



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

---

---

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

Ecología térmica del escíncido de cola azul *Plestiodon* sp  
(Scincidae), en los alrededores de San Juan del Valle, Puebla.

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
B I Ó L O G O  
PRESENTA  
URIEL ARMANDO NÚÑEZ TINTOR

DIRECTOR DE TESIS: Dr. MANUEL FERIA ORTIZ

CIUDAD DE MÉXICO , 7 DICIEMBRE DE 2021





Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA**  
**UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR**  
**CARRERA DE BIOLOGÍA**  
**FORMATO F-5**



**OFICIO DE FECHA DE EXAMEN**

**QFB GRACIELA ROJAS VÁZQUEZ**  
**Jefa de la Unidad de Administración Escolar**  
 Presente

Le comunico que al alumno: **NUÑEZ TINTOR URIEL ARMANDO** con número de cuenta **312064187** de la carrera **BIOLOGÍA** se le ha fijado el día **7 de Diciembre de 2021** a las **10:00 hrs.**, para presentar la réplica oral de su examen profesional, que tendrá lugar en esta facultad, ante el siguiente jurado:

CARGO	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE DR.	BUENO HERNANDEZ ANTONIO ALFREDO	
VOCAL DR.	FERIA ORTIZ MANUEL	
SECRETARIO DR.	SALGADO UGARTE ISAIAS HAZARMABETH	
SUPLENTE MTRA.	BRIPIESCA ESCUTIA GUADALUPE	
SUPLENTE MTRO.	GARCIA VAZQUEZ URI OMAR	

El título del trabajo escrito que se presenta es:

Ecología térmica del escíncido de cola azul *Plestiodon sp.* (Scincidae), en los alrededores de San Juan del Valle, Puebla.

En la modalidad de: **TESIS**

**ATENTAMENTE**  
**"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"**  
 CDMX, a 25 de Octubre de 2021

\_\_\_\_\_  
**DR. VICENTE JESÚS HERNÁNDEZ ABAD**  
 DIRECTOR DE LA FACULTAD DE ESTUDIOS  
 SUPERIORES ZARAGOZA

## Agradecimientos

Quiero agradecer a **la Universidad Nacional Autónoma de México** y a la **Facultad de Estudios Superiores Zaragoza**, por mi formación académica, el prestar los salones, los laboratorios, el material, en fin todo lo necesario para poder llegar a este punto.

Quiero agradecer al **Dr. Manuel Feria Ortiz**, por siempre apoyarme en la elaboración de este trabajo, ayudarnos siempre en las prácticas de campo, y su tiempo que dedicaba a aclarar mis dudas sobre el tema.

Quiero agradecer a mis sinodales **Dr. Antonio Alfredo Bueno Hernández, Dr. Isaías Hazarmabeth Salgado Ugarte, M. en C. Guadalupe Bribiesca Escutia** y al **Dr. Uri Omar García Vázquez** por su tiempo invertido en las correcciones y observaciones para que este trabajo esté terminado.

Quiero agradecer a mis padres **Elizabeth Tintor Ambrosio** y **Armando Núñez Pineda** por siempre haberme apoyado tanto emocionalmente, económicamente, para seguir adelante y continuar con mi formación académica.

Quiero agradecer a mis compañeros de laboratorio **Sergio (Perry), Abel, Alejandro (Alex), Víctor, Ariel, Vanessa, María** y **Yoloxochitl (Yolo)** por haber hecho la estadía en el laboratorio y en campo más divertida, de igual manera **Abel** y **Alex** muchísimas gracias por todos sus conocimientos que compartieron conmigo.

Quiero agradecer a mis primos **Alfredo Flores Tintor** y **Karla Alejandra Flores Tintor**, siempre me han dado palabras de aliento y también admiro lo que han conseguido.

Quiero agradecer a mis amigos de toda la vida **Beto, Froylán, Gabo, Diego, Adrián** el verlos triunfar me da muchísimos ánimos de seguir adelante y alcanzarlos.

## **Dedicatoria**

Quiero dedicar este trabajo a mis padres, sé que tarde muchísimo en titularme, pero quiero que sepan que me he esforzado y seguiré esforzándome. Siempre han sido un ejemplo de superación, de verdad me llenan de mucho orgullo.

Quiero dedicar este trabajo a mi hermano Víctor Hugo Núñez Tintor, quiero que sepas que no todos corren al mismo ritmo, pero lo importante es que no te desanimes y continúes luchando por lo que de verdad te hace feliz, sé que llegarás muy lejos, solo debes ya de enfocarte en lo que quieres.

Dedico también este trabajo a todo alumno/a o investigador/a que se encuentre con esta tesis, espero que mi investigación te ayude en tu trabajo que realices.

**“¡Hazlo! y si te da miedo, ¡hazlo con miedo! Siempre y cuando estés seguro de que eso es lo que anhelas”**

## ÍNDICE

Lista de Figuras y Cuadros .....	7
Lista de Figuras .....	7
Lista de Cuadros.....	8
Resumen.....	9
Introducción .....	10
Antecedentes .....	12
Especie bajo estudio .....	13
Justificación .....	15
Hipótesis .....	16
Objetivo .....	16
General.....	16
Particulares.....	16
Metodología.....	17
Zona de estudio .....	17
Trabajo de campo.....	19
Trabajo de laboratorio.....	20
Temperaturas seleccionadas.....	20
Temperaturas operativas .....	21
Protocolo de Hertz.....	23
Análisis de los datos .....	24
Ecología térmica.....	24
Resultados.....	26
Longitud Hocico-Cloaca (LHC) y Peso .....	26
Ecología térmica.....	27
Temperaturas de campo .....	27
Comportamiento termorregulador: Criterio de Huey & Slatkin .....	28
Intervalo de temperaturas seleccionadas.....	33
Comportamiento termorregulador: (Hertz <i>et al.</i> , 1993).....	36
Discusión .....	38
LHC y peso.....	38
Ecología térmica.....	39

Temperaturas de campo.....	39
Criterio de Huey & Slatkin.....	40
Intervalo de temperaturas seleccionadas.....	41
Protocolo de Hertz.....	43
Conclusiones.....	45
Referencias .....	46

## Lista de Figuras y Cuadros

### Lista de Figuras

Figura 1. Adulto de <i>Plestiodon</i> PT .....	12
Figura 2. Estado de Puebla sombreado de negro, en el recuadro se muestra el municipio de Chilchotla, el punto marca el área de estudio .....	14
Figura 3. Climograma del municipio de Chilchotla, Puebla .....	15
Figura 4. Fotografía del área de estudio .....	16
Figura 5. Medición de la temperatura corporal .....	16
Figura 6. Esquemmatización del gradiente térmico .....	18
Figura 7. Análisis de regresión lineal para la población de <i>Plestiodon</i> PT .....	26
Figura 8. Análisis de regresión lineal para la temporada seca en San Juan del Valle para <i>Plestiodon</i> PT .....	27
Figura 9. Análisis de regresión lineal para la temporada de lluvia en San Juan del Valle para <i>Plestiodon</i> PT .....	28
Figura 10. Gráfico en el que se muestran las temperaturas del modelo de cobre contra la temperatura del suelo .....	31
Figura 11. Gráfico en el que se muestran las frecuencias de las temperaturas operativas (arriba) y temperaturas corporales (abajo) .....	32

## Lista de Cuadros

Cuadro 1. Resúmenes estadísticos para las cuatro categorías, en donde se muestran los promedios de las temperaturas y longitud hocico-cloaca, el error estándar, los valores mínimos y máximos obtenidos .....	24
Cuadro 2. Resultados de los análisis de regresión lineal entre Temperatura corporal (Tc) vs Temperatura del sustrato (Ts) y Temperatura corporal vs Temperatura del aire (Ta) ( $r^2$ = coeficiente de determinación, $\beta$ = pendiente, $\alpha$ = ordenada al origen) y se muestran las varianzas de la Tc, Ts y Ta .....	29
Cuadro 3. Intervalo y promedio de temperatura seleccionada $\pm$ 1ES, para la población y para cada categoría de <i>P. PT</i> en San Juan del Valle .....	30
Cuadro 4. Índice de exactitud de exactitud en la termorregulación ( <i>db</i> ), índice de calidad térmica del ambiente ( <i>de</i> ) y eficiencia de la termorregulación ( <i>E</i> ) .....	33
Cuadro 5. Tamaño de la muestra para cada temporada, promedio de la temperatura corporal (Tc) y temperatura del sustrato (Ts) $\pm$ 1ES y los intervalos de variación debajo entre paréntesis .....	33
Cuadro 6. Se muestran los intervalos de temperaturas seleccionadas, y los respectivos valores para el índice de exactitud en la termorregulación ( <i>db</i> ), el índice de calidad térmica del ambiente ( <i>de</i> ), y la eficiencia de la termorregulación ( <i>E</i> ) .....	34
Cuadro 7. Dimorfismo sexual en la LHC de diferentes especies del género <i>Plestiodon</i> . (LHC= Longitud Hocico Cloaca, el guión (-) en las columnas son valores faltantes que no reportó el autor) .....	35
Cuadro 8. Temperaturas corporales promedio para diferentes especies del género <i>Plestiodon</i> que no se encuentran en el país, con sus respectivos tamaños de muestra (N) .....	37
Cuadro 9. Promedio e intervalo de temperaturas seleccionadas para algunas especies del género <i>Plestiodon</i> .....	39
Cuadro 10. Resumen estadístico para el índice de exactitud ( <i>db</i> ), calidad térmica del hábitat ( <i>de</i> ) y eficiencia de la termorregulación ( <i>E</i> ), para diferentes poblaciones del género <i>Plestiodon</i> .....	41

## Resumen

La temperatura es una de las variables fisiológicas que más influyen en el desempeño de ectotermos, ya que afecta directamente su adecuación biológica a través del efecto en funciones tales como la locomoción, habilidad de caza, depredación, crecimiento y metabolismo. Se estudiaron aspectos de ecología térmica del escíncido vivíparo *Plestiodon* sp en un bosque de pino-encino en el centro-este del estado de Puebla.

Se colectaron 70 organismos durante los meses de septiembre de 2017 a mayo de 2018. En campo se registró la temperatura corporal, la temperatura del sustrato y la del aire. En el laboratorio, se determinó el intervalo de temperaturas corporales de actividad y se utilizaron dos métodos para evaluar la eficiencia con la que regulan su temperatura corporal. Se obtuvo el intervalo de temperaturas seleccionadas y se estimaron los índices de exactitud en la termorregulación ( $d_b$ ), calidad térmica del ambiente ( $d_e$ ) y eficiencia térmica (E). El promedio en la LHC y el peso mostró que los machos suelen ser más grandes y pesados que las hembras.

En los cuatro grupos estudiados (machos, hembras, hembras grávidas y jóvenes), el índice de calidad térmica del ambiente fue mayor que el índice de exactitud en la termorregulación, el índice de exactitud varió de 4.30 a 6.07 °C. Esto indicó que los organismos son poco precisos al intentar alcanzar sus temperaturas corporales. De igual manera, los valores del índice de eficiencia termoreguladora (E = 0.49, 0.51, 0.32 y 0.56 para machos, hembras, hembras grávidas y los jóvenes, respectivamente) sugieren una eficiencia termoreguladora baja. Los resultados de este trabajo muestran que *Plestiodon* sp tiende al termoconformismo.

## Introducción

A una escala global, la temperatura es el principal factor que limita la distribución y los patrones de diversidad que caracterizan a los reptiles (Vitt & Caldwell, 2013). Se encuentran en una gran cantidad de hábitats, incluso en ambientes extremadamente variables como desiertos, cimas de montañas y grandes latitudes. En respuesta a estos tipos de ambientes, los reptiles han desarrollado numerosas adaptaciones morfo-fisiológicas, estrategias conductuales y dada la alta heterogeneidad térmica asociada a la variedad de climas de las regiones involucradas, han adoptado múltiples rutas de intercambio de calor (Díaz de la Vega-Pérez *et al.*, 2014).

Los reptiles son ectotérmicos, es decir son organismos que dependen de fuentes externas de calor para calentar sus cuerpos. Todos los organismos producen calor metabólico, el cual surge del metabolismo celular o mitocondrial, por lo que todos los reptiles también lo producen, pero a un nivel inferior al de las aves o mamíferos, y pocos tienen el aislamiento necesario para evitar la rápida pérdida del mismo (Vitt & Caldwell, 2013).

La mayoría de los reptiles obtienen el calor principalmente por radiación directa del sol y por esta razón se dice que son heliótermos. Otros obtienen el calor principalmente del sustrato y se les denomina tigmotermos. No obstante, es común que un reptil obtenga calor por ambas vías (Vitt & Caldwell, 2013).

Todas sus actividades vitales las llevan a cabo en temperaturas corporales relativamente altas, es por ello que, los reptiles requieren alcanzar y mantener una temperatura corporal o un intervalo de temperaturas, conocidas como “óptimas”, éstas son las temperaturas corporales que el organismo intenta alcanzar, ya que dentro de ese rango de temperaturas logra desempeñarse de una manera eficiente; Al alcanzar el intervalo de temperaturas óptimas, se optimizan procesos fisiológicos (*V. gr.*, digestión, desempeño locomotor y crecimiento) y de comportamiento (como habilidad de caza y escape de depredadores), incluyendo los propios mecanismos metabólicos se realizan mejor en temperaturas corporales relativamente elevadas (Villavicencio *et al.*, 2012).

La temperatura corporal y la termorregulación en reptiles puede variar considerablemente debido a factores extrínsecos e intrínsecos. Un factor extrínseco está asociado a las características ambientales y geográficas como el clima, estación del año (fría o cálida, seca o lluviosa), fotoperiodo (escotofase/durante la noche y fotofase/durante el día), tipo de hábitat (abierto o cerrado, homogéneo o heterogéneo), así como latitud y altitud. Por otro lado, aquellas condiciones propias de los organismos (factores intrínsecos) resultado de su historia natural, por ejemplo, la ontogenia o edad, sexo, tamaño corporal, alimentación, condición reproductora (gestación o preñez), hábitos (arborícola o terrestre, diurno o nocturno) o también de las estrategias de termorregulación (termorregulador activo o termoconformista, euritérico o estenotérico) (Díaz de la Vega-Pérez *et al.*, 2014).

