Agosto
$T_a \bar{X}$ (mín-máx)	29.6 (27.5- 33.4)	28.3 (24.4-30.1)	30.0 (23.5-32.8)
$T_s \bar{X}$ (mín-máx)	28.7 (26.1-32.2)	28.5 (24.9-31.1)	29.4 (25.8-32.6)
$T_{H_2O} \bar{X}$ (mín-máx)	29.0 (26.1-32.2)	27.71 (25.2-30.4)	28.9 (25.8-31.7)

CUADRO 3

Valores de correlación y valores de P, entre Tc vs.  $T_a$ ,  $T_s$  y  $T_{H_2O}$ , durante mayo, julio y agosto.

TABLE 3

Correlation values and P-values between Tc vs.  $T_a$ ,  $T_s$  y  $T_{H_2O}$  during May, July and August.

	Mayo	Julio	Agosto
Tc vs. $T_a$	$r = 0.55 P < 0.05$	$r = 0.82 P < 0.05$	$r = 0.77 P < 0.05$
Tc vs. $T_s$	$r = 0.76 P < 0.05$	$r = 0.89 P < 0.05$	$r = 0.67 P < 0.05$
Tc vs. $T_{H_2O}$	$r = 0.92 P < 0.00$	$r = 0.96 P < 0.05$	$r = 0.98 P < 0.05$

CUADRO 4

Parámetros de la regresión lineal simple obtenidos entre Tc vs. Ta, Tc vs. Ts y Tc vs. T<sub>H2O</sub>

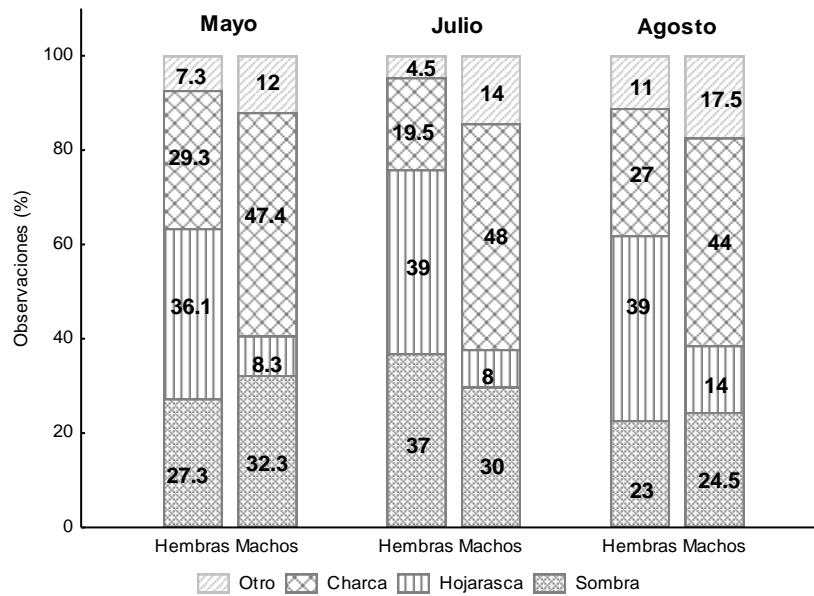
TABLE 4

Values for linear regression obtained between Tc vs. Ta, Tc vs. Ts and Tc vs. T<sub>H2O</sub>

		Tc vs. Ta	Tc vs. Ts	Tc vs. T <sub>H2O</sub>
Mayo	a	13.68	5.74	2.01
	b	0.55	0.76	0.91
	R <sup>2</sup>	0.30	0.58	0.58
Julio	a	1.77	0.3	0.2
	b	0.82	0.89	0.96
	R <sup>2</sup>	0.67	0.79	0.92
Agosto	a	10.97	2.97	0.09
	b	0.77	0.67	0.98
	R <sup>2</sup>	0.60	0.45	0.97

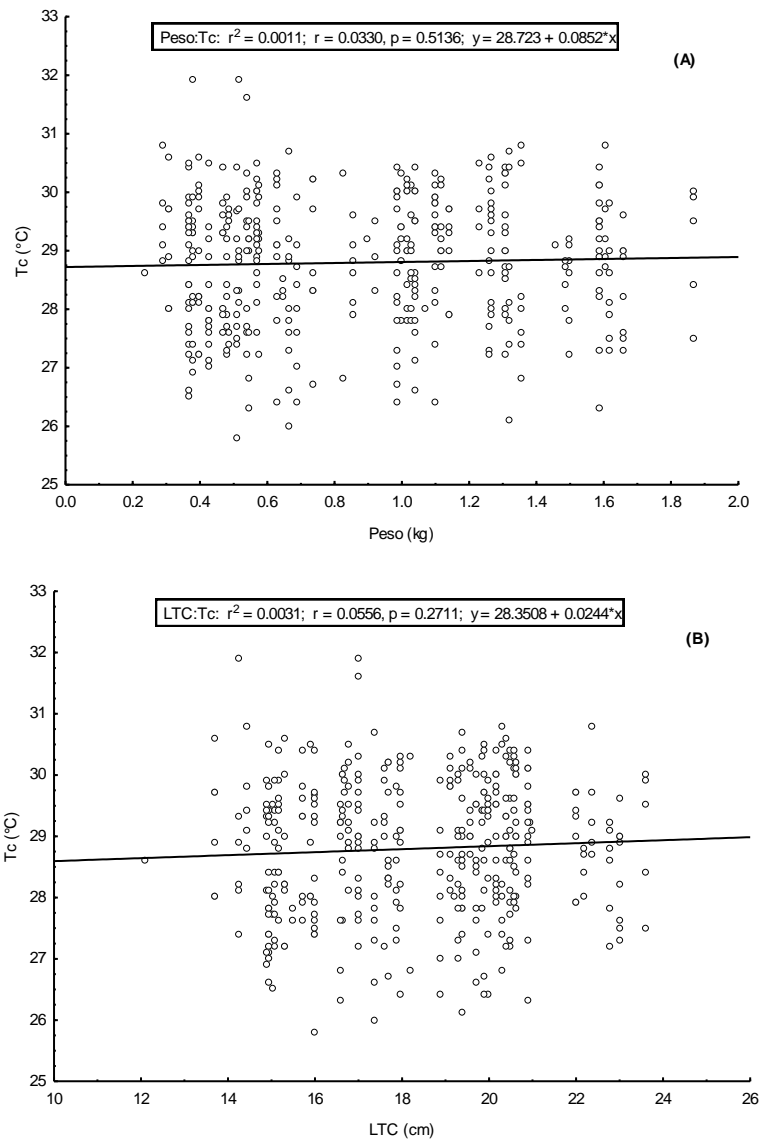
a = intercepción; b = pendiente; R<sup>2</sup> = determinación

a = intercept; b = slope; R<sup>2</sup> =determination



**Fig. 1.** Uso de microhábitats por machos y hembras de *R. p. pulcherrima* durante mayo, julio y agosto de 2015.

**Fig. 1.** Microhabitat use by males and females of *R. p. pulcherrima* during May, July and August, 2015.



**Fig. 2.** Análisis de correlación lineal entre la Tc con el peso (A) y longitud total del carapacho (B) de *R. p. pulcherrima*.

**Fig. 2.** Linear correlation analysis between Tc with weight (A) and total length of carapace (B) of *R. p. pulcherrima*.