

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**LA MOLINA**

**FACULTAD DE CIENCIAS**



**“ECOLOGÍA TÉRMICA DE LA LAGARTIJA *Liolaemus* sp.  
ALREDEDOR DEL PROYECTO “CONSTANCIA”,  
DEPARTAMENTO DE CUSCO, DURANTE EL 2014  
(TEMPORADA SECA Y HÚMEDA)”**

Presentada por:

**Jose Nivardo Malqui Uribe**

Tesis para optar el título profesional de:

**BIÓLOGO**

Lima - Perú

2019

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**LA MOLINA**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**“ECOLOGÍA TÉRMICA DE LA LAGARTIJA *Liolaemus* sp.  
ALREDEDOR DEL PROYECTO “CONSTANCIA”  
DEPARTAMENTO DE CUSCO, DURANTE EL 2014  
(TEMPORADA SECA Y HÚMEDA)”**

Presentada por:

**Jose Nivardo Malqui Uribe**

Tesis para Optar el Título Profesional de:

**BIÓLOGO**

Sustentada y aprobada por el siguiente jurado:

---

Mg. Sc. Zulema Quinteros Carlos  
**PRESIDENTE**

---

Mg. Sc. German Arellano Cruz  
**MIEMBRO**

---

Mg. Sc. Claudia Caro Vera  
**MIEMBRO**

---

Dra. Marta Williams León de Castro  
**ASESORA**

## **Agradecimientos**

A mí asesora la Mg. Sc. Martha Williams de Castro, por su apoyo constante en todo este trabajo de investigación, consejos, sugerencias y tener confianza en mí para la realización de la tesis.

A CORBIDI, por el apoyo logístico recibido a través de su proyecto de monitoreo de anfibios y reptiles.

A German Chávez, por todo su apoyo tanto fuera como dentro del proyecto, por compartir sus conocimientos, consejos, sugerencias y su gran amistad.

A Pablo Venegas, Director de la colección de Herpetología de CORBIDI, por todo su apoyo y su gran amistad.

A Silvana Álvarez por su apoyo en campo.

A Marco Enciso por su apoyo en campo.

A Hudbay minerals, por todas las facilidades en sus instalaciones, permisos y su buena disponibilidad en todo el tiempo de trabajo.

A Caty Cosmopolis de Chávez por su ayuda en la construcción del mapa de ubicación del trabajo de investigación. (Fig. 1).

A todos mis amigos y compañeros que compartieron alguna vez conmigo a lo largo de la vida, por su amistad y buenos momentos.

Y finalmente a ti, que te tomas un tiempo para leer este trabajo.

## INDICE GENERAL

<b>RESUMEN .....</b>	<b>vi</b>
<b>SUMMARY .....</b>	<b>vii</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>4</b>
2.1 Ecología Térmica.....	4
2.2 Termorregulación .....	4
2.3 Temperatura como variable ambiental influyente en reptiles. ....	5
2.4 Género <i>Liolaemus</i> .....	6
2.5 <i>Liolaemus</i> sp.....	6
2.6 Taxonomía.....	7
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>8</b>
3.1 Área de estudio .....	8
3.2 Fase de Campo.....	10
3.3 Análisis de datos.....	10
3.4 Materiales: .....	11
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>12</b>
4.1 Resultados .....	12
4.1.1 Pruebas de Normalidad .....	12
4.1.2 Temperaturas corporales ( $T_c$ ).....	14
4.1.3 Temperatura del aire ( $T_a$ ).....	16
4.1.4 Temperatura del sustrato ( $T_s$ ).....	17
4.1.5 Relación entre la temperatura corporal ( $T_c$ ) y la temperatura ambiental ( $T_a, T_s$ ) .....	18
4.1.6 Patrones de actividad diaria.....	21
4.2 Discusión.....	22
4.2.1 Temperatura corporal.....	22
4.2.2 Relación entre la temperatura corporal ( $T_c$ ) y la temperatura ambiental ( $T_a, T_s$ ) .....	23
4.2.3 Patrones de actividad diaria.....	25
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>27</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>28</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>29</b>

<b>VIII. ANEXOS .....</b>	<b>38</b>
---------------------------	-----------

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Prueba de bondad de ajuste de Shapiro-Wilk para normalidad de la temperatura corporal ( $T_c$ ), del aire ( $T_a$ ), del sustrato ( $T_s$ ), para la temporada húmeda..	12
<b>Tabla 2:</b> Prueba de bondad de ajuste de Shapiro-Wilk para normalidad de la temperatura corporal ( $T_c$ ), del aire ( $T_a$ ), del sustrato ( $T_s$ ), para la temporada seca. ....	12
<b>Tabla 3:</b> Prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov-Smirnova para normalidad de la temperatura corporal ( $T_c$ ), del aire ( $T_a$ ), del sustrato ( $T_s$ ), para la temporada húmeda y seca.....	13
<b>Tabla 4:</b> Prueba de bondad de ajuste de Shapiro-Wilk para normalidad de la temperatura corporal ( $T_c$ ), por sexo (macho y hembra), para la temporada húmeda. ....	13
<b>Tabla 5:</b> Prueba de bondad de ajuste de Shapiro-Wilk para normalidad de la temperatura corporal ( $T_c$ ), por sexo (macho y hembra), para la temporada seca.....	13
<b>Tabla 6:</b> Prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov-Smirnova para normalidad de la temperatura corporal ( $T_c$ ), por sexo (macho y hembra), para ambas temporadas.....	14
<b>Tabla 7:</b> Temperatura corporal de <i>Liolaemus</i> sp. ( $T_c$ en °C), mostrando Media $\pm$ Desviación estándar. Rango de temperaturas entre paréntesis.....	15
<b>Tabla 8:</b> Temperatura del aire ( $T_a$ en °C), mostrando Media $\pm$ Desviación estándar. Intervalos de temperaturas entre paréntesis.....	16
<b>Tabla 9:</b> Temperatura del sustrato ( $T_s$ en °C), mostrando Media $\pm$ Desviación estándar. Rangos de temperaturas entre paréntesis.....	17