La termorregulación es el proceso que permite a los organismos regular la temperatura corporal en un intervalo óptimo, modulando la pérdida y ganancia de calor (Gelambi, 2019). Como se señaló anteriormente, los reptiles son ectotermos y por lo tanto no producen suficiente calor para mantener sus cuerpos calientes y tienden a perder fácilmente calor corporal. Por esta razón, no solo tienen que adquirir calor del ambiente para calentar sus cuerpos, también tienen que regular la entrada y salida de calor con el fin de mantener una temperatura corporal con la que puedan realizar lo mejor posible sus actividades vitales. Es decir, tienen que “termorregular” o regular la temperatura de sus cuerpos con el fin de mantenerla dentro de intervalos adecuados. Esto lo realizan por medios conductuales, morfológicos y fisiológicos (Verdugo, 2014).

Entre los comportamientos termorreguladores utilizados por reptiles está el asolearse en sitios visibles, así como el desplazarse frecuentemente entre sitios térmicamente diferentes, por ejemplo, entre sitios soleados y sombreados. Estas actividades involucran tiempo y pueden ser riesgosas, ya que puede exponer a los organismos a depredadores o a competidores conespecíficos. Por esta razón, el cuidado y el tiempo que un organismo invierte en la termorregulación pueden variar con el ambiente en el que vive. En algunas áreas los ambientes ecológicos y térmicos pueden ser tales que les permita a los organismos regular cuidadosamente la temperatura de su cuerpo y mantenerla dentro de los intervalos estrechos que requieren para desempeñarse lo mejor posible en los hábitats que habitan. En otros casos el ambiente puede ser hostil, tanto desde un punto de vista ecológico como térmico y de este modo convertir la termorregulación en una actividad sumamente costosa.

De este modo, la eficiencia con la que un reptil regula su temperatura corporal varía desde los termorreguladores activos eficientes hasta los termoconformistas, los cuales prácticamente no regulan su temperatura corporal y permiten que sus cuerpos se acoplen a las temperaturas de sus ambientes (Huey & Slatkin, 1976).

La determinación de la eficiencia con la que un reptil regula su temperatura corporal requiere del conocimiento de varios aspectos de su vida. Por esta razón, dada la complejidad del problema, Hertz *et al.*, (1993) desarrollaron un método para estimar la eficiencia termorreguladora de un reptil, el cual aplica a organismos relativamente pequeños. El índice de exactitud en la termorregulación, mostrará si la lagartija logra mantener su temperatura corporal dentro de los intervalos de temperatura preferida, la segunda variable es el índice de calidad térmica del ambiente, el cual mostrará si la oferta térmica disponible en el hábitat es ideal para la lagartija o, al contrario, limita al organismo a alcanzar sus temperaturas seleccionadas.

## **Antecedentes**

La idea de que la temperatura es un factor clave en la ecología y fisiología de los reptiles fue abordada en la década de los 30's por Cowles & Bogert (1944), quienes plantearon las bases para la mayoría de los estudios sobre la termorregulación en lagartijas. Utilizando reptiles de ambientes desérticos como modelo de estudio, se demostró la importancia de la conducta y los mecanismos fisiológicos en el control de la temperatura corporal (Cowles & Bogert, 1944), así como los factores evolutivos (Bogert, 1949) y la variación de la temperatura corporal entre especies o en diferentes ecosistemas (Cunningham, 1966).

A pesar de que existen varios trabajos sobre termorregulación en lagartos en México, muchos de ellos se han enfocado en la familia Phrynosomatidae, pocos estudios hay para la familia Scincidae. En este trabajo se estudia la ecología térmica de una especie del género *Plestiodon*.

La familia Scincidae, de amplia distribución a nivel mundial, habita una gran variedad de ambientes, desde áreas tropicales, zonas semidesérticas, hasta ambientes templados. En México está representado por cuatro géneros: *Plestiodon*, *Marisora*, *Mesoscincus* y *Scincella* (Flores-Villela & García-Vázquez, 2014), posiblemente debido a sus hábitos secretivos, hay pocos trabajos que documentan la ecología térmica de escíncidos mexicanos (pero ver Chávez-López, 2012; Muñoz-Nolasco, 2015 y Ruíz-Barrios, 2015).

Algunos de los trabajos que se han realizado para el género *Plestiodon*. Chávez-López (2012) estudió la biología reproductiva de *Plestiodon brevirostris* en el centro-este de Puebla, donde describe que es vivípara, la vitelogénesis ocurre en los meses de junio a octubre, y su ovulación y fertilización es en noviembre. Posee un tamaño de camada promedio de 3.68, además, hay una relación positiva entre el tamaño de la camada y el de la hembra.

Muñoz-Nolasco (2015) realizó un trabajo sobre el esfuerzo reproductor y ecología térmica de dos especies vivíparas del género *Plestiodon* (*P. brevirostris* y *P. dugesii*). Encontró que los parámetros de termorregulación y tolerancia térmica de ambas especies fueron, en lo general, similares entre sí, y coincidieron con aquellos registrados para otras especies del género.

Ruíz-Barríos (2015), estudió una población de *Plestiodon lynxe* en Puebla, cerca de la zona de estudio de este trabajo. Él encontró que no hay diferencias entre las temperaturas corporales entre sus diferentes categorías, pero sí las hay entre la estación de secas y lluvias. Su análisis de eficiencia térmica mostró que las hembras preñadas realizan una eficiencia térmica mejor, esto se puede deber a la carga embrionaria, por último, tiene tendencia al termoconformismo.

### **Especie bajo estudio**

La situación taxonómica de la especie bajo estudio ha cambiado drásticamente en las últimas dos décadas. Previamente se consideraba que la población pertenecía a una de las cinco subespecies que integraban a la especie politípica (*sensu* Dixon, 1969) *Eumeces brevirostris* (Dixon, 1969). La subespecie involucrada era *Eumeces brevirostris brevirostris*. En la primera década del siglo XXI, varios trabajos sistemáticos, morfológicos (Griffith *et al.*, 2000) y moleculares (Schmitz *et al.*, 2004; Brandley *et al.*, 2005), demostraron la parafilia de *Eumeces* y lo dividieron en cuatro géneros distintos. De este modo, la subespecie *E. b. brevirostris* quedó incluida dentro del género *Plestiodon* (Brandley *et al.*, 2005; Smith, 2005).

Seis años más tarde, Feria-Ortiz *et al.*, (2011) revisaron la taxonomía de la especie *Plestiodon brevirostris* (que en ese entonces estaba integrada por *P. b. brevirostris* y otras cuatro subespecies) y demostraron que representaba al menos cinco especies distintas, una de las cuales fue *P. b. brevirostris*. En consecuencia, la subespecie fue elevada a nivel de especie y retuvo el nombre de *P. brevirostris* (Brandley *et al.*, 2012). Más recientemente, Pavón-Vázquez *et al.*, (2018), a través de un estudio integrativo, demostraron que la especie *P. brevirostris* presenta un complejo específico integrado por cuatro especies distintas.

Sin embargo, no describieron y nombraron formalmente a las especies. Por ende, la población de escíncidos bajo estudio actualmente se encuentra asignada a una especie recién descubierta y sin un nombre específico formal. En este estudio nos referiremos a la especie como *Plestiodon* PT (Puebla-Tlaxcala) siguiendo a Pavón-Vázquez *et al.*, (2018).

*Plestiodon* PT es una lagartija vivípara, que alcanza una longitud hocico-cloaca de 69 mm. La cabeza es ligeramente alargada y triangular. Presenta una banda café claro dorsolateralmente que se origina desde la punta del rostro hasta la altura de las patas anteriores (Fig. 1). Cuando son jóvenes presentan una coloración azul metálico intensa en la cola, cuando alcanzan tallas adultas, ésta se vuelve de color café grisáceo. Poseen un cuerpo alargado con extremidades cortas. El vientre es verde grisáceo. Poseen escamas dorsales lisas e imbricadas. Habita entre la hierba o entre la hojarasca que se acumula en el suelo y comúnmente se refugia bajo rocas, troncos o corteza de los mismos (Chávez-López, 2012).

*Plestiodon* PT es endémica a México y se distribuye en la parte oriental de la Faja Volcánica Transmexicana, en el Estado de México, Tlaxcala, Puebla y Veracruz (Pavón-Vázquez *et al.*, 2018).



Figura 1. Adulto de *Plestiodon* PT.

## Justificación

En la actualidad, se considera que la termorregulación es un factor que puede explicar algunas características de historias de vida como son la madurez sexual, tasas de crecimiento de las crías y supervivencia, entre otras (Woolrich-Piña *et al.*, 2006) de igual manera los datos obtenidos pueden ser utilizados en otras áreas del conocimiento, como lo puede ser el calentamiento global. El género *Plestiodon* se encuentra en gran parte del país, con aproximadamente 24 especies (Pavón-Vázquez *et al.*, 2018), entre las cuales algunas son endémicas y se encuentran sujetas a protección especial (Pr) NOM-059-SEMARNAT 2010, aunque la IUCN indica que se encuentran en menor preocupación (LC). Es por ello que se deben de realizar más investigaciones, para conocer aspectos biológicos, filogenéticos, taxonómicos, de divulgación científica, entre otros. Además, estas lagartijas están en constante amenaza por la actividad antropogénica, ya que las matan por falsas creencias de ser venenosos, por lo que deben de realizarse más trabajos, no solo de termorregulación, sino de otras áreas para incrementar el conocimiento sobre estos lagartos.

## Hipótesis

La población de *Plestiodon* bajo estudio habita en una zona de clima semifrío subhúmedo, la cual presenta un tipo de vegetación dominante: bosque de pino-encino. *Plestiodon* PT presenta un comportamiento secretivo, es decir que realiza su actividad entre hojarasca u otros escombros que haya en el suelo, por lo tanto, se espera que sea termoconformista y mantenga una temperatura igual o similar a la de su microhábitat.

## Objetivo

### General

- ❖ Contribuir al conocimiento de la ecología térmica de una población de *Plestiodon* PT en los alrededores de San Juan del Valle, Puebla.

### Particulares

1. Determinar parámetros térmicos básicos ( $T_c$ ,  $T_s$ ) de la población de escíncidos de cola azul (*Plestiodon* PT) de San Juan del Valle
2. Caracterizar el intervalo de temperaturas preferidas de *Plestiodon*. PT a través del uso de gradientes térmicos en el laboratorio
3. Estimar la precisión, exactitud y eficiencia con la que *Plestiodon*. PT regula su temperatura corporal.
4. Determinar si existen diferencias estacionales con la que *Plestiodon*. PT regula su temperatura corporal.

## Metodología

### Zona de estudio

El estudio se llevó a cabo en las cercanías del poblado de San Juan del Valle, dentro del municipio de Chilchotla, en la porción centro-este del estado de Puebla (Fig. 2). La altitud es 2348 metros sobre el nivel del mar. Se trabajó en la zona suroeste del poblado, en la parte centro-este del estado de Puebla, cuyas coordenadas son:  $97^{\circ}11'53.8''$  W;  $19^{\circ}15'22.5''$  N (precisión  $\pm 11$  m).

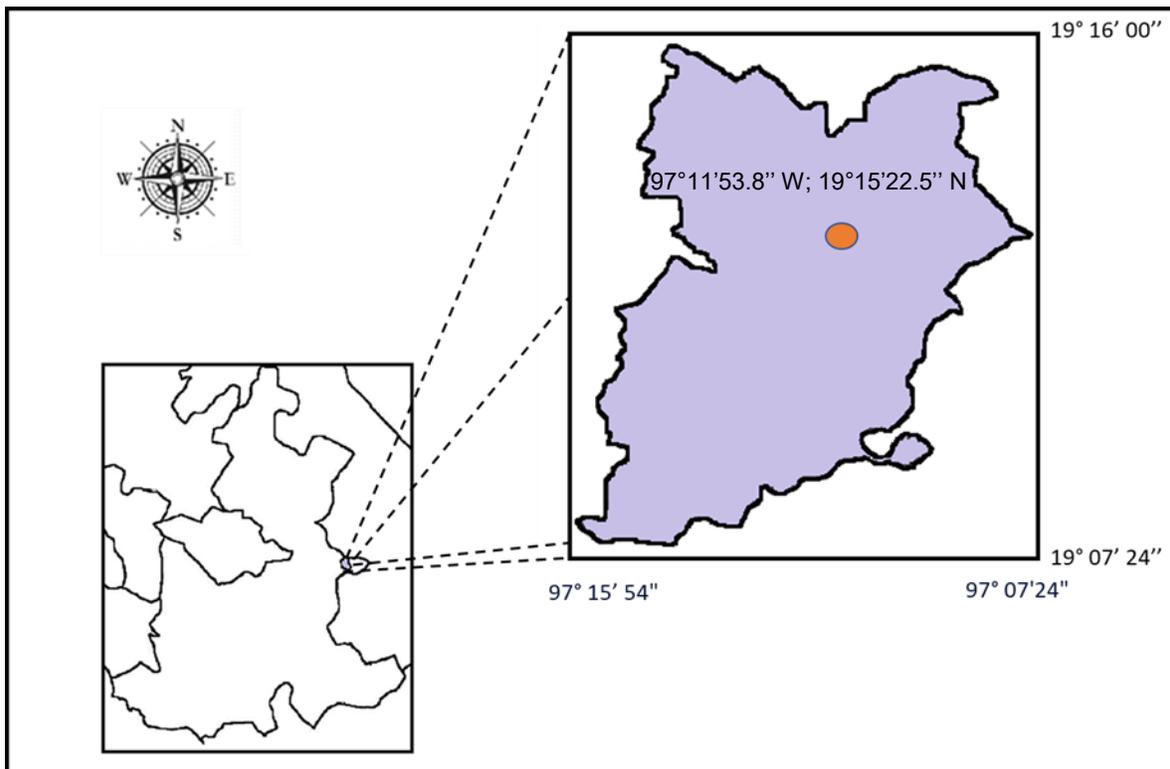
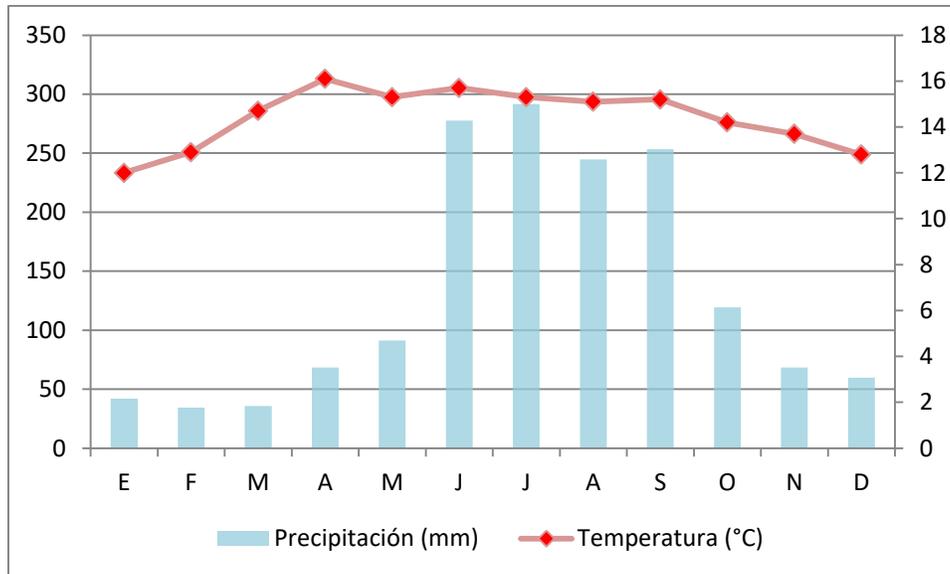


Figura 2. Estado de Puebla sombreado de negro, en el recuadro se muestra el municipio de Chilchotla, el punto marca el área de estudio.

El tipo de clima es Cbm(f)igw", es decir, semifrío subhúmedo con lluvias en verano, la temperatura media mensual fue  $13.2^{\circ}\text{C}$  y  $16.8^{\circ}\text{C}$ , temperatura del mes más frío fue entre  $12.2^{\circ}\text{C}$  y  $13.5^{\circ}\text{C}$ , con precipitación anual de  $1464.6$  mm y precipitación en el mes más seco de  $32.4$  mm (Fig. 3). La precipitación ocurre de junio a septiembre (Chávez-López, 2012).



**Figura 3. Climograma del municipio de Chilchotla, Puebla. Los meses de mayor precipitación son de junio a septiembre. Mientras que los meses más cálidos son abril, mayo y junio. (Obtenido de CONAGUA, el 23/05/2019)**

La vegetación en los alrededores del área de estudio corresponde a bosque de pino-encino (Fig. 4); entre las especies vegetales de mayor dominancia se encontraron *Pinus sp.* (Pino), *Pinus montezumae* (Ocote), *Quercus sp.* (Encino), roble (*Pinus hartwegii*) y oyamel (*Abies religiosa*) (INEGI, 2009).



**Figura 4. Fotografía del área de estudio, se buscó a los organismos del lado del río donde la actividad antropogénica era menor.**

## Trabajo de campo

De septiembre de 2017 a mayo de 2018, se realizaron seis viajes a la zona de estudio con el fin de coleccionar ejemplares y registrar los datos correspondientes. Cada viaje tuvo una duración de tres a cuatro días, el esfuerzo de muestreo fue de 11:00 a 18:00 horas con siete personas. Los organismos se buscaron en todos los lugares que potencialmente pudieran albergarlos, entre la hojarasca, debajo de rocas, troncos y otros objetos sobre el suelo, debajo de cortezas de troncos caídos, entre otros.

Cada que se capturó un ejemplar, se tomaron sus temperaturas corporales vía cloacal con un termómetro digital Fluke 53/54 II B equipado con un termopar de entrada tipo "k". Se introdujo el termopar tipo k ligeramente en la cloaca, esto para no lastimar a la lagartija (Fig. 5). Se tomó la temperatura a la sombra o tomando la temperatura cubriendo el termopar del sol, esto con el propósito de obtener una temperatura más precisa. Se registró la temperatura únicamente si el tiempo transcurrido entre la captura del animal y la toma correspondiente fue menor a un minuto, ya que pasado el minuto, la temperatura del animal cambiaría debido a que ha estado activo huyendo o incluso el mismo calor de la mano pudo haber cambiado la temperatura corporal de la lagartija.



Figura 5. Medición de la temperatura corporal (Vía cloacal).

Se registraron las temperaturas del sustrato y del aire con el mismo termómetro. Para ello, se registró la temperatura del sitio donde se encontraba el organismo y para la lectura de la temperatura del aire, se tomó a 5 cm del sitio donde se halló la lagartija. Todos los organismos se encontraron debajo de rocas y por lo tanto la temperatura registrada fue la temperatura del sitio particular donde se observó al animal.

De igual manera se tomaron los datos donde fueron hallados tales como, la hora y si el día estaba despejado o nublado. Se tomó una muestra pequeña para registrar las temperaturas preferidas en el laboratorio, y posterior al registro fueron regresados al área de estudio.

## **Trabajo de laboratorio**

### **Temperaturas seleccionadas**

Son aquellas temperaturas que son “elegidas” por el animal cuando es colocado en un gradiente térmico. Cabe mencionar que para obtener estos valores de temperatura, es necesario eliminar factores como búsqueda de alimento, depredación, con el objetivo de que el lagarto se dedique solo a obtener calor. Para ello, cada organismo fue colocado en un gradiente térmico (100\*40\*40 cm), el cual tuvo como sustrato tierra (Fig. 6).

Para construir el gradiente se utilizó un terrario de vidrio de 100 x 40 x 40 cm. En un extremo se colocaron dos focos de 100 watts, los cuales estaban suspendidos a 30 centímetros del fondo del terrario, mientras que, para generar el ambiente frío, se usó una charola de plástico con hielo. Ésta se colocó debajo del terrario. Estudios previos han demostrado que esta modalidad genera un gradiente térmico de 20 a 42 °C. El terrario fue dividido en dos secciones, con el objetivo de colocar dos lagartijas dentro del mismo (uno en cada sección). Antes de registrar las temperaturas, los organismos permanecieron en el terrario durante al menos dos horas. Después de este tiempo, se registró cada media hora la temperatura de las lagartijas durante un período de cuatro horas.

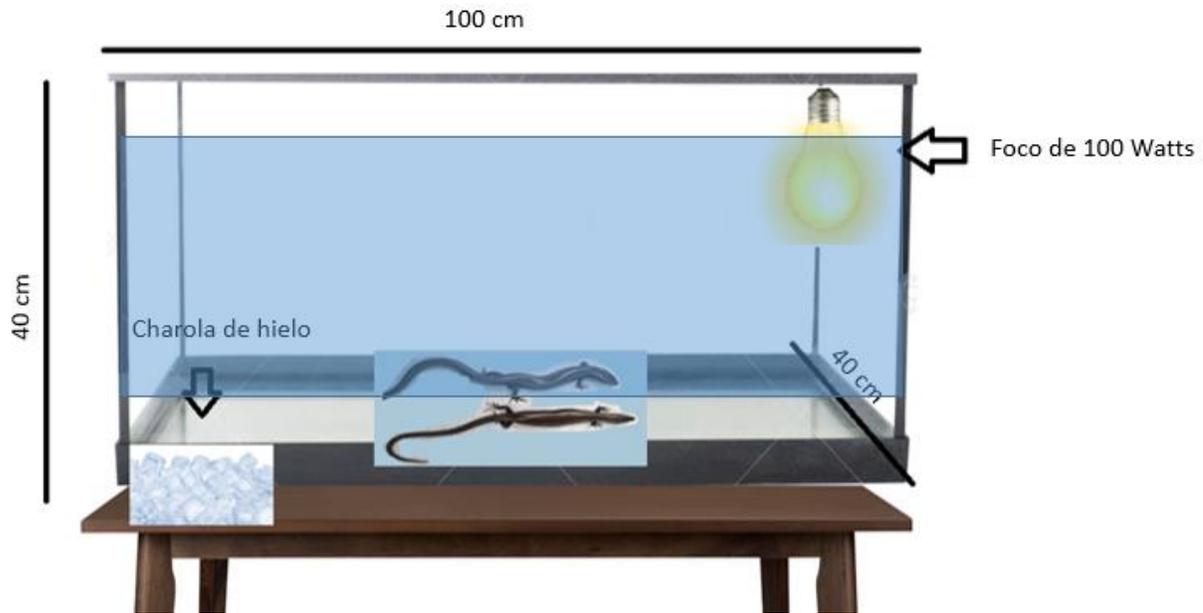


Figura 6. Esquematación del gradiente térmico.

### Temperaturas operativas

Se estimaron las temperaturas operativas de los sitios ocupados por las lagartijas, en este caso, se utilizaron modelos físicos de cobre los cuales fueron elaborados con tubos de cobre. Cada modelo poseía un ancho y largo similar al de la lagartija, fueron sellados por los extremos dejando únicamente una apertura para la entrada del termopar, para poder registrar la temperatura, estos fueron colocados en sitios donde potencialmente se encontraron a las lagartijas, en este caso, debajo de rocas, de igual manera se estimaron las temperaturas operativas en sitios fuera de la roca, se registraron las temperaturas de sitios externos alrededor de las rocas en donde se hallaron lagartijas, éstas fueron tomadas de igual forma con la ayuda de un modelo de cobre.

Se espera que si un reptil permanece por un tiempo en un sitio particular, su temperatura corporal represente el equilibrio de las entradas y salidas de calor corporal. Por ejemplo, si una lagartija se encuentra en un sitio expuesto, puede ganar calor por radiación solar y convección si el aire está más caliente que su cuerpo, y puede perder calor por conducción si su sustrato es relativamente frío. Después de un tiempo, el calor corporal y por lo tanto la temperatura corporal del organismo, se mantendría constante y representaría el equilibrio resultante del flujo térmico existente en el sitio involucrado.

La temperatura operativa puede considerarse como la temperatura de equilibrio que alcanzaría el animal si permaneciera en el sitio involucrado y se considera como la oferta térmica del ambiente.

Todos los escíncidos examinados se encontraron en sitios o espacios reducidos localizados debajo de rocas o troncos caídos y asentados sobre el suelo. Prácticamente no hay corrientes de aire en estos sitios y por lo tanto la temperatura corporal de una lagartija debe depender principalmente de la temperatura del suelo debajo de la roca y de la que tenga la parte de la misma que este en contacto con el organismo, así como de las propiedades térmicas del animal. Se espera que la temperatura del suelo y de la superficie de la roca que está en contacto con el mismo sean iguales. Asimismo, se espera que todos los organismos conespecíficos tuvieran propiedades térmicas similares. Con base en estas consideraciones se registró la temperatura del sitio (suelo) donde se encontraba la lagartija y posteriormente se estimaron las temperaturas operativas de los sitios involucrados de la siguiente manera.

1. Se colocó un modelo de cobre debajo de una roca y, mediante un termómetro Fluke 54 II B con dos termopares, se registró simultáneamente la temperatura del mismo y la del suelo ubicado al lado de dicho modelo. Se procuró que la roca que cubría al modelo quedara en una posición similar a la que tenía previamente, cuando cubría a la lagartija. Se programó el termómetro para que registrara ambas temperaturas (la del modelo y la el suelo) cada 15 minutos. Se tomaron las temperaturas durante seis horas (en dos días diferentes).

2. Se calculó el coeficiente de correlación de Pearson ( $r$ ) para evaluar el grado de asociación entre las temperaturas del modelo (temperaturas operativas ( $T_o$ ) y las del suelo. Ya que la relación fue significativa ( $p < 0.01$ ) y  $r > 0.9$  se realizó un análisis de regresión por mínimos cuadrados para obtener un modelo que nos permitiera estimar la  $T_o$  en función de la temperatura suelo. El modelo fue:

$$T_o = C + XT_s$$

Donde  $T_o$  = temperatura operativa,  $C$  es un constante (la ordenada al origen),  $X$  es la pendiente de la recta involucrada y  $T_s$  es la temperatura del sustrato.

3. Se utilizó este modelo para estimar la  $T_o$  de cada sitio donde se observó una lagartija.

No se observó ningún organismo en algún sitio abierto. Sin embargo, dado que las temperaturas corporales de las lagartijas por lo común fueron más altas que la temperatura del suelo en los sitios cubiertos por roca, así como en los sitios abiertos adyacentes a la misma, se asumió que los organismos obtenían calor por asoleamiento. Por esta razón, también se midió la temperatura operativa de sitios expuestos al sol (en este caso usando modelos de cobre).

### **Protocolo de Hertz**

Para evaluar la eficiencia termorreguladora, se utilizó el protocolo de Hertz *et al.*, (1993). Para ello, primero se calcularon los índices de exactitud termorreguladora ( $db$ ) y de calidad térmica del ambiente ( $de$ ) y después, con base en los mismos, se estimó el índice de eficiencia termorreguladora ( $E$ ). El cálculo de estos índices requiere del uso del intervalo de temperaturas seleccionadas.

Para obtener el intervalo de temperaturas seleccionadas, se realizó lo siguiente: i) Para cada lagartija se obtuvieron 8 datos de temperatura seleccionada, esos datos se ordenaron de menor a mayor y se eliminaron el 25% de los valores más altos y más bajos de todas las temperaturas seleccionadas por cada individuo, de este modo para cada lagartija se consideraron únicamente cuatro registros de temperatura seleccionada. ii) se utilizaron los valores mínimo y máximo de los cuatro registros de temperaturas seleccionadas para para estimar el intervalo de temperaturas seleccionadas. El valor mínimo del intervalo fue el promedio ( $\pm$  ES) de los valores mínimos. El valor máximo del intervalo se calculó de manera similar.

Una vez obtenido el intervalo, se calcularon los índices “ $db$  y  $de$ ”. Para estimar el primero, se comparó el intervalo de temperaturas seleccionadas con cada una de las temperaturas corporales obtenidas en campo; si las temperaturas estaban dentro del intervalo se le asignó un valor de cero, sin embargo, si estaban por debajo, se realizó una diferencia entre el valor inferior del intervalo y el corporal, y el resultado se dio en valores absolutos, de manera similar para los valores que se encuentren por encima del intervalo, se realizó la resta entre el valor superior del intervalo contra el valor de temperatura corporal.

Para el cálculo de “ $de$ ”, se utilizó el mismo intervalo de temperaturas preferidas, solo que éste se comparó con las temperaturas operativas, y se realizó el mismo procedimiento que para el  $db$ .

El cálculo de la eficiencia de la termorregulación ( $E$ ) se obtuvo de la división entre el  $db/de - 1$ . Valores cercanos a cero, indicaron una tendencia al termoconformismo, mientras que valores cercanos a uno, tendieron más a la termorregulación activa.

## **Análisis de los datos**

Se consideraron cuatro grupos, hembras y machos adultos, hembras preñadas y jóvenes. Chávez-López (2012) estimó que los machos y hembras alcanzan la madurez sexual cuando su LHC es 59.16 mm y 59.03 mm, respectivamente. Por lo tanto, en este trabajo se consideraron como adultos aquellos organismos cuya longitud hocico cloaca fueron mayores que estos valores.

También considerar que: antes de realizar las pruebas estadísticas se verificó si los datos cumplían los supuestos de normalidad y homocedasticidad que requieren las pruebas paramétricas. Para este fin se utilizaron las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y de Levine, respectivamente. En el caso de que los datos no cumplieran algunos de los supuestos, se realizaron pruebas no paramétricas.