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Individuos de <i>Liolaemus</i> sp. : A - C) Machos; B – D) Hembras (fotos: German Chávez) .....	7
<b>Figura 2:</b> Ubicación de la localidad de muestreo en el distrito de Livitaca, Provincia de Chumbivilcas, Región Cusco.....	8
<b>Figura 3:</b> Habitat de evaluación de <i>Liolaemus</i> sp.....	9
<b>Figura 4:</b> Diagrama de cajas comparando las temperaturas corporales de machos y hembras en ambas temporadas. ( $T_c$ en °C). .....	15
<b>Figura 5:</b> Diagrama de cajas comparando las temperaturas del aire en ambas temporadas. ( $T_a$ en °C). .....	16
<b>Figura 6:</b> Diagrama de cajas comparando las temperaturas del sustrato en ambas temporadas. ( $T_s$ en °C).....	17
<b>Figura 7:</b> Diagrama de dispersión entre temperatura corporal ( $T_c$ ), la temperatura del aire ( $T_a$ ) durante la temporada seca .....	18
<b>Figura 8:</b> Diagrama de dispersión entre temperatura corporal ( $T_c$ ), la temperatura del sustrato ( $T_s$ ) durante la temporada seca.....	19
<b>Figura 9:</b> Diagrama de dispersión entre temperatura corporal ( $T_c$ ), la temperatura del aire ( $T_a$ ) durante la temporada húmeda.....	20
<b>Figura 10:</b> Histograma de actividad de <i>Liolaemus</i> sp. durante la temporada húmeda. .	21
<b>Figura 11:</b> Histograma de actividad de <i>Liolaemus</i> sp.durante la temporada seca.....	21

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1:</b> Información generada en campo durante la temporada húmeda.....	38
<b>Anexo 2:</b> Información generada en campo durante la temporada seca. ....	39
<b>Anexo 3:</b> Temperatura de sustrato ( $T_s$ ) registrados por las distintas especies y temperaturas corporales registradas en campo ( $T_c$ ) y en condiciones de laboratorio ( $T_{sel}$ ). Los datos se entregan con promedio $\pm$ EE ( $^{\circ}$ C). En paréntesis esta el tamaño muestral. ....	40



## RESUMEN

Se estudiaron aspectos de la temperatura corporal de campo y tiempo de actividad del lagarto andino *Liolaemus* sp. Que forma parte de un ecosistema a 4370 m de altitud en el departamento de Cusco, provincia de Chumbivilcas, Perú. Los datos fueron colectados en los meses de febrero y junio del 2014, se registró la temperatura cloacal ( $T_c$ ), sustrato ( $T_s$ ) y aire ( $T_a$ ), con un termómetro de lectura rápida, los registros de actividades se realizaron sistemáticamente entre las 9 y 16 hs. *Liolaemus* sp. presentó una media corporal de 23.4 °C siendo la temperatura mínima 15.8 °C y la máxima 33.7 °C, la temperatura corporal de campo se relacionó levemente con la temperatura del aire y la del sustrato en la temporada seca, pero no se halló asociación con la temperatura del sustrato en la temporada húmeda. No se encontró diferencia en la temperatura corporal entre sexos. Presento un patrón de actividad unimodal. El comportamiento de asoleamiento durante la mayor parte del tiempo de actividad parece ser fundamental para lograr temperaturas corporales estables en este ambiente riguroso.

Palabras clave: *Liolaemus*, termorregulación, patrones de actividad, ecología térmica.

## SUMMARY

We studied aspects of the field body temperature and time of activity of Andean lizard *Liolaemus* sp. That are part of an ecosystem at 4370 m altitude in the Cusco department, province of Chumbivilcas, Perú. The data were collected in the month of February and June 2014, the cloacal temperature ( $T_c$ ), substrate ( $T_s$ ) and air ( $T_a$ ) were recorded with a quick-read thermometer, the records of activities were done systematically between 9 and 16 hs. *Liolaemus* sp. presented a body average of 23.4 °C being the minimum temperature 15.8 °C and the maximum 33.7 °C, the body temperature of field was slightly related to the temperature of the air and the substrate in the dry season, but no association was found with the substrate temperature in the wet season. No differences were found in body temperature between sexes. Showed a pattern of activity unimodal. The basking behavior during most of the time of activity seems to be crucial for achieving stable body temperatures in this harsh environment.

Key words: *Liolaemus*, thermoregulation, activity patterns, thermal ecology.

## I. INTRODUCCIÓN

El calor es una de las fuentes de energía más importantes en todos los procesos biológicos, por lo que los ectotermos han desarrollado varias estrategias para la obtención de este recurso a través de la termorregulación (Huey, 1982). El estudio de la termorregulación es esencial para entender la ecología y distribución de las especies (Huey, 1982; Shine & Kearney, 2001; Seebacher & Shine, 2004).

La temperatura corporal es la variable ecofisiológica más influyente en el funcionamiento de ectotermos, ya que afecta directamente su adecuación biológica a través del efecto en el desempeño de la locomoción, habilidad de caza, funciones inmunológicas, tasas de forrajeo, crecimiento y metabolismo (Espinoza & Tracy, 1997; Angilletta et al., 2002; Labra & Vidal, 2003; Clarke, 2006; Labra et al., 2008).

Los ectotermos tienden a seleccionar un rango de temperatura en el que todas las funciones pueden aprovecharse al máximo (Cowles & Bogert, 1944) y mantener su temperatura corporal cercana a su temperatura óptima fisiológica a través de mecanismos comportamentales (Castilla et al., 1999).

Hay pocos estudios sobre las relaciones entre el cuerpo y temperaturas ambientales en reptiles peruanos (Huey, 1974; Pérez, 2005; Catenazzi et al., 2005; Jordán, 2010). La mayor cantidad de trabajos de este tipo en el género *Liolaemus* se han generado en Argentina y Chile. *Liolaemus* sp. Sería una especie nueva para la ciencia. En la actualidad no presenta ninguna categorización, es insuficientemente conocida y sería considerada endémica. Actualmente se está trabajando en la descripción de la especie, que al parecer tendría alguna afinidad con *Liolaemus annectens*. Las revisiones posteriores esclarecerán el panorama de esta especie.

*Liolaemus* sp. Es una lagartija presente de la provincia de Chumbivilcas, que pertenecería al grupo *montanus*. Estas se caracterizan por poseer escamas dorsales lisas,

redondeadas o triangulares, subimbricadas o cercanamente yuxtapuestas, con la tibia en forma de hoja y el musculo tibialis anterior hipertrofiado (Valladares et. al., 2002). A la fecha *Liolaemus* sp. Se encuentra en proceso de descripción taxonómica, no está categorizada, y no existe información ecológica. Los estudios de ecología térmica en *Liolaemus* sp. Serían muy importantes porque permitirían ver si las variaciones en la temperatura afectan su conservación, reproducción y comportamiento.