Para cada grupo se calculó el promedio y error estándar del peso corporal y la LHC. Para ver el comportamiento de los datos, se realizaron pruebas de normalidad, en este caso de Kolmogorov-Smirnov, para comparar la LHC y el peso se realizaron pruebas de t para comparar las medias, algunos grupos no cumplieron el supuesto de normalidad por lo que se evaluaron con pruebas no paramétricas, estas fueron U de Mann-Whitney. Para estas pruebas se consideró un nivel de significancia de 0.05. Los datos y pruebas estadísticas fueron tratados con la ayuda de software: STATGRAPHICS Centurion XVI (StatPoint Technologies, Inc., 1982-2010) y Statistica v8 (Stata Soft, Inc., 1984-2007), 2004.

## **Ecología térmica**

Se compararon los datos de temperatura de cuatro grupos intra-poblacionales: machos, hembras, hembras grávidas y jóvenes. Para cada grupo se obtuvieron los promedios  $\pm 1ES$  e intervalos de variación. Las hembras preñadas no cumplieron los supuestos de normalidad Kolmogorov-Smirnov ( $KS= 0.145$ ;  $p= 0.000$ ), se realizaron pruebas de Kruskal-Wallis para evaluar las diferencias estadísticas entre  $T_c$ ,  $T_s$  y  $T_a$  de las cuatro categorías posteriormente, se realizaron pruebas *post-hoc* de Tukey, con la finalidad de hallar cuales fueron grupos son los que difirieron entre sí.

Se utilizó el criterio propuesto por Huey & Slatkin (1976) para evaluar el comportamiento termorregulador de *Plestiodon* PT. Se analizó la relación que existe entre la temperatura corporal con las temperaturas ambientales (temperatura del sustrato “Ts” y temperatura del aire “Ta”), para ello se utilizaron análisis de regresión lineal por mínimos cuadrados. Fueron consideradas termorreguladores si la pendiente de la recta era cercana o igual a cero.

Algunas pendientes fueron mayores a uno, por lo que se realizaron pruebas de hipótesis para la pendiente, esto para averiguar si en realidad eran mayores o iguales a uno.

También se realizaron pruebas de t para comparar ambas temporadas del año (seca y lluvia), mientras que para comparar a los cuatro grupos entre temporadas, se realizaron pruebas de Kruskal-Wallis, ya que no cumplían con la normalidad utilizando la prueba de Kolmogorov-Smirnov.

Por otro lado, pendientes de las rectas cercanas o iguales a uno, nos indicaron que la temperatura del microambiente (Ts y Ta) influye de gran manera en la temperatura corporal de la lagartija. Para evaluar la eficiencia de la termorregulación se utilizó el método propuesto por (Hertz *et al.*, 1993).

## Resultados

### Longitud Hocico-Cloaca (LHC) y Peso

Se obtuvieron datos de un total de 70 organismos, 22 machos, 16 hembras, 9 hembras grávidas y 23 jóvenes. Los promedios  $\pm$  1ES e intervalos de variación (entre paréntesis) de la LHC y el peso para la población de escíncidos bajo estudio fueron de:  $60.49 \pm 1.30$  mm (38.23-73.70) y  $3.34 \pm 0.13$  g (1.05-5.62) respectivamente.

Los machos adultos, presentaron un peso promedio de:  $4.24 \pm 0.16$  g (3.14-5.62), por otro lado, las hembras adultas tuvieron un peso promedio de:  $3.32 \pm 0.06$  g (2.82-3.96). La diferencia en el peso fue estadísticamente significativa, ( $W= 60.5$ ;  $gl= 36$ ;  $p= 0.000$ ).

Los machos adultos presentaron una LHC promedio de:  $66.36 \pm 0.73$  mm (61.24-73.70), mientras que las hembras adultas mostraron un promedio de:  $62.36 \pm 1.19$  mm (59.25-67.72). Al igual que con el peso, existieron diferencias significativas entre la LHC de machos y hembras adultos ( $t= 2.993$ ;  $gl= 36$ ;  $p= 0.004$ ), los machos para esta población de *Plestiodon* PT fueron más grandes y pesados que las hembras.

El peso promedio de las hembras gestantes fue de:  $4.16 \pm 0.19$  g (3.19-5.15), hay diferencias significativas entre hembras adultas gestantes y hembras adultas no gestantes ( $W'= 128.0$   $p= 0.001$ ). Por otro lado, el promedio de la LHC para las mismas fue:  $64.73 \pm 0.97$  mm (61.5-69.89). No hay diferencias significativas en cuanto al tamaño del cuerpo ( $t= -1.3437$ ;  $gl= 23$ ;  $p= 0.1921$ ), sin embargo, las hembras gestantes fueron más pesadas.

Los jóvenes tuvieron un peso promedio de:  $2.07 \pm 0.14$  g (1.05-2.94), y una LHC promedio:  $49.18 \pm 1.39$  mm (38.23-58.72).

## Ecología térmica

### Temperaturas de campo

La temperatura corporal promedio para la población bajo estudio fue de:  $27.09 \pm 0.57$  °C (16.8-36.3).

Cuadro 1. Resúmenes estadísticos para las cuatro categorías, en donde se muestran los promedios de las temperaturas y longitud hocico-cloaca, el error estándar, los valores mínimos y máximos obtenidos.

Grupos	N	Tc (°C)	Ts (°C)	Ta (°C)
<b>Machos</b>	22	$27.05 \pm 1.02$ (16.8 - 33.6)	$23.91 \pm 0.82$ (16.6 - 31.9)	$21.18 \pm 0.61$ (16.3 - 27.6)
<b>Hembras</b>	16	$27.11 \pm 1.29$ (18.9 - 34.4)	$23.23 \pm 1.08$ (15.1 - 30.3)	$21.2 \pm 0.96$ (14.5 - 27.9)
<b>Hembras grávidas</b>	9	$26.84 \pm 2.01$ (18.6 - 36.3)	$23.43 \pm 1.12$ (18.5 - 29.2)	$21.13 \pm 1.29$ (16.6 - 28)
<b>Jóvenes</b>	23	$27.20 \pm 0.87$ (20.1 - 34.9)	$22.52 \pm 0.87$ (16.6 - 32.4)	$20.06 \pm 0.56$ (16.3 - 25.5)

La temperatura corporal promedio para las hembras grávidas es ligeramente más baja que la de las hembras y machos adultos, por otro lado, los jóvenes son los que mostraron tener temperaturas ligeramente más elevadas (cuadro 1), sin embargo, estadísticamente, no se encontraron diferencias significativas entre los cuatro grupos ( $H' = 0.0516$ ;  $p = 0.999$ ).

La temperatura corporal fue más elevada que las temperaturas micro ambientales ( $T_s$  y  $T_a$ ; cuadro 1), además mostraron diferencias significativas ( $F = 42.88$ ;  $gl = 209$ ;  $p = 0.000$ ), una prueba post hoc de Bonferroni mostró que existen diferencias entre la temperatura corporal y la del sustrato ( $p = 0.000$ ) y las del aire ( $p = 0.001$ ) respectivamente.

La temperatura corporal promedio para la temporada seca ( $n = 53$ ) fue mayor que la temporada de lluvia ( $n = 17$ ), además existe una diferencia significativa entre ambos periodos ( $t = 8.70$ ;  $gl = 68$ ;  $p = 0.000$ ). No se encontraron diferencias significativas entre grupos durante la época seca ( $H' = 0.23$ ;  $p = 0.97$ ), mientras que, en la temporada de lluvia, si se encontró diferencia significativa entre los grupos ( $H' = 7.93$ ;  $p = 0.047$ ).

## Comportamiento termorregulador: Criterio de Huey & Slatkin

Los análisis de regresión lineal para ambas pruebas (Tc vs Ts y Tc vs Ta) mostró que las pendientes para los machos y hembras adultos con respecto a la Tc vs variables ambientales (Ts y Ta) son mayores a uno. Los jóvenes tuvieron una pendiente menor a uno  $\beta = 0.7428$  en Tc vs Ts (Cuadro 2). Con el propósito de ver si las pendientes eran mayores a uno, se realizaron pruebas de hipótesis para la pendiente:

$$H_0: \beta \geq 1$$

$$H_1: \beta < 1$$

Todos los valores de t calculada estuvieron fuera de los valores críticos de t, por lo que se concluye que la pendiente de la recta de regresión es menor a uno, por lo que la hipótesis nula se rechaza, aceptando la hipótesis alterna a un nivel de significancia del 0.05 para la prueba de diferencia entre los coeficientes de regresión de dos poblaciones.

De acuerdo al criterio de Huey & Slatkin (1976), los valores obtenidos sugieren que los machos, hembras y jóvenes mantienen temperaturas similares a las de su microambiente (Fig. 7), donde ambas pendientes son iguales o cercanas a uno.

Ambas pendientes (Tc vs Ts y Tc vs Ta) para la temporada seca fueron mayores en comparación a las de la temporada de lluvia, en la temporada seca las pendientes fueron cercanas a uno, mientras que, en la Tc vs Ta para la temporada de lluvia la pendiente fue cercana a cero (Fig. 8 y 9).

Las varianzas de los grupos bajo estudio mostraron valores desde 17.79 °C<sup>2</sup> en los jóvenes hasta 36.58 °C<sup>2</sup> en las hembras gestantes (Cuadro 2). La varianza de la temperatura corporal, para las cuatro categorías, es mayor que la de las varianzas ambientales (Ts y Ta).

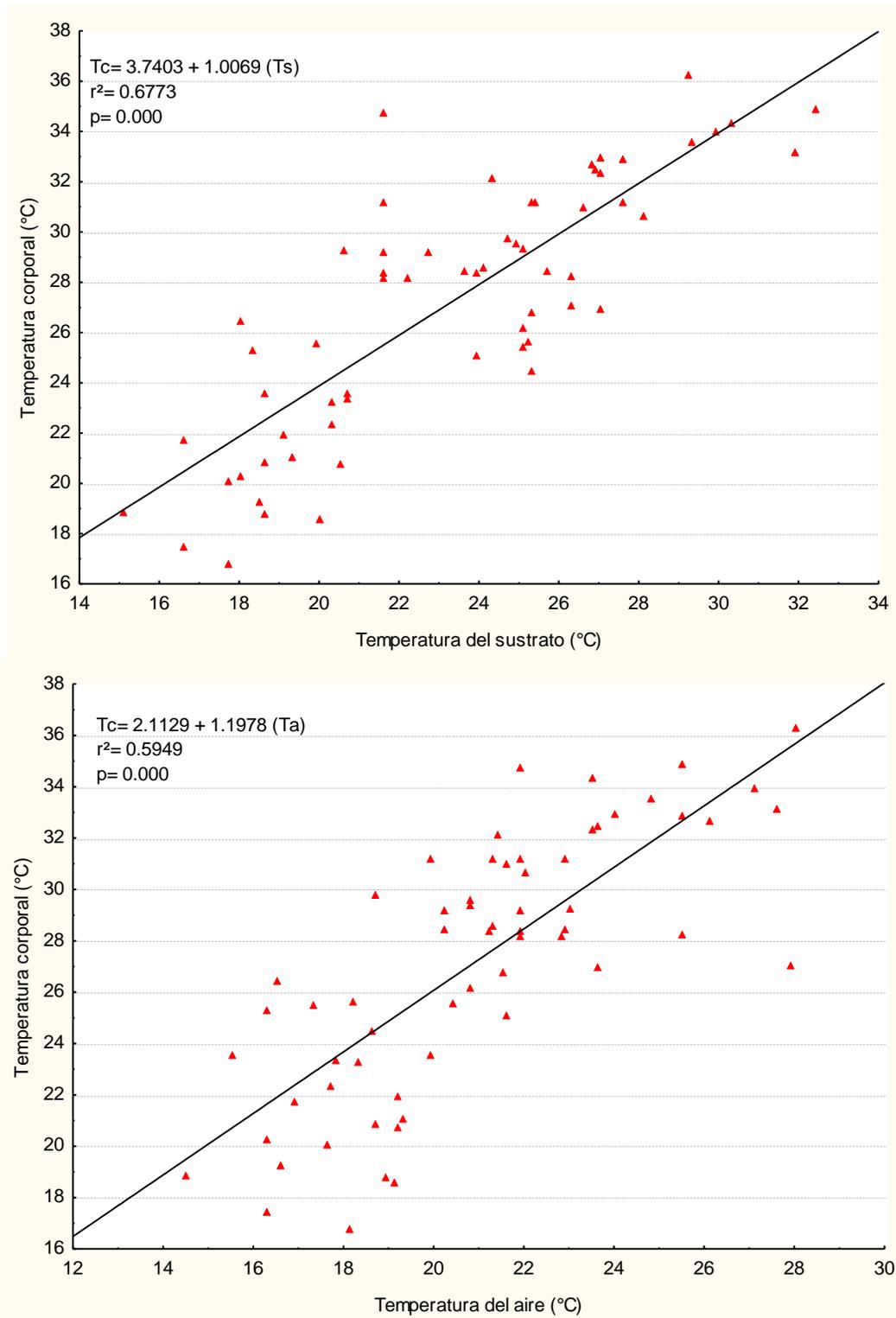
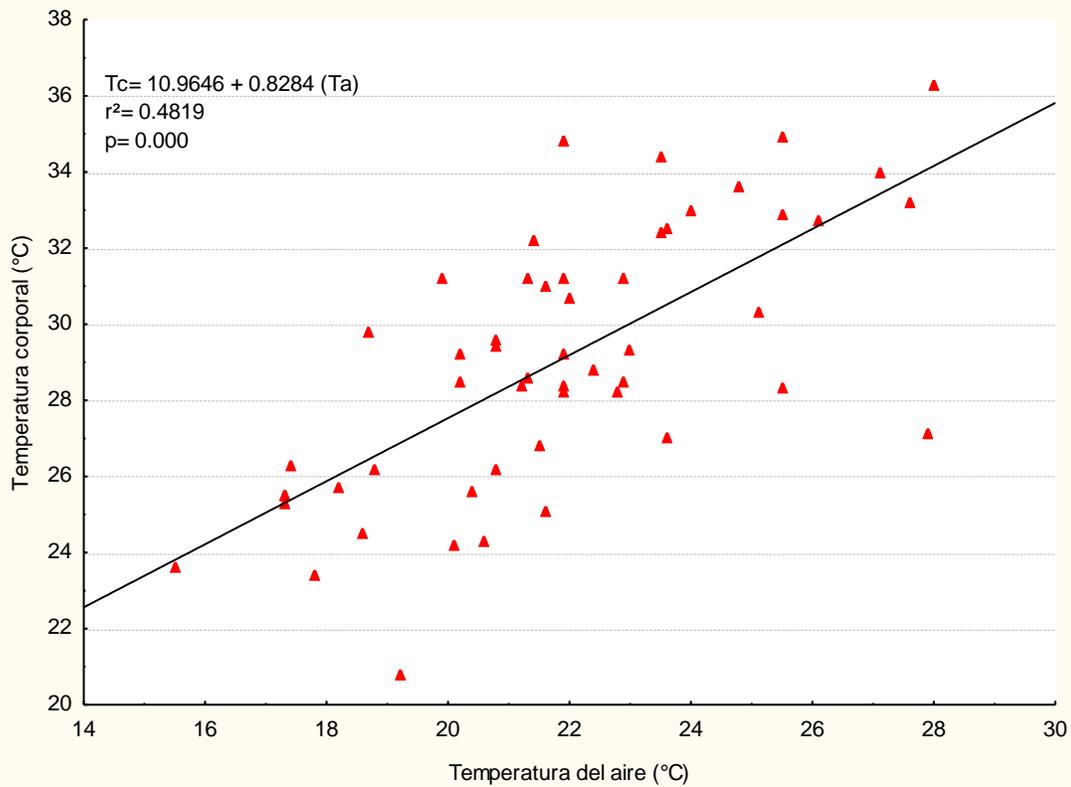
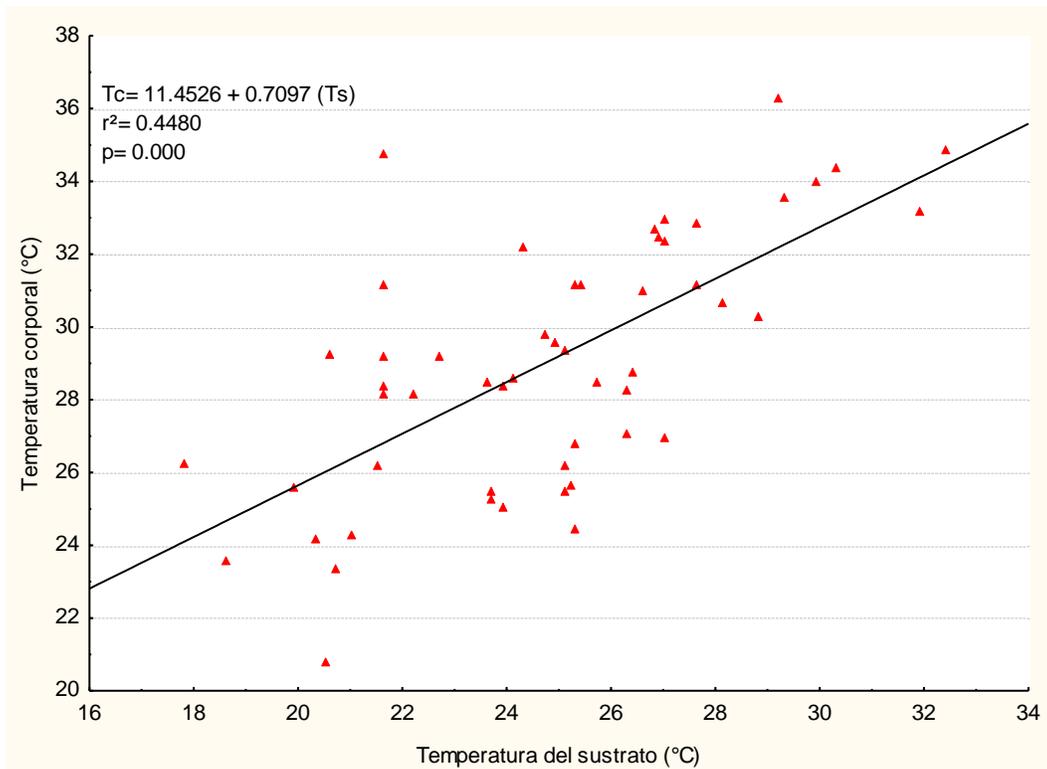
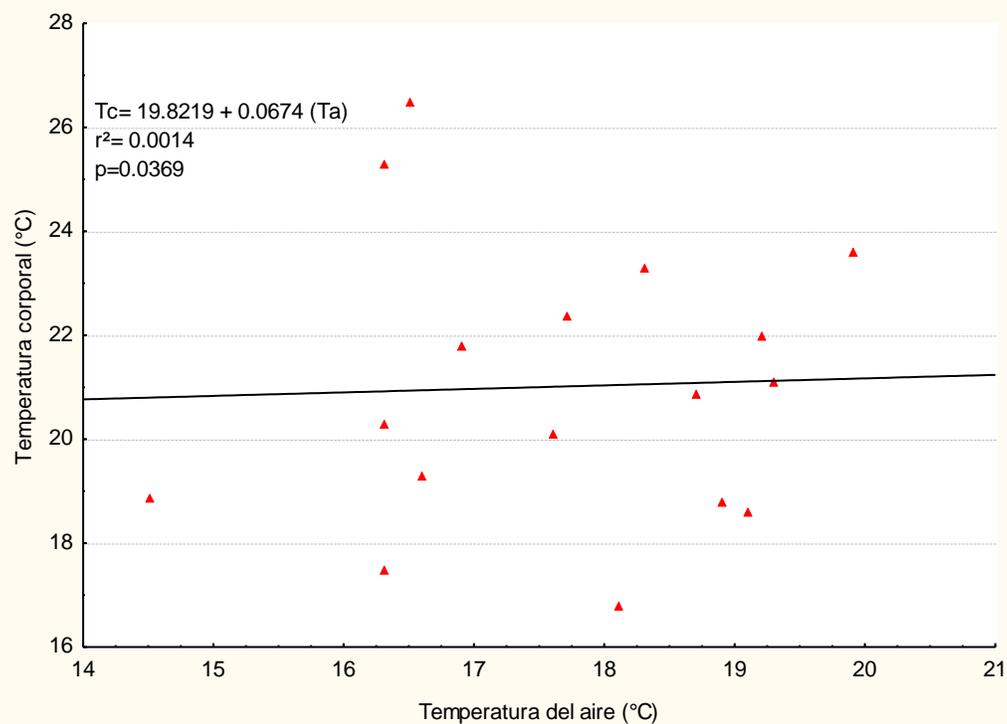
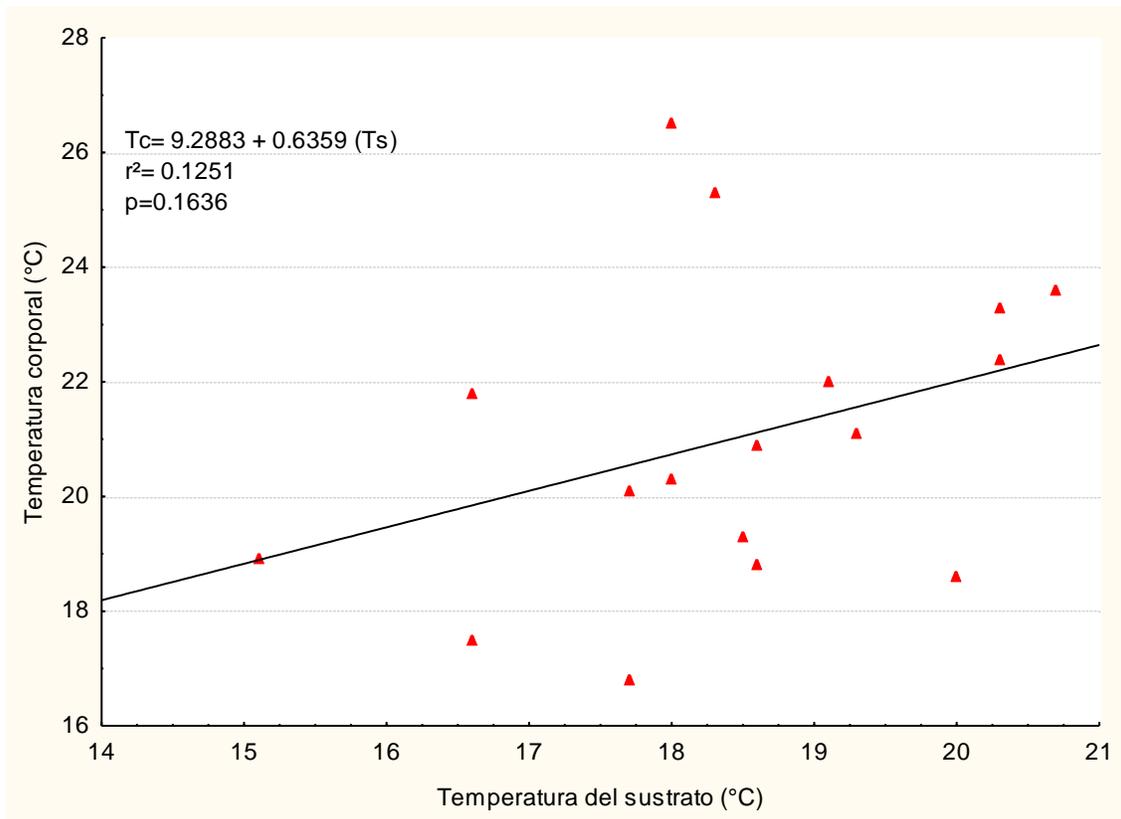


Figura 7. Análisis de regresión lineal para la población de *Plestiodon* PT, en el parte superior se representa la recta  $T_c$  vs  $T_s$ , en la parte inferior la recta para  $T_c$  vs  $T_a$ . En la parte superior izquierda de cada gráfica se encuentra la ecuación de la recta, coeficiente de determinación y probabilidad.



**Figura 8.** Análisis de regresión lineal para la temporada seca en San Juan del Valle para *Plestiodon* PT, en el parte superior se representa la  $T_c$  vs  $T_s$ , en la parte inferior  $T_c$  vs  $T_a$ . En la parte superior izquierda de cada gráfica se encuentra la ecuación de la recta, coeficiente de determinación y probabilidad.



**Figura 9. Análisis de regresión lineal para la temporada de lluvia en San Juan del Valle para *Plestiodon* PT, en el parte superior se representa la Tc vs Ts, en la parte inferior Tc vs Ta. En la parte superior izquierda de cada gráfica se encuentra la ecuación de la recta, coeficiente de determinación y probabilidad.**

**Cuadro 2. Resultados de los análisis de regresión lineal entre Temperatura corporal (Tc) vs Temperatura del sustrato (Ts) y Temperatura corporal vs Temperatura del aire (Ta) ( $r^2$ = coeficiente de determinación,  $\beta$ = pendiente,  $\alpha$ = ordenada al origen) y se muestran las varianzas de la Tc, Ts y Ta.**

<b>Regresión</b>				<b>Varianza (<math>S^2</math>)</b>		
<b>Tc vs Ts</b>	$r^2$	$\beta$	$\alpha$	Tc	Ts	Ta
<b>Machos</b>	0.68	1.03	2.29	23.17	14.80	8.45
<b>Hembras</b>	0.87	1.11	1.25	26.81	18.94	14.86
<b>Hembras grávidas</b>	0.65	0.13	23.73	36.58	13.59	15.05
<b>Jóvenes</b>	0.54	0.74	10.47	17.79	17.65	7.25
<b>Tc vs Ta</b>	$r^2$	$\beta$	$\alpha$			
<b>Machos</b>	0.59	1.27	0.11			
<b>Hembras</b>	0.58	1.02	5.37			
<b>Hembras grávidas</b>	0.97	0.15	23.59			
<b>Jóvenes</b>	0.54	1.15	4.03			

### Intervalo de temperaturas seleccionadas

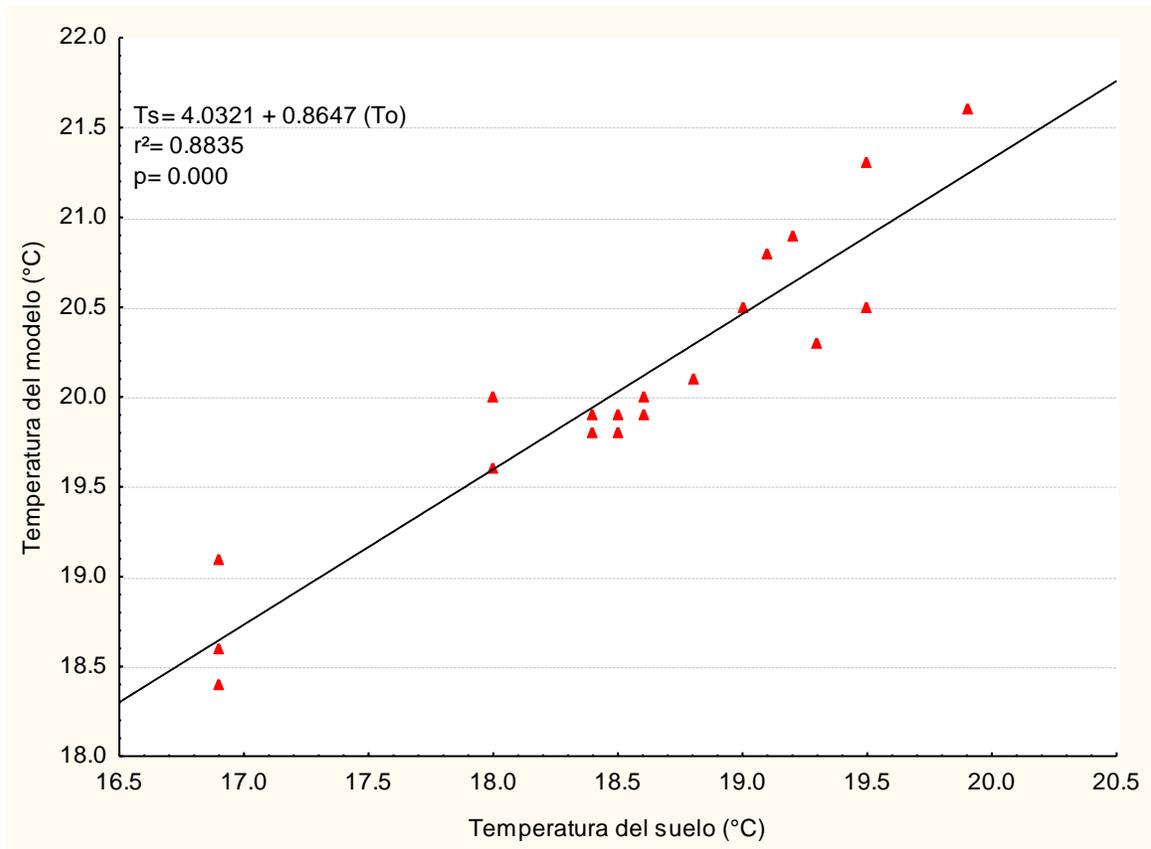
Se registró la temperatura seleccionada para 64 organismos. El promedio de  $T_{sel}$  para la población de *Plestiodon* PT fue de  $31.74 \pm 0.77$  °C (26.3 – 36.6).