*Liolaemus* sp. Es un ejemplo de adaptación a un ecosistema particular, cuya condición hace que sea más vulnerable a las modificaciones ambientales, agravándose al verse interrumpido su hábitat por las operaciones del proyecto minero Constancia. El proyecto minero Constancia, opera desde el año 2011 en la zona y sus operaciones podrían afectar el hábitat de esta especie.

Por otro lado, en la actualidad se tienen los efectos del cambio climático, por lo que es de vital importancia entender los requerimientos térmicos de *Liolaemus* sp. Los cambios aludidos afectan la supervivencia y distribución de esta especie, por lo cual es necesario obtener medidas térmicas a escalas menores que las utilizadas habitualmente, para poder cuantificar las condiciones térmicas que perciben pequeños organismos en su ambiente. En otros países el cambio climático ha producido la pérdida de especies, por lo que los estudios de ecología térmica se tornan muy importantes.

Las lagartijas, como el resto de los reptiles, son organismos ectotermos, es decir, asumen pasivamente la temperatura del medio y tienen una temperatura preferida para sus diferentes actividades. Por ejemplo, se ha observado que la temperatura preferida está relacionada con el funcionamiento óptimo de aspectos como la digestión y la velocidad de desplazamiento (Huey & Bennet, 1987; Bauwens et al., 1995; Angilletta et al., 2002). Cuando hay variaciones de temperatura en el medio, las lagartijas responderían al cambio mediante una modificación en su comportamiento a través de movimientos entre áreas con altas temperaturas y bajas temperaturas, para asegurar así una temperatura cercana a la temperatura preferida. Además *Liolaemus* sp. Es una especie que se encuentra desde los 4000 msnm hasta los 4700 msnm teniendo como hábitats principales los roquedales y pajonales. Por lo tanto, en este estudio el objetivo principal es describir la ecología térmica de *Liolaemus* sp. En las inmediaciones del

proyecto minero Constancia durante la temporada seca y la húmeda del año 2014. Este objetivo se deriva en los siguientes objetivos específicos:

- Medir la temperatura corporal profunda promedio de *Liolaemus* sp. en condiciones naturales.
- Calcular el rango de variación de la temperatura corporal profunda desde las 9 a.m. hasta las 16 p.m. durante 7 días de la temporada seca y de la temporada húmeda.
- Medir la temperatura del aire en que se encuentra la lagartija desde las 9 a.m. hasta las 16 p.m.
- Medir la temperatura del sustrato en que se encuentran las lagartijas desde las 9 a.m. hasta las 16 p.m.
- Relacionar la temperatura del animal con la del ambiente (aire y sustrato).
- Medir y comparar la temperatura corporal profunda promedio de los individuos machos y hembras de *Liolaemus* sp.
- Calcular y comparar los patrones de actividad de la lagartija en la temporada seca y en la húmeda.

Los estudios sobre termorregulación en reptiles ayudan a entender la ecología y distribución de sus especies (Huey, 1982; Shine & Kearney, 2001; Sartorius et al., 2002; Seebacher & Shine, 2004; Navarro-García et al., 2008), lo cual es vital para protegerlas y conservarlas. Por otro lado, en las inmediaciones del proyecto Constancia se están ejecutando acciones que están causando la pérdida del hábitat de esta especie, aunado esto a las actividades agrícolas de la zona. Además, dados los procesos de cambio climático que están ocurriendo a nivel mundial el estudio de la ecología térmica de esta especie permitirá tomar decisiones para evitar su desaparición.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1 Ecología Térmica**

La biología térmica es clave en estudios ecofisiológicos en ectotermos. De hecho, la temperatura rige muchos aspectos de la ecología, fisiología y evolución de los ectotermos, siendo por ende un factor sumamente importante en sus historias de vida (Avery, 1982; Adolph & Porter, 1993). En las últimas décadas un gran número de estudios en esta área ha salido a la luz (Angilletta, 2009).

La ecología térmica de lagartijas puede relacionarse con la condición reproductiva de las hembras, tanto en especies ovíparas como vivíparas (Vrcibradic & Rocha, 2004). Esta relación puede establecerse debido a que la temperatura apropiada para optimizar el desarrollo embrionario tal vez difiera de la temperatura corporal alcanzada por las hembras (Andrews et al., 1997).

### **2.2 Termorregulación**

La regulación de la temperatura en los animales, y específicamente en las lagartijas es una de las temáticas sobre las cuales se han generado muchas interrogantes. Uno de los trabajos que ha sido considerado como la base de la mayoría de estudios sobre biología termal en las lagartijas es el desarrollado por Cowles y Borget (1944), con el que se demuestra que una creencia mantenida desde la época de Aristóteles, en la que se clasificaba a los animales en organismos de sangre fría y de sangre caliente, y que las lagartijas eran capaces de tolerar temperaturas extremadamente altas, es errónea.

La investigación realizada propiamente por Cowles y Borget (1944), indica que las lagartijas pueden regular la temperatura de su cuerpo con considerable precisión y que el nivel al cual la temperatura es regulada es característico de cada especie. Esta

temperatura corporal puede ser regulada por mecanismos conductuales y fisiológicos que permiten a las lagartijas mantener intervalos de temperaturas corporales máximos y mínimos (Ballinger et al., 1970; Huey & Pianka, 1977; Hertz, 1981; Stevenson, 1985<sup>a</sup>; Huey & Bennett, 1987; Brown, 1996; Lemos-Espinal et al., 1997<sup>a</sup>; Angilletta et al., 1999), debido a las variaciones diarias, estacionales y geográficas en la temperatura ambiental (Huey & Slatkin, 1976; Hertz & Huey, 1981; Stevenson, 1985<sup>b</sup>; Bauwens et al., 1996; Belliure et al., 1996).

Así mismo, en los lugares en los que las medias ambientales son más elevadas se tienen temporadas con temperaturas más favorables para los procesos fisiológicos de la lagartija. De esta manera, los periodos de alimentación se pueden prolongar y consecuentemente se incrementa la ganancia energética a costa de la reproducción futura (Bueno & López-Urrutia, 2012). En contraste, en ambientes con climas templados o fríos el periodo favorable es más corto y consecuentemente hay menos tiempo disponible para alimentarse y transferir energía para la reproducción, lo que puede limitar el número de puestas, llegando en algunos casos a ciclos reproductivos bianuales o trianuales (Ibargüengoytía & Cussac, 1996; Boretto e Ibargüengoytía, 2006, 2009; Boretto et al., 2007; Meiri et al., 2013).

### **2.3 Temperatura como variable ambiental influyente en reptiles.**

Se ha observado que la temperatura del cuerpo en las lagartijas está relacionada significativamente con la temperatura del aire y del sustrato (Huey & Pianka, 1977). La temperatura ambiental es uno de los factores que más condicionan la existencia y distribución de los seres vivos, afectando a un gran número de procesos fisiológicos y bioquímico que se producen dentro de ellos. Los reptiles, al igual que en la mayoría de los ectotermos, no sólo deben preocuparse por la temperatura del entorno, sino por alcanzar y mantener una temperatura corporal óptima, que les permita realizar funciones vitales tan importantes como el crecimiento, la alimentación o la reproducción (Huey, 1982). Pero no todas las especies muestran la misma preferencia en su temperatura corporal, sino que cada una seleccionará un rango propio de temperatura corporal en el cual realizará con mayor eficiencia su actividad (Avery, 1982; Browker et al., 1986; Van Damne et al., 1989; Spencer & Grimmond, 1994; Melville & Schulte, 2001).

Debido a estas diferencias en la selección de la temperatura corporal óptima de cada especie, se producen diferencias en el uso de los distintos microhábitat existentes en el medio. Cada microhábitat posee una temperatura propia distinta a la del resto, que varía según factores como la inercia térmica del sustrato que lo compone, la estructura de la vegetación predominante o la temperatura ambiental (Hertz et al., 1993).

La fuente primaria de energía térmica puede ser el sustrato o el sol. En una termorregulación tigmotérmica (tigmo = contacto), el calor es ganado por conducción con la superficie por lo que temperatura corporal se correlaciona mejor con temperatura del sustrato. Por el contrario, en una termorregulación heliotérmica (helio = sol), el calor es ganado por radiación solar directa y la temperatura corporal se correlaciona mejor con la temperatura del aire. En el género *Liolaemus* existen especies básicamente tigmotermas (Villavicencio et al., 2006<sup>a</sup>; Bujes & Verrastro, 2006) hasta preferentemente heliotérmicas (Cánovas et al. 2006).

#### **2.4 Género *Liolaemus***

*Liolaemus* constituye el segundo género más diverso en el continente después del género *Anolis* con más de 260 especies descritas hasta la fecha y cuya distribución en Sudamérica se encuentra desde Tierra del Fuego en Argentina y Chile, hasta Perú pasando por Paraguay, Bolivia, Uruguay y Brasil (Pincheira–Donoso & Núñez, 2005). Las causas de esta sorprendente diversidad deben buscarse fundamentalmente en los fenómenos geológicos del levantamiento de los Andes así como de los cordones montañosos pre andinos. Las grandes alturas y depresiones formadas provocaron el aislamiento de numerosas poblaciones y la consiguiente especiación, por ello no es raro que se continúe descubriendo nuevas formas para este género (Lobo & Kretzschmar, 1996).

#### **2.5 *Liolaemus* sp.**

*Liolaemus* sp. Es una especie altoandina que pertenece al grupo montanus, las que se caracterizan por poseer escamas dorsales lisas, redondeadas o triangulares, subimbricadas o cercanamente yuxtapuestas, con la tibia en forma de hoja y el músculo tibialis anterior hipertrofiado (Valladares et. al., 2002). *Liolaemus* pertenece al sub



grupo de especies que no presenta un agrandamiento de las escamas de la región media posterior del muslo. Dentro de este grupo están incluidas varias especies peruanas, bolivianas, chilenas y argentinas, siendo un total de 37 especies (Abdala & Quinteros, 2008). Presenta un marcado dicromatismo sexual (carácter común en las especies del grupo montanus) presentando los machos una coloración llamativa que va del naranja, al rojo o del verde claro al verde oscuro. En cambio, las hembras presentan una coloración más sobria que va del gris al pardo oscuro. Esto puede apreciarse en la figura 1.



**Figura 1. Individuos de *Liolaemus* sp. : A - C) Machos; B - D) Hembras (fotos: German Chávez)**

## **2.6 Taxonomía**

- Reino: Animalia
- Filo: Chordata
- Clase: Reptilia
- Orden: Squamata
- Familia: Liolaemidae
- Genero: *Liolaemus*
- Especie: *Liolaemus* sp.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Área de estudio

El estudio se realizó en las inmediaciones del proyecto Constanza, distrito de Livitaca, en la Provincia de Chumbivilcas, Región Cusco. Coordenadas  $14^{\circ}26'30.57''\text{S}$  y  $71^{\circ}45'57.00''\text{W}$ , 4370. (Figura 2). Esta es un área que se caracteriza



**Figura 2. Ubicación de la localidad de muestreo en el distrito de Livitaca, Provincia de Chumbivilcas, Región Cusco.**

Por la predominancia de gramíneas del género *Stipa* sp. “Ichu”, lo que hace que sean llamados “pajonales” por la apariencia seca de estas plantas. El terreno presenta agrupaciones grandes de rocas que pueden estar sobre el suelo o insertadas en éste. La vegetación arbórea es inexistente, hay muy poca vegetación herbácea y algunas asociaciones de algas y hongos sobre las rocas. Esta área por su ubicación geográfica corresponde a la ecorregión de Puna de Brack Egg (1986). Es posible apreciar el hábitat en la figura 3.



Figura 3. Habitat de evaluación de *Liolaemus* sp.

### **3.2 Fase de Campo**

Para determinar la ecología térmica de la especie se efectuó el registro de especímenes durante la temporada húmeda en el mes de febrero, y la temporada seca en el mes de junio del año 2014, a través de dos métodos ampliamente utilizados y muy efectivos en distintos hábitats: los transectos lineales y los relevamientos por encuentros visuales (REV), metodologías profundamente analizadas además por Heyer et.al. (1994). Para la primera se utilizaron transectos de 100 m de largo y 4 m de ancho, desde las 9:00 hasta las 16:00 horas. Se registró todos los individuos observados, se capturaron por medio manual e inmediatamente después de su captura se registró:

- El sexo
- La hora de captura
- La temperatura corporal profunda (Tc)
- La temperatura del sustrato (Ts)
- La temperatura del aire (Ta)
- Condición de radiación del microhábitat
- Peso
- Talla

La temperatura corporal profunda (Tc) (Temperatura cloacal) con un termómetro de penetración, la temperatura del sustrato (Ts) (termómetro a la sombra, sobre el sustrato ocupado por la lagartija) con un termómetro infrarrojo, la temperatura del aire (Ta) a 3 cm del suelo sobre el sustrato y a sombra para no alterar la medida del termómetro, con base en el protocolo de Woolrich et al. (2006). Todas las temperaturas se tomaron hasta que se estabilice la medida. Se tomó la hora de observación, para determinar la hora de actividad, el microhábitat y la condición de radiación del microhábitat (completamente soleado, sol filtrado o sombra). Todas las lagartijas que requirieron un esfuerzo mayor de captura de 2 minutos fueron excluidas de los registros para el análisis de temperatura. Para determinar los patrones de actividad se tomó en consideración el orden de aparición el cual depende del aumento progresivo de la temperatura del microhábitat a medida que avanzan las horas del día.