Las hembras grávidas fueron las que tuvieron el intervalo de temperaturas seleccionadas más alto y estrecho, variando sólo 1.2 °C, por otro lado, las hembras no grávidas fueron las que obtuvieron la mayor amplitud con un valor de 1.78 °C, sucesivamente siguieron los jóvenes y los machos, con 1.74 °C y 1.41 °C respectivamente (Cuadro 3).

**Cuadro 3. Intervalo y promedio de temperatura seleccionada  $\pm$  1ES, para la población y para cada categoría de *P. PT* en San Juan del Valle.**

<b>Categoría</b>	<b>N</b>	<b>Intervalo de <math>T_{sel}</math> (°C)</b>	<b><math>T_{sel}</math> promedio</b>
<b>Población</b>	64	30.97 - 32.52	$31.74 \pm 0.77$
<b>Machos</b>	19	30.87 - 32.28	$31.62 \pm 0.75$
<b>Hembras</b>	15	30.52 - 32.30	$31.40 \pm 0.89$
<b>Hembras grávidas</b>	9	32 - 33.2	$32.3 \pm 0.6$
<b>Jóvenes</b>	21	30.73 - 32.47	$31.6 \pm 0.87$

Con las temperaturas registradas por el modelo de cobre, se realizó un análisis de regresión lineal con el cual se obtuvo el modelo matemático para calcular las temperaturas operativas (Fig. 10). La temperatura promedio del modelo estuvo 0.84°C más elevada que la temperatura promedio del suelo.



**Figura 10.** Gráfico en el que se muestran las temperaturas del modelo de cobre contra la temperatura del suelo, en la parte superior izquierda se encuentra la ecuación de la recta, coeficiente de correlación y la probabilidad.

Se estimaron 109 temperaturas operativas ( $T_o$ ) durante el periodo de actividad de *Plestiodon* PT, de 08:00 a 17:00. La  $T_o$  promedio fue de:  $25.03 \pm 0.90$  (12 – 53.7). Las temperaturas corporales tuvieron un intervalo más estrecho que las temperaturas operativas. De igual manera se pudo observar que la mayoría de las  $T_o$  se encuentran por debajo del intervalo de temperaturas seleccionadas (Fig. 11).

Sólo un 10% de las temperaturas corporales se encontraron dentro del intervalo de temperaturas seleccionadas. La gran mayoría de las temperaturas corporales estuvieron por debajo del intervalo. Pocas temperaturas operativas se encontraron dentro del intervalo, además, la mayoría de las temperaturas operativas se encontraron por debajo del intervalo de temperaturas seleccionadas (Fig. 11).

No se observó a ninguna lagartija asoleándose sobre alguna roca o fuera de sus refugios, sin embargo, la figura 11, muestra que los refugios no disponen de las temperaturas seleccionadas obtenidas en el laboratorio.

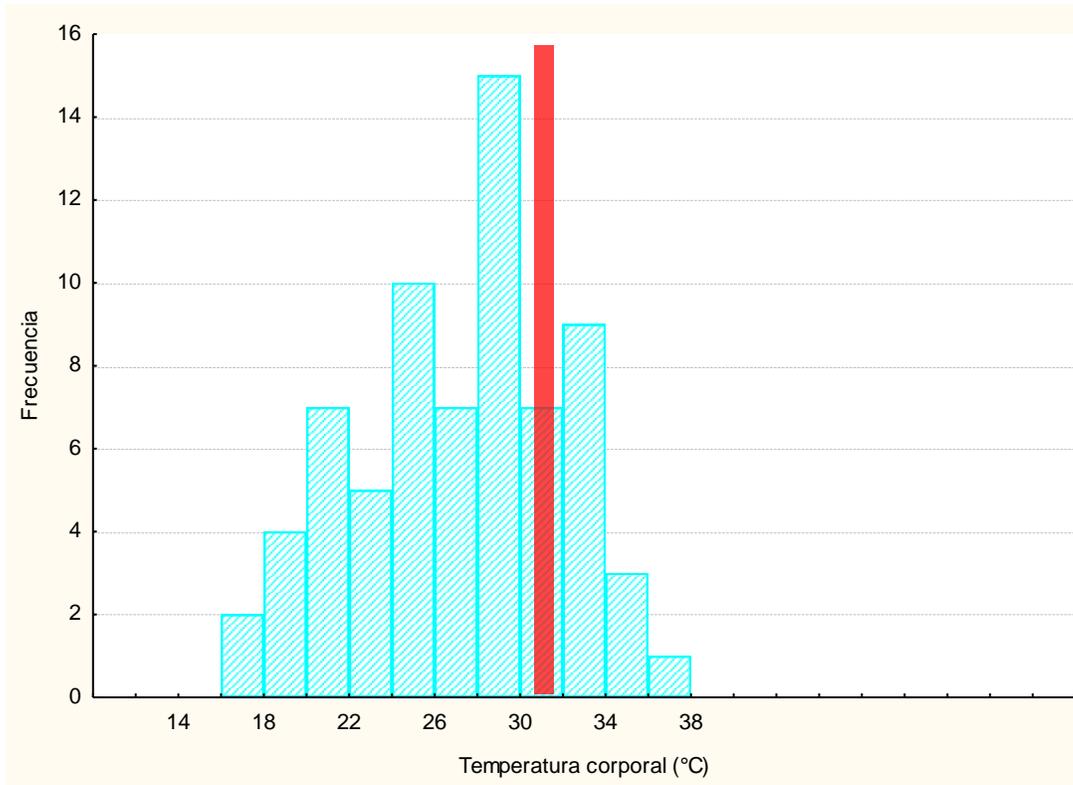
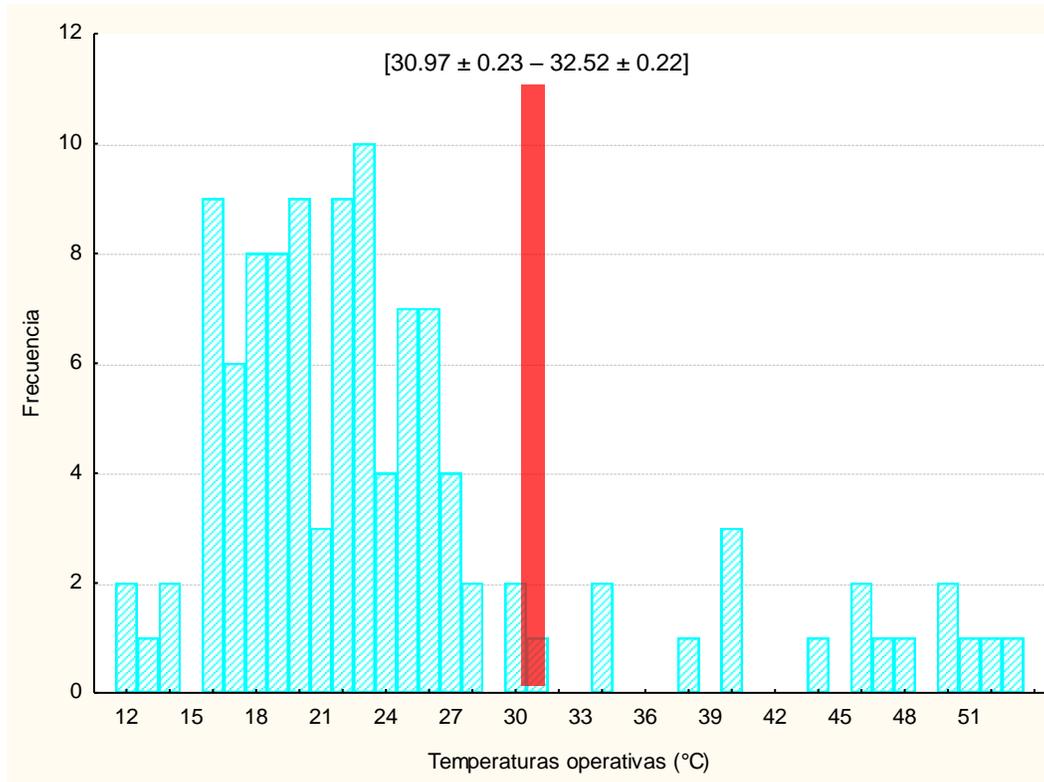


Figura 11. Gráfico en el que se muestran las frecuencias de las temperaturas operativas (arriba) y temperaturas corporales (abajo), la barra roja indica el intervalo de temperaturas seleccionadas para la población de *Plestiodon* PT.

### Comportamiento termorregulador: (Hertz *et al.*, 1993)

La población bajo estudio obtuvo un promedio en el índice de exactitud  $db = 4.59 \pm 0.47$ , el índice de calidad térmica del hábitat  $de = 9.18 \pm 0.49$ . El índice de eficiencia de la termorregulación fue de  $E = 0.5$ .

Las hembras grávidas fueron las que tuvieron un valor mayor en el  $db$ , por otro lado, los machos adultos, fueron los que obtuvieron el valor de  $db$  más bajo (Cuadro 4), sin embargo, no se encontraron diferencias significativas entre las cuatro categorías ( $H' = 1.23$ ;  $p = 0.745$ ).

Para analizar si el hábitat fue favorable para las lagartijas se calculó el  $de$ , los jóvenes mostraron los valores más altos, seguido de las hembras y machos adultos (Cuadro 4). Pero de igual manera no se encontraron diferencias significativas entre las categorías ( $H' = 1.72$ ;  $p = 0.632$ ).

Al calcular la eficiencia termorreguladora, Hertz *et al.*, (1993) mencionó que valores cercanos o iguales a cero, marcan una tendencia hacia el termoconformismo, el valor de  $E$  más bajo fue el de las hembras grávidas (Cuadro 4).

**Cuadro 4. Índice de exactitud de exactitud en la termorregulación ( $db$ ), índice de calidad térmica del ambiente ( $de$ ) y eficiencia de la termorregulación ( $E$ ).**

Categoría	$db$	$de$	$E$
Población	$4.59 \pm 0.47$	$9.18 \pm 0.49$	0.5
Machos	4.30	$8.49 \pm 0.83$	0.49
Hembras no grávidas	4.42	$9.19 \pm 1.11$	0.51
Hembras grávidas	6.07	$9.00 \pm 1.24$	0.32
Jóvenes	4.33	$9.92 \pm 0.89$	0.56

Se tomaron los datos de 53 organismos para la temporada de secas y 17 para la temporada de lluvia (Cuadro 5).

**Cuadro 5. Tamaño de la muestra para cada temporada, promedio de la temperatura corporal ( $T_c$ ) y temperatura del sustrato ( $T_s$ )  $\pm 1ES$  y los intervalos de variación debajo entre paréntesis.**

Época	N	$T_c$	$T_s$
Seca	53	$29.04 \pm 0.47$ (20.8 - 36.3)	$24.78 \pm 0.45$ (17.8 - 32.4)
Lluvia	17	$21.01 \pm 0.64$ (16.8 - 26.5)	$18.43 \pm 0.35$ (15.1 - 20.7)
Total	70	$31.67 \pm 0.58$ (16.8 - 36.3)	$23.24 \pm 0.48$ (15.1 - 32.4)

Se calcularon los índices propuestos por Hertz *et al.*, (1993), en donde se encontró que el  $db = 2.93 \pm 0.34$  para la época de seca, éste fue, tres veces más pequeño que en la temporada de lluvias (Cuadro 6). Se encontraron diferencias significativas entre las dos temporadas para el valor de  $db$  ( $H' = 31.46$ ;  $p = 0.0000$ ).

El índice de calidad térmica del hábitat para la temporada de lluvia fue de:  $de = 13.66 \pm 0.36$ , fue más alto que el de la época seca. Esto nos muestra que hay diferencias en las temperaturas corporales mantenidas por las lagartijas. Estadísticamente, también, existieron diferencias significativas ( $H' = 31.15$ ;  $p = 0.0000$ ).

**Cuadro 6.** Se muestran los intervalos de temperaturas seleccionadas, y los respectivos valores para el índice de exactitud en la termorregulación ( $db$ ), el índice de calidad térmica del ambiente ( $de$ ), y la eficiencia de la termorregulación ( $E$ ).

Época	Intervalo de T set	$db$	$de$	$E$
Seca	31.12 – 32.70	$2.93 \pm 0.34$	$7.76 \pm 0.46$	0.62
Lluvia	30.54 – 32.03	$9.52 \pm 0.64$	$13.66 \pm 0.36$	0.30

## Discusión

### LHC y peso.

La población de *Plestiodon* PT de San Juan del Valle, mostró un dimorfismo sexual hacia los machos, tanto en la longitud como en el peso corporal. Esto se ha observado en algunos sincidos como (*Plestiodon inexpectatus* y *Plestiodon fasciatus*; Vitt & Cooper, 1986; *Plestiodon laticeps*; Cooper & Vitt, 1993). Sin embargo, hay registros de que las hembras suelen ser más grandes que los machos como es el caso de (*Plestiodon copei*; Ramírez, 1996 y *P. lynxe*; Leal, 2016). Chávez-López (2012), trabajó con *Plestiodon* PT en la misma localidad de estudio y encontró que no existen diferencias significativas en cuanto a la longitud y el peso entre machos y hembras adultos para *P. PT*.

El dimorfismo sexual (DS) suele ser indicador de la historia natural de las especie y esta relacionado con alguna función ecologica especial (termorregulación, reproducción); otra importancia que tiene el DS es la reducción de la competencia intraespecífica, ya que, diferentes tamaños corporales, suelen ser más efectivos en diferentes situaciones. Una causa de que los machos suelen ser más grandes y pesados, es la selección sexual, y así obtener una ventaja para el cortejo o la defensa del territorio (Laspiur *et al.*, 2007).