### **3.3 Análisis de datos**

Para el análisis de datos de Tc profunda se utilizó la estadística descriptiva. Para el análisis de diferencias en Tc profunda entre las temporadas y entre sexos de cada

temporada se realizó la prueba de normalidad en caso de muestras menores a 50 la prueba seleccionada fue Shapiro Wilks, mientras que para muestras mayores a 50 se utilizó la prueba de Kolmogórov-Smirnov. En base a este resultado se decidió en usar el análisis de la prueba de T de student.

Para determinar si existe alguna relación entre Ts y Ta con la Tc profunda se efectuó un análisis de correlación y se determinó que curva logró el mejor ajuste según el coeficiente de determinación. Para el análisis de diferencias entre los patrones de actividad de la lagartija en la temporada seca y húmeda se utilizó la prueba de chi-cuadrado. Para las pruebas estadísticas se utilizó el programa estadístico IBM SPSS Statistics 20.

### **3.4 Materiales:**

- Termómetro de penetración checktemp.
- Libreta de campo.
- Cámara fotográfica.
- Termómetro ambiental digital.
- Termómetro infrarrojo
- Lapiceros
- Laptop

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Resultados

#### 4.1.1 Pruebas de Normalidad

A continuación en las tablas (tabla 1 a la tabla 6) se muestran las pruebas de normalidad para los datos empleados, de las temperaturas corporales profundas ( $T_c$ ) de los individuos adultos capturados, temperaturas del aire ( $T_a$ ), temperaturas del sustrato ( $T_s$ ), de la temporada seca, húmeda y ambas temporadas.

**Tabla 1. Prueba de bondad de ajuste de Shapiro-Wilk para normalidad de la temperatura corporal ( $T_c$ ), del aire ( $T_a$ ), del sustrato ( $T_s$ ), para la temporada húmeda.**

Temporada Húmeda	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig
Temperatura corporal	,974	32	,620
Temperatura de la superficie	,981	32	,823
Temperatura del aire	,950	32	,143

Se observa que para un nivel de significancia de 0.05 el (p-valor>0.05) en cada uno de los casos, lo cual indica que los datos siguen una distribución normal.

**Tabla 2 Prueba de bondad de ajuste de Shapiro-Wilk para normalidad de la temperatura corporal ( $T_c$ ), del aire ( $T_a$ ), del sustrato ( $T_s$ ), para la temporada seca.**

Temporada seca	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig
Temperatura corporal	,970	25	,652
Temperatura de la superficie	,947	25	,213
Temperatura del aire	,979	25	,873

Se observa que para un nivel de significancia de 0.05 el (p-valor>0.05) en cada uno de los casos, lo cual indica que los datos siguen una distribución normal.

**Tabla 3 Prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov-Smirnova para normalidad de la temperatura corporal ( $T_c$ ), del aire ( $T_a$ ), del sustrato ( $T_s$ ), para la temporada húmeda y seca.**

Prueba de Normalidad

	Kolmogorov-Smirnova		
	Estadístico	gl	Sig
Temperatura corporal	,102	57	,200*
Temperatura de la superficie	,086	57	,200*
Temperatura del aire	,058	57	,200*

\*. Este es un límite inferior de la significación verdadera  
a. Corrección de la significación de Lilliefors

Se observa que para un nivel de significancia de 0.05 el ( $p\text{-valor} > 0.05$ ) en cada uno de los casos, lo cual indica que los datos siguen una distribución normal.

**Tabla 4 Prueba de bondad de ajuste de Shapiro-Wilk para normalidad de la temperatura corporal ( $T_c$ ), por sexo (macho y hembra), para la temporada húmeda.**

Prueba de Normalidad

Temporada Húmeda	Sexo de la Lagartija	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig
Temperatura corporal	Hembra	,896	13	,118
	Macho	,983	19	,972

Se observa que para un nivel de significancia de 0.05 el ( $p\text{-valor} > 0.05$ ) en cada uno de los casos, lo cual indica que los datos siguen una distribución normal.

**Tabla 5 Prueba de bondad de ajuste de Shapiro-Wilk para normalidad de la temperatura corporal ( $T_c$ ), por sexo (macho y hembra), para la temporada seca.**

Prueba de Normalidad

Temporada Seca	Sexo de la Lagartija	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig
Temperatura corporal	Hembra	,950	13	,598
	Macho	,951	12	,647

Se observa que para un nivel de significancia de 0.05 el ( $p\text{-valor} > 0.05$ ), lo cual indica que los datos siguen una distribución normal.

**Tabla 6 Prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov-Smirnova para normalidad de la temperatura corporal ( $T_c$ ), por sexo (macho y hembra), para ambas temporadas.**

Prueba de normalidad							
	Sexo de la Lagartija	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig	Estadístico	gl	Sig
Temperatura corporal	Hembra	,129	26	,200*	,923	26	,052
	Macho	,106	31	,200*	,986	31	,951

\*. Este es un límite inferior de la significación verdadera

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Se observa que para un nivel de significancia de 0.05, en el caso de las hembras en la prueba de Shapiro-Wilk se observa un p-valor mayor a 0.05 pero muy próximo a este, por lo cual se decidió tomar de apoyo la prueba de Kolmogorov-Smirnov obteniéndose también un ( $p\text{-valor} > 0.05$ ), lo cual indica que los datos siguen una distribución normal.

#### 4.1.2 Temperaturas corporales ( $T_c$ )

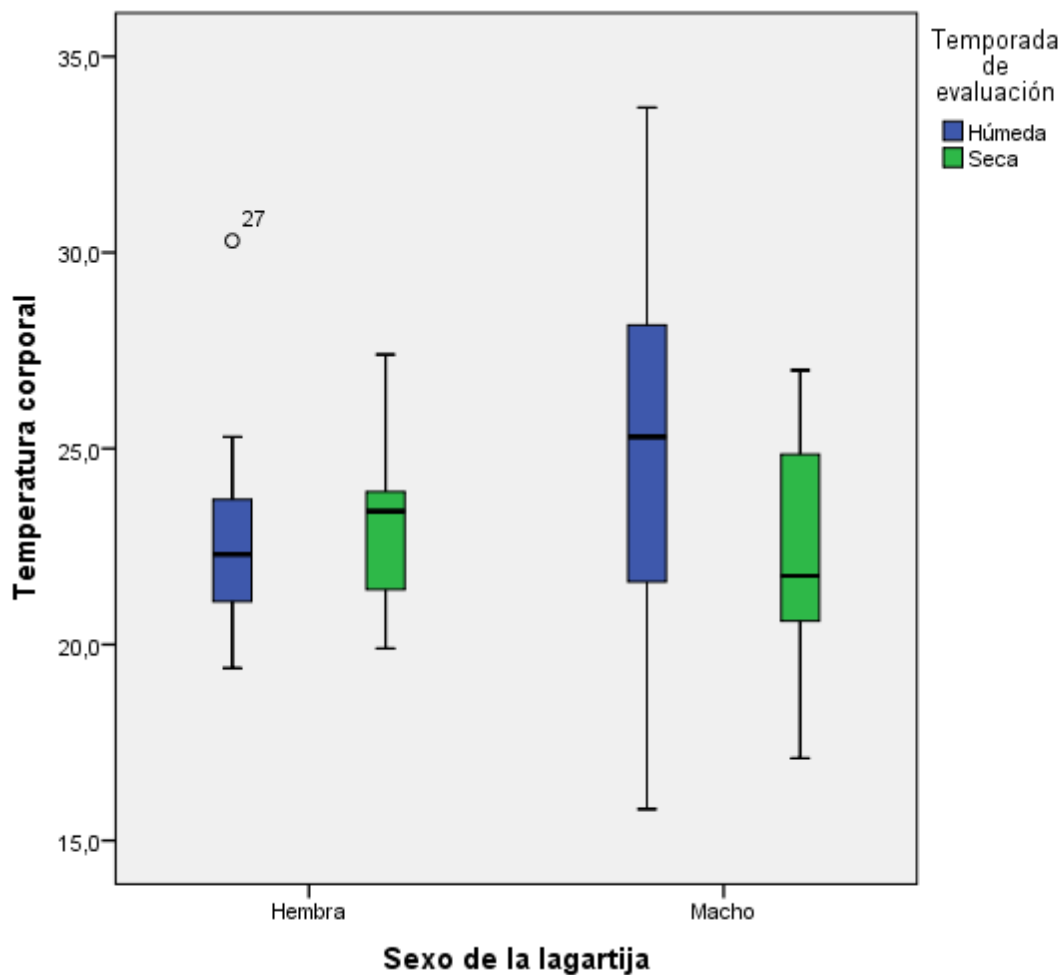
En la temporada húmeda, *Liolaemus* sp. Presento una temperatura corporal ( $T_c$ ) promedio de  $24.09 \pm 4.1$  °C. El promedio de la  $T_c$  en los machos fue de  $24.98 \pm 4.6$  °C, mientras que las hembras presentaron una  $T_c$  promedio de  $22.79 \pm 2.9$  °C. Durante la temporada seca *Liolaemus* sp. Presentó una  $T_c$  promedio de  $22.56 \pm 2.5$  °C. El promedio de la  $T_c$  en los machos fue de  $22.15 \pm 3.0$  °C, mientras que las hembras presentaron una  $T_c$  promedio de  $22.95 \pm 1.9$  °C. (Tabla 7). La  $T_c$  entre sexos no fue estadísticamente diferente, con lo cual individuos machos y hembras mantienen temperaturas corporales similares tanto en la temporada seca ( $t=0.778$ ;  $P>0.05$ ) como en la húmeda ( $t= -1.635$ ;  $P>0.05$ ). Al comparar la  $T_c$  entre temporadas de muestreo tampoco se encontró diferencias significativas ( $t=1.722$ ,  $P>0.05$ ), con lo cual la temperatura corporal se mantiene similar durante estas dos temporadas.



**Tabla 7** Temperatura corporal de *Liolaemus* sp. ( $T_c$  en °C), mostrando Media  $\pm$  Desviación estándar. Rango de temperaturas entre paréntesis

Especie	Temporada húmeda		Temporada seca	
	N	$T_c$	N	$T_c$
<i>Liolaemus</i> sp.	32	24.09 $\pm$ 4.1 (15.8- 33.7)	25	22.56 $\pm$ 2.5 (17.1 - 27.4)
Machos	19	24.98 $\pm$ 4.6	13	22.15 $\pm$ 3.0
Hembras	13	22.79 $\pm$ 2.9	12	22.95 $\pm$ 1.9

En la figura 4 se observa que los individuos machos en temporada húmeda presentaron una  $T_c$  media de 24.98 °C, la media más alta registrada y en temporada seca 22.15 °C, la más baja de las medias obtenidas, las hembras en temporada húmeda presentaron una  $T_c$  media de 22.79 °C y en la temporada seca 22.95 °C.



**Figura 4.** Diagrama de cajas comparando las temperaturas corporales de machos y hembras en ambas temporadas. ( $T_c$  en °C).