**Cuadro 7. Dimorfismo sexual en la LHC de diferentes especies del género *Plestiodon*. (LHC= Longitud Hocico Cloaca, el guión (-) en las columnas son valores faltantes que no reportó el autor).**

Especie	LHC		Peso		Fuente
	Machos	Hembras	Machos	Hembras	
<i>P. PT</i>	66.36 ± 0.73	62.36 ± 1.19	4.24 ± 0.16	3.32 ± 0.06	Este trabajo
<i>P. inexpectatus</i>	71.9 ± 1.1	66.1 ± 0.7	9.19 ± 0.74	7.51 ± 0.51	Vitt & Cooper, (1986)
<i>P. fasciatus</i>	63.1 ± 1.3	63.3 ± 0.6	6.65 ± 0.89	5.41 ± 0.30	Vitt & Cooper, (1986)
<i>P. indubitus</i>	59.74 ± 0.86	59.30 ± 0.64	4.07 ± 0.18	3.72 ± 0.13	Vázquez-Trejo (2018)
<i>P. lynxe</i>	57.14 ± 0.80	60.66 ± 1.86	-	-	Leal-Villanueva (2016)
<i>P. copei</i>	58.62 ± 0.63	62.18 ± 0.51	-	-	Ramírez-Bautista (1996)

## Ecología térmica

### Temperaturas de campo.

La temperatura corporal promedio de *Plestiodon* PT para este trabajo fue de 27.09°C, que es similar a la de otros sincidos estudiados en México. Ruíz-Barrios (2015) registró para *Plestiodon lynxe* una temperatura corporal promedio de 24.48°C a 2552 msnm en Ixtacamaxitlán, Puebla. Por otra parte, Moreno-Gutierrez (2011), trabajó con una población de *Plestiodon indubitus* en el estado de Morelos, donde registró temperaturas promedio de 27.7°C a 2419 msnm.

Muñoz-Nolasco (2015), trabajó con dos especies vivíparas del género *Plestiodon*: *P. brevirostris* y *P. dugesii*., la primera para el estado de Tlaxcala y la segunda en Jalisco, él registró temperaturas corporales promedio de 25.21°C entre los 2700 a 3000 msnm para *P. brevirostris*, y para *P. dugesii* de 25.68 °C en Mazamitla a 2400 msnm y 28.71 °C en Tapalpa a 2500 msnm, únicamente trabajó con ejemplares adultos. El que las temperaturas corporales sean similares se debe a que el género *Plestiodon* posee una biología térmica evolutivamente conservadora, ya que existen trabajos donde se comparan especies norteamericanas y asiáticas, en donde hallaron que *Plestiodon gilberti* posee una fisiología térmica similar a *Plestiodon chinensis* a pesar de la cantidad de tiempo evolutivo y la distancia geográfica que separa Norte América y Asia (Youssef *et al.*, 2008).

Es de esperarse que *P. PT* mantenga temperaturas de actividad relativamente bajas ya que es de hábitos secretivos y comúnmente se encuentra en lugares no expuestos al sol. Algo similar ocurre con *Xenosaurus grandis* y *X. fractus*, dos especies de hábitos secretivos que habitan en grietas rocosas u oquedales, estos lagartos mantienen temperaturas corporales promedio de Tc de 21.4°C y 19.12°C respectivamente (Cardona *et al.*, 2019) .

Por otro lado, lagartos que habitan en bajas altitudes muestran temperaturas corporales más elevadas, estudios con lagartijas cornudas (*Phrynosoma solare*) en el estado de Sonora, obtuvieron Tc = 36.3°C (Verdugo, 2014). De igual manera el lagarto costero *Aspidoscelis lineatissima*, mostró una Tc = 38.24°C en hembras y 38.44°C en machos en la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, Jalisco a 7 msnm (Güizado & Casas, 2007), se considera que la temperatura corporal alta y constante en el género *Aspidoscelis* es parte de un complejo de características que están ligadas al linaje del grupo y al forrajeo activo (Vitt & Pianka, 2004).

**Cuadro 8. Temperaturas corporales promedio para diferentes especies del género *Plestiodon* que no se encuentran en el país, con sus respectivos tamaños de muestra (N).**

<b>Especie</b>	<b>Tc promedio (°C)</b>	<b>N</b>	<b>Fuente</b>
<i>P. PT</i>	27.09	70	Este trabajo
<i>P. skiltonianus</i>	30	9	Brattstrom (1965)
<i>P. laticeps</i>	29.3	3	Bogert (1947)
<i>P. obsoletus</i>	31.8	39	Fitch (1955)
<i>P. elegans</i>	33.4	94	Du <i>et al.</i> , (2000)

Las temperaturas corporales entre grupos no fueron diferentes estadísticamente hablando, pero sí se puede observar una ligera variación entre las temperaturas entre jóvenes y hembras grávidas, estudios han mostrado que algunas especies de lagartos vivíparos, las hembras mantienen temperaturas corporales diferentes durante la preñez, lo que sugiere que la temperatura óptima para el desarrollo de los embriones en estas especies es, en efecto, diferente de la temperatura corporal que normalmente prefieren los adultos (Beuchat, 1987).

#### **Criterio de Huey & Slatkin.**

Las temperaturas del microambiente ( $T_s$  y  $T_a$ ) estuvieron correlacionadas positiva y significativamente, los valores más altos en el coeficiente de correlación para las regresiones lineales ( $T_c$  vs  $T_s$  y  $T_c$  vs  $T_a$ ), fueron las hembras adultas (0.93 y 0.76 respectivamente), los jóvenes obtuvieron los valores más bajos (0.73 y 0.73 respectivamente).

Las pendientes para ambas regresiones ( $T_c$  vs  $T_s$  y  $T_c$  vs  $T_a$ ), son cercanas o iguales a uno (Fig. 7), esto sugiere que muestran un comportamiento termoconformista, por lo que sus temperaturas serán similares a las del microhábitat donde se encuentren (Huey *et al.*, 1976). Esto no necesariamente indica la ausencia de un comportamiento termorregulador; ya que un mecanismo termorregulador puede consistir en frecuentar microambientes térmicamente adecuados.

Los ajustes de regresión lineal mostraron que los adultos son los que poseen las pendientes más altas, mientras que los jóvenes las menores (Cuadro 2). Esto nos sugiere que en ambos estadios la temperatura del microambiente tiene un impacto importante sobre la temperatura corporal, en este caso, utilizan el calor de su microambiente como medio de calentamiento principal, es probable que los jóvenes se enfoquen más en buscar alimento para crecer y desarrollarse, ya que pueden tardar de dos a tres años en alcanzar su madurez reproductiva (Chávez-

López, 2012). Otras especies de escincidos americanos pueden tardar menos en alcanzar la madurez sexual de uno a dos años, depende la especie (*P. obsoletus*; *P. septentrionalis*; *P. skiltonianus*) (Fitch, 1985).

Los jóvenes en su mayoría fueron encontrados en conglomerados de rocas, donde había una mayor disponibilidad para desplazarse, mientras que los adultos se encontraban en rocas solitarias y sedimentadas al suelo.

Los análisis de regresión lineal entre las variables microambientales ( $T_s$  y  $T_a$ ) contra la temperatura corporal, parecen mostrar que las lagartijas jóvenes y adultas optan por un calentamiento principalmente por conducción que por convección. Quiere decir que la pendiente de la recta y el coeficiente de determinación es ligeramente mayor en  $T_c$  vs  $T_s$  en relación a  $T_c$  vs  $T_a$ .

La pendiente  $T_c$  vs  $T_s$  en la época de secas fue mayor que en la época de lluvia, es probable que los organismos logren alcanzar temperaturas más favorables durante este periodo del año, sin embargo, la pendiente para la  $T_c$  vs  $T_a$  es muy diferente entre temporadas, mientras que en la temporada de secas es cercana a uno (Fig. 13), en la temporada húmeda es cercana a cero, una posible explicación es que la temporada húmeda hay una mayor disponibilidad de alimento, por lo que las prioridades de los jóvenes no sea termoregular sino alimentarse (Lagunas-Cortés, 2014).

### **Intervalo de temperaturas seleccionadas.**

Los organismos que fueron sometidos a prueba en el gradiente térmico, obtuvieron una temperatura seleccionada ( $T_{sel}$ ) promedio de:  $31.74 \pm 0.44$  °C. Los intervalos de temperatura seleccionada variaron en promedio 1.5 °C (Cuadro 3). Los promedios e intervalos de  $T_{sel}$  para los machos, hembras no grávidas y jóvenes fueron muy similares, mostrando que los requerimientos térmicos para ambos estadios son semejantes, por otro lado, las hembras gestantes mantuvieron el promedio e intervalo más altos, lo que demuestra que en época de gestación la temperatura seleccionada aumenta, este comportamiento en hembras gestantes se ha registrado en otras especies, ya que, algunas especies de lagartijas suelen aumentar sus temperaturas corporales para poder maximizar el desarrollo embrionario y alcanzar el nacimiento prematuro (Schwarzkopf *et al.*, 1991).

Sin embargo, las Tc suelen ser menores en hembras preñadas, esto nos indica que aunque requieren temperaturas más elevadas para obtener algún beneficio (Rock *et al.*, 2002), posiblemente no logren alcanzar las temperaturas seleccionadas del laboratorio. Por otro lado, el resultado puede ser consecuencia del tamaño de muestra. Por lo que, es necesario aumentar el tamaño de muestra con el fin de precisar este punto.

**Cuadro 9. Promedio e intervalo de temperaturas seleccionadas para algunas especies del género *Plestiodon*.**

<b>Especie</b>	<b>T sel promedio (°C)</b>	<b>Intervalo Tsel (°C)</b>	<b>Fuente</b>
<i>P. PT</i>	31.74	30.97 - 32.52	Este trabajo
<i>P. lynxe</i>	32.64	31.57 – 33.72	Ruiz-Barrios (2015)
<i>P. brevirostris</i>	29.35	25.90 – 32.80	Muñoz-Nolasco (2015)
<i>P. dugesii</i>	31.45	29.60 – 33.30	Muñoz-Nolasco (2015)
<i>P. giberti</i>	31.55	29.4 – 33.5	Youssef <i>et al.</i> , (2008)
<i>P. elegans</i>	30.4 ♂ / 26.8 ♀	25 – 34.2 ♂ / 24.9 – 29.1 ♀	Du <i>et al.</i> , (2000)

*Plestiodon* PT posee una Tsel promedio alta comparada con otras especies de escíncidos, además, poseen los intervalos de temperaturas seleccionadas más estrechos que las demás (Cuadro 9).

El intervalo de temperaturas seleccionadas para los cuatro grupos fue mayor que las temperaturas corporales promedio, de igual manera las temperaturas microambientales bajo la roca también son más bajas que las corporales. Lo cual nos muestra que la población de *Plestiodon* PT para San Juan del Valle realiza sus actividades en temperaturas bajas, al compararlas con las temperaturas óptimas.

Al estar habitando un ambiente térmico inadecuado, las lagartijas demuestran ser activas ya que las temperaturas corporales son mucho mayores a las que el ambiente debajo de la roca ofrece, el costo de intentar alcanzar sus temperaturas seleccionadas es muchísimo mayor en sus refugios, por lo que se asume, que los sitios expuestos (fuera de la roca) pudieran proporcionar a las lagartijas alcanzar sus temperaturas seleccionadas.

## Protocolo de Hertz.

La población estudiada en San Juan del Valle obtuvo un valor en el índice de exactitud en la termorregulación de:  $4.59 \pm 0.47$ . Esto nos indica que en general son poco precisas al intentar alcanzar sus temperaturas preferidas, ya que una buena exactitud se refleja con valores cercanos a cero.

Esto se observa con el 10 % de las temperaturas corporales que estuvieron dentro del intervalo de temperaturas seleccionadas (Fig. 8). No se encontraron diferencias entre las categorías, sin embargo, las hembras gestantes son aún menos precisas que los adultos y jóvenes (Cuadro 4), es posible que este valor se ajuste mejor si se aumenta el tamaño de muestra es estás.

El índice de calidad térmica del hábitat dio un valor de:  $9.18 \pm 0.49$ , al igual que con el índice de exactitud, valores cercanos a cero indican una buena calidad térmica, por lo que, al menos en los sitios en donde se encontraron, hay una mala calidad térmica del hábitat, esto quiere decir, que las temperaturas que ofrece el ambiente durante el periodo de actividad de la lagartija no son las ideales para poder alcanzar y mantener sus temperaturas corporales dentro del intervalo de temperaturas seleccionadas. Sin embargo, los organismos están logrando mantener su cuerpo relativamente caliente, a pesar de la baja calidad térmica del hábitat. Esto es, sí estuvieron termorregulando.

Si bien tampoco se encontraron diferencias entre las categorías, los jóvenes son los que poseen los valores más altos (Cuadro 4). Quizás se deba a la inercia térmica, ya que con cuerpos más pequeños pierden y ganan calor más rápido (Cruz *et al.*, 2005), así que, si el ambiente no les proporciona las temperaturas que ellos quisieran alcanzar, el poco calor que ganan lo pierden rápidamente. Otra explicación por la cual las hembras preñadas no alcanzan las temperaturas seleccionadas es el riesgo de depredación, por lo que optan por no buscar sitios ideales para no perjudicar la carga embrionaria (García, 2013).

Esto último se puede corroborar mejor con el valor de la eficiencia en la termorregulación (E), valores cercanos o iguales a cero, mostrarán un comportamiento del tipo termoconformista y viceversa, valores cercanos o iguales a uno, del tipo termorregulador. El valor de  $E = 0.5$  para la *P. PT*, indicó que es del tipo termorregulador, entre las categorías machos y hembras no gestantes tienen una eficiencia similar (0.49 y 0.51 respectivamente), mientras que las hembras gestantes tuvieron valores más pequeños (0.32), por últimos lo jóvenes son los que obtuvieron los valores más altos en la eficiencia (0.56).

Esto último muestra que es posible que los jóvenes estén intentando buscar sitios que les ofrezca temperaturas mejores, para poder crecer y desarrollarse mucho más rápido, siendo más activos que los adultos.

A pesar de sus hábitos secretivos *Plestiodon* PT, mostró un comportamiento termorregulador a diferencia de *P. lynxe* en el estado de Puebla, pero parece ser que el género *Plestiodon* puede también ser organismos con una alta eficiencia termorreguladora como fueron las especies de Tlaxcala y Jalisco (Cuadro 10).

En otras especies se ha observado que, aunque la oferta térmica no es la ideal, las lagartijas son capaces de termorregular eficientemente, como en el género *Sceloporus*, Ramírez-Morales (2019) evaluó a *S. variabilis*, obtuvo valores  $d_e=7.77$ , siendo el  $d_b=0.76$ . Hernández-Márquez (2016) trabajó con *S. megalepidurus*, obtuvo un  $d_e=9.09$  y un  $d_b=2.77$ , ambas resultaron ser termorreguladoras activas (Cuadro 10).

**Cuadro 10.** Resumen estadístico para el índice de exactitud ( $d_b$ ), calidad térmica del hábitat ( $d_e$ ) y eficiencia de la termorregulación ( $E$ ), para diferentes poblaciones del género *Plestiodon*.

<b>Especie</b>	<b><math>d_b</math></b>	<b><math>d_e</math></b>	<b><math>E</math></b>	<b>Fuente</b>
<i>P. PT</i>	4.59	9.18	0.5	Este trabajo
<i>P. lynxe</i>	7.09	10.5	0.32	Ruiz-Barrios (2015)
<i>P. brevirostris</i>	2.40	8.45	0.71	Muñoz-Nolasco (2015)
<i>P. dugesii</i>	3.77	9.89	0.61	Muñoz-Nolasco (2015)
	1.46	13.73	0.89	
<i>S. variabilis</i>	0.76	7.77	0.9	Ramírez-Morales (2019)
<i>S. megalepidurus</i>	2.77	9.09	0.7	Hernández-Márquez (2016)

Existieron diferencias significativas entre ambas temporadas del año, mostrando que, en la temporada de secas, la población logra una termorregulación más eficiente, al parecer logran regular ligeramente mejor su temperatura, esto a que el ambiente ofrece una mejor oferta térmica (Cuadro 6), esto puede deberse a que hay una menor nubosidad, por lo que los sitios en donde estas suelen encontrarse se calentarán mucho mejor, además con los gráficos de regresión lineal se observa que la estrategia para obtener calor es la conducción. En la temporada de lluvias, el ambiente es térmicamente inadecuado para que las lagartijas logren calentarse, ya que por el tipo de clima y vegetación en lluvias desciende bastante la temperatura, por lo que *P. PT*, es posible que prefiera buscar algún refugio y sobrevivir a las bajas temperaturas, ya que se ha observado que suelen ser euritérmicas (*P. brevirostris* y *P. dugesii*; Muñoz-Nolasco, 2015).

## Conclusiones

- *Plestiodon* PT posee temperaturas corporales altas comparada con otras especies del género, estas temperaturas no son significativamente diferentes entre sexo, condición reproductiva o edad, pero si llegan a variar con la temporada del año.
- Las temperaturas corporales están por debajo del intervalo de temperaturas seleccionadas (Tsel). Su intervalo de Tsel es relativamente amplio, siendo las hembras grávidas las que obtuvieron la mayor amplitud, por lo que puede considerarse a la especie como un organismo euritermo.
- *Plestiodon* PT es una lagartija con una preferencia a la tigmotermia, ya que aunque no se observó a ninguna lagartija fuera de las rocas, sus temperaturas eran mayores que las de sus refugios, además existe una correlación positiva entre la temperatura corporal y del sustrato. Se puede decir que el ambiente tiene un efecto importante en la temperatura corporal de la lagartija.
- Se obtuvo una baja exactitud en sus temperaturas corporales; la calidad térmica del hábitat mostró ser mala, además de obtener valores bajos en la eficiencia en la termorregulación. Aun así, la especie mostró ser un termorregulador, no tan bueno como otras. Por otro lado, los jóvenes parecen buscar ambientes con ofertas térmicas mejores que los adultos.
- La temporada de seca es la estación en la que tienen una mejor eficiencia termorreguladora.

## Referencias

- Angilletta, M. J., P. H. Niewiarowski, & C.A. Navas. (2002). The evolution of thermal physiology in ectotherms. *Journal of Thermal Biology* 27(4), 249-268.
- Beuchat, C. A. (1987). Temperature effects during gestation in a viviparous lizard. *Journal Thermal Biology*, 13 (3), 135-142.
- Bogert, C. M. & R. B. Cowles (1947). Moisture loss in relation to habitat selection in some Floridian reptiles. *American Museum novitates*; No. 1358.
- Bogert, C. M. (1949). Thermoregulation in reptiles, a factor in evolution. *Evolution*, 3(3), 195-211.
- Brandley, M. C., H. Ota., T. Hikida., A. Nieto Montes De Oca., M. Feria-Ortiz., X. Guo & Y. Wang. (2012). The phylogenetic systematics of blue-tailed skinks (*Plestiodon*) and the family Scincidae. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 165(1), 163–189.
- Brattstrom, B. H. (1965). Body temperatures of reptiles. *American Midland Naturalist*, 376–422.
- Cardona-Botero, V. E., G. Woolrich-Piña, & H. Gadsden. (2019). Ecología térmica de dos especies de lagartijas del género *Xenosaurus* (Squamata: Xenosauridae) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 90.
- Cowles, R. B. & C. M. Bogert. (1944). A preliminary study of the thermal requirements of desert reptiles. *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.* 83: 263-296.
- Chávez-López, L. (2012). Biología reproductiva de *Plestiodon brevirostris* (Squamata: Scincidae) en el centro este del estado de Puebla. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. UNAM.
- Clarke, A. (2006). Temperature and metabolic theory of ecology. *Functional Ecology* 20(2), 405-412.
- CONAGUA. (s.f.). Normales Climatológicas por Estado. [En línea], fecha de consulta el 23 de mayo de 2019. Disponible en: <https://smn.conagua.gob.mx/es/informacion-climatologica-por-estado?estado=pue>
- Cruz, F. B., M. L. Kozykariaski, M. G. Perotti, M. Pueta & L. Moreno. (2005). Variación diaria de la temperatura corporal en dos especies de lagartos nocturnos (Squamata: Gekkonidae, *Homonota*) con comentarios sobre el uso de refugios. *Cuadernos de Herpetología*, 18.

Cunningham, J. D. (1966). Additional observations on the body temperatures of reptiles. *Herpetologica* 22(3) 184-189.

Díaz de la Vega-Pérez, A. H., Lara-Reséndiz R. A. y Méndez-de la Cruz, F. R. (2014). Comportamiento de Lagartijas: Termorregulación y Antidepredación. En: *Biología del Comportamiento: Aportaciones desde la Fisiología*. Martínez-Gómez, M. Lucio, R. A. y Rodríguez Antolín, J. (Eds.). Pp., 239-250. Universidad Autónoma de Tlaxcala.

Dixon, J. R. (1969). Taxonomic review of the Mexican skinks of the *Eumeces brevirostris* group. *Contributions in Science, Natural History Museum of Los Angeles County* 168:1–30.

Du, W. G., S. J. Yan, & X. Ji. (2000). Selected body temperature, thermal tolerance and thermal dependence of food assimilation and locomotor performance in adult blue-tailed skinks, *Eumeces elegans*. *Journal of Thermal Biology*, 25 (3), 197-202.

Espinoza, R. E. & C. R. Tracy. (1997). Thermal biology, metabolism, and hibernation. In: L. J. Ackerman (ed). *The Biology, Husbandry and Health Care of Reptiles*. *Biology of Reptiles* 1: 149-184. TFH Publications, Neptune City, N.J.

Feria-Ortiz, M., N. L. Manríquez-Morán & A. Nieto-Montes de Oca. (2011). Species limits based on mtDNA and morphological data in the polytypic species *Plestiodon brevirostris* (Squamata: Scincidae). *Herpetological Monographs* 25(1), 25–51.

Fitch, H. S. (1955). Habits and adaptations of the Great Plains skink, *Eumeces obsoletus*. *Ecological Monographs*, 25(1), 59-83.

Fitch, H. S. (1985). Variation in Clutch and Litter in New World Reptiles. *The University of Kansas Museum of Natural History Miscellaneous Publication*, 76, 1-76.

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

García-Mares, R. (2013). Aspectos ecológicos y dimorfismo sexual de la lagartija vivípara *Sceloporus formosus* (Squamata-Phrynosomatidae) en la parte centro-este del estado de Puebla. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. UNAM.

Gelambi, M. (2019). Termorregulación: fisiología, mecanismos, tipos y alteraciones. *Lifeder*. [En línea]. Disponible en: <https://www.lifeder.com/termorregulacion/#:%7E:text=La%20termorregulacion>.

Griffith, H., A. Ngo & R. W. Murphy. (2000). A cladistic evaluation of the cosmopolitan genus *Eumeces* Wiegmann (Reptilia, Squamata, Scincidae). *Russian Journal of Herpetology*, 7(1), 1-16.

Hernández-Márquez. A. E. (2016). Ecología térmica y uso de hábitat de una población de *Sceloporus megalepidurus* (SQUAMATA: PHRYNOSOMATIDAE) que ocurre en los alrededores de la laguna de Atexcac, Puebla. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. UNAM.

Hertz, P. E., R. B. Huey., & R. D. Stevenson. (1993). Evaluating temperature regulation by field-active ectotherms: the fallacy of the inappropriate question. *The American Naturalist*, 142(5), 796-818.

Huey, R. B. & M. Slatkin. (1976). Costs and benefits of lizard thermoregulation. *Quarterly Review of Biology* 51(3), 363-384.

INEGI. (2009). Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. [En línea]. Disponible en: [http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos\\_geograficos/21/21058.pdf](http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/21/21058.pdf)

IUCN. (2007). Red List Categories and Criteria. [En línea]. Disponible en: [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)

Lagunas-Cortés, A. I. (2014). Ciclos reproductivos y de lípidos de la lagartija vivípara *Plestiodon indubitus* (Scincidae) al Noreste del Estado de Morelos. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. UNAM.

Laspiur, A., & J. C. Acosta., (2007). Dimorfismo sexual de *Liolaemus cuyanus* Cei & Scolaro, 1980 (Iguania: Liolaemidae) en una población de San Juan, Argentina. *Revista Peruana de biología*, 14(1), 47-50.

Leal-Villanueva, I. F. (2016). Dimorfismo sexual de *Plestiodon lynxe* (Squamata: Scincidae), en el municipio de Ixtacamaxtitlán, Puebla. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. UNAM.

Moreno-Gutierrez, O. (2011). Ecología térmica de una población de *Plestiodon brevirostris indubitus* (Squamata-Scincidae) al Noreste del estado de Morelos. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. UNAM.

Muñoz-Nolasco, F. J. (2015). Esfuerzo reproductor y ecología térmica de dos especies vivíparas del género *Plestiodon* (Squamata: Scincidae) de México. Tesis de Licenciatura. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara.

Pavón-Vázquez, C. J., U. O. García-Vázquez, R. W. Bryson Jr, M. Feria-Ortiz, N. L. Manríquez-Morán, & A. N. M. De Oca. (2018). Integrative species delimitation in practice: revealing cryptic lineages within the short-nosed skink *Plestiodon brevirostris* (Squamata: Scincidae). *Molecular phylogenetics and evolution*, 129, 242-257.

Ramírez-Bautista, A. & L. J. Guillette Jr, G. Gutierrez-Mayen, & Z. Uribe-Peña. (1996). Reproductive biology of the lizard *Eumeces copei* (Lacertilia: Scincidae) from the Eje Neovolcanico, Mexico. *The Southwestern Naturalist*, 103-110.

Ramírez-Morales. E. A. (2019). Ecología térmica de una población de la lagartija de vientre rosa *Sceloporus variabilis* (Squamata: Phrynosomatidae) ubicada en los alrededores de Paso Canoa al Norte de Oaxaca. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. UNAM.

Rock, J., A. Cree, & R. M. Andrews. (2002). The effect of reproductive condition on thermoregulation in a viviparous gecko from a cool climate. *Journal of Thermal Biology* 27(1), 17-27.

Ruíz-Barrios, M. R. (2015). Ecología térmica de la lagartija *Plestiodon lynxe* (Squamata: Scincidae), en el municipio de Ixtacamaxtitlan, Puebla. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. UNAM.

Schmitz, A., P. Mausfeld, & D. Embert. (2004). Molecular studies on the genus *Eumeces* Wiegmann, 1834: phylogenetic relationships and taxonomic implications. *HAMADRYAD-MADRAS*-, 28, 73–89.

Schwarzkopf, L., & R. Shine. (1991). Thermal biology of reproduction in viviparous skinks, *Eulamprus tympanum*: why do gravid females bask more?. *Oecologia* 88, 562–569.

SEMARNAT. (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. Tomo DCLXX. México, CDMX; SEMARNAT. 78

Smith, H. M. (2005) *Plestiodon*: A replacement name for most members of the genus *Eumeces* in North America. *Journal of Kansas Herpetology*, 14, 15–16.

Stat Soft Inc. Statistica (data analysis software system), versión 8. 2007.

StatPoint Technologies, Inc. STATGRAPHICS Centurion XVI, versión 16.1.03 (32 bits). 2010.

Vázquez-Trejo, K. A. (2018). Ciclos reproductivos y de los cuerpos grasos de la lagartija vivípara *Plestiodon indubitatus* (Squamata: Scincidae) en el poblado de Landa, municipio de Taxco de Alarcón, Guerrero. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM.

Verdugo-Molina, J. E. (2014). Eficiencia en la termorregulación de *Phrynosoma solare* (Squamata: Phrynosomatidae) en Hermosillo, Sonora. Tesis de Licenciatura. División de Ciencias Biológicas y de la Salud. Universidad de Sonora.

Vitt, L. J., & J. P. Caldwell. (2013). Herpetology: an introduction biology of amphibians and reptiles. Cuarta edición. Academic Press, San Diego, California, E.E.U.U.

Vitt, L. J., & E. R. Pianka. (2004). Historical patterns in lizard ecology: what teiids can tell us about lacertids. *The biology of lacertid lizards: evolutionary and ecological perspectives*, 8, 139-157.

Vitt, L. J., & W. E. Cooper Jr. (1986). Skink Reproduction and Sexual Dimorphism: *Eumeces fasciatus* in the Southeastern United States, with Notes on *Eumeces inexpectatus*. *Journal of Herpetology*, 65-76.

Villavicencio, H. J., J. C. Acosta., G. M. Blanco., & J. A. Marinero. (2012). Ecología térmica de la lagartija endémica *Liolaemus eleodori* (Iguania: Liolaemidae) en el Parque Nacional San Guillermo, San Juan, Argentina. *Multequina*, (21), 1-7.

Woolrich-Piña, G. A., J. A. Lemos-Espinal, L. Oliver-López, M. E. Calderón-Méndez, J. E. González-Espinoza, F. Correa-Sánchez, & R. Montoya-Ayala. (2006). Ecología térmica de una población de la lagartija *Sceloporus grammicus* (Iguanidae: Phrynosomatidae) que ocurre en la zona Centro-Oriente de la Ciudad de México. *Acta zoológica mexicana*, 22(2), 137-150.

Youssef, M. K., S. C. Adolph, & J. Q. Richmond. (2008). Evolutionarily conserved thermal biology across continents: The North American lizard *Plestiodon gilberti* (Scincidae) compared to Asian *Plestiodon*. *Journal of Thermal Biology*, 33(5), 308-312.

Zar, J. H. (2010). Biostatistical analysis. Quinta edición. Pearson, Upper Saddle River, New Jersey, E.E.U.U.