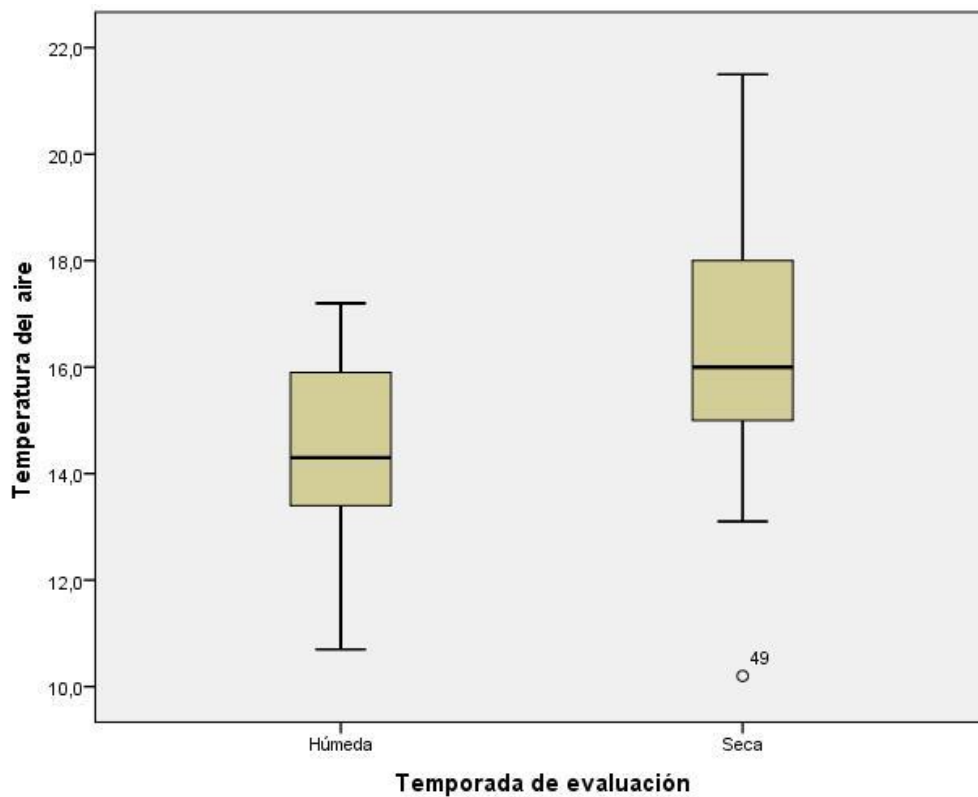
### 4.1.3 Temperatura del aire ( $T_a$ )

En la temporada húmeda, el área de muestreo presentó una temperatura del aire ( $T_a$ ) promedio de  $14.4 \pm 1.75$  °C. Mientras que durante la temporada seca la  $T_a$  promedio fue  $16.3 \pm 2.45$  °C (Tabla 8). Al comparar la  $T_a$  entre temporadas de muestreo se encontró diferencias significativas ( $t = -3.467$ ,  $P < 0.05$ ), con lo cual la temperatura del aire no mantiene similar registro durante estas dos temporadas. En la temporada húmeda la  $T_a$  promedio fue de  $14.4$  °C y en la temporada seca la  $T_a$  promedio fue de  $16.3$ .

**Tabla 8 Temperatura del aire ( $T_a$  en °C), mostrando Media  $\pm$  Desviación estándar. Intervalos de temperaturas entre paréntesis.**

Temporada húmeda		Temporada seca	
N	$T_a$	N	$T_a$
32	$14.40 \pm 1.75$ (10.7 - 17.2)	25	$16.3 \pm 2.45$ (10.2 - 21.5)

En la figura 5 se observa que en la temporada húmeda la  $T_a$  promedio fue de  $14.4$  °C la media más baja registrada y en la temporada seca la  $T_a$  promedio fue de  $16.3$  °C la media más alta obtenida.



**Figura 5. Diagrama de cajas comparando las temperaturas del aire en ambas temporadas. ( $T_a$  en °C).**

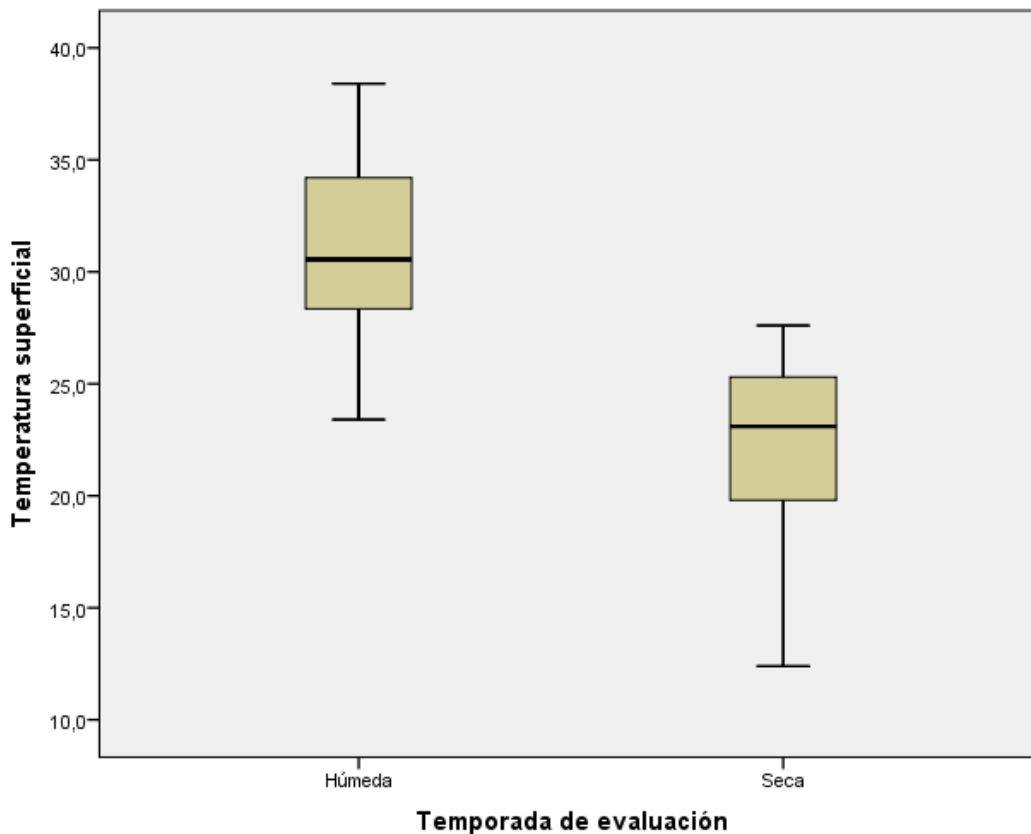
#### 4.1.4 Temperatura del sustrato ( $T_s$ )

En la temporada húmeda, el área de muestreo presentó una temperatura del sustrato ( $T_s$ ) promedio de  $31.06 \pm 3.93$  °C. Mientras que durante la temporada seca la  $T_s$  promedio fue  $22.24 \pm 3.72$  °C (Tabla 9). Al comparar la  $T_s$  entre temporadas de muestreo se encontró diferencias significativas ( $t=8.597$ ,  $P<0.05$ ), con lo cual la temperatura del sustrato no mantiene similar registro durante estas dos temporadas.

**Tabla 9** Temperatura del sustrato ( $T_s$  en °C), mostrando Media  $\pm$  Desviación estándar. Rangos de temperaturas entre paréntesis.

Temporada húmeda		Temporada seca	
N	$T_s$	N	$T_s$
32	$31.06 \pm 3.93$ (23.4 - 38.4)	25	$22.24 \pm 3.72$ (12.4 - 27.6)

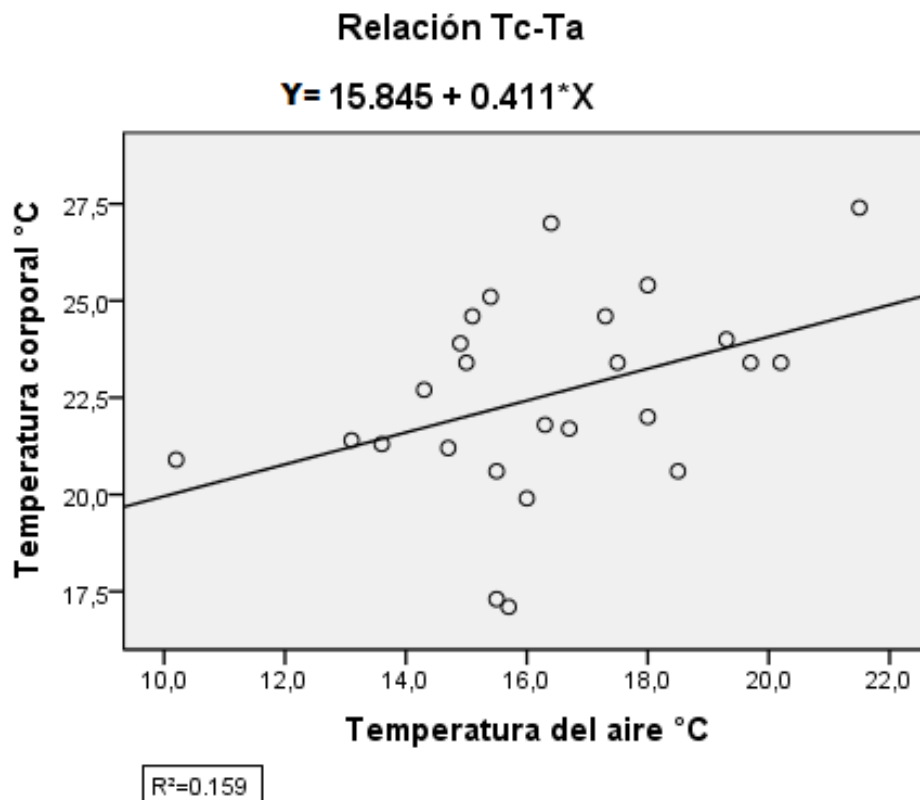
En la figura 6 se observa que en la temporada húmeda la  $T_a$  promedio fue de  $31.06$  °C la media más alta registrada y en la temporada seca la  $T_a$  promedio fue de  $22.24$  °C la media más baja obtenida.



**Figura 6.** Diagrama de cajas comparando las temperaturas del sustrato en ambas temporadas. ( $T_s$  en °C).

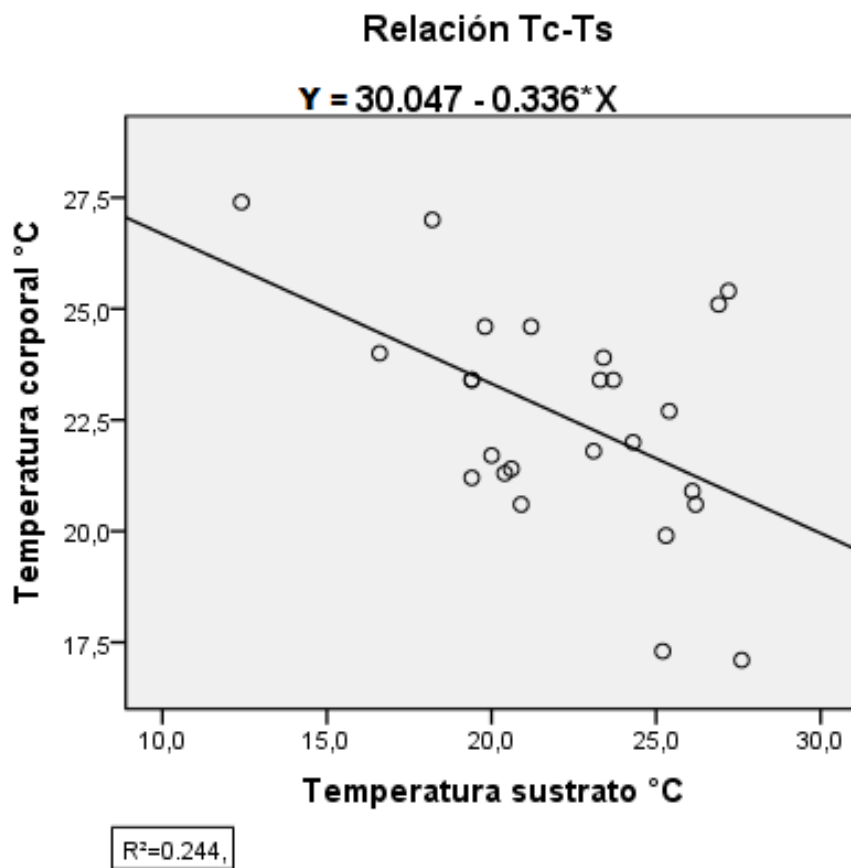
#### 4.1.5 Relación entre la temperatura corporal ( $T_c$ ) y la temperatura ambiental ( $T_a$ , $T_s$ )

Para determinar si las temperaturas corporales varían respecto a la temperatura ambiental, se realizaron regresiones lineales entre la temperatura corporal ( $T_c$ ) - temperatura del aire ( $T_a$ ) y entre la  $T_c$  - temperatura del sustrato ( $T_s$ ) durante la temporada seca y húmeda. Los resultados sugieren que durante la temporada seca la temperatura del aire y la  $T_c$  a través de su índice de correlación de Pearson muestra que hay una baja correlación entre estas dos variables y el  $R^2$  indica que el 15.9 por ciento de la variación de la temperatura corporal esta explicada por la temperatura del aire ( $R^2=0.159$ ). En la tabla ANOVA el Pvalor=0.048 menor a 0.05 hace que se rechace la hipótesis nula y se acepte la hipótesis del investigador  $H_0: R=0$ ,  $H_1: R > 0$ ; por lo que se concluye que las variables están linealmente relacionadas. La figura 7 muestra la correlación y la ecuación que explica la recta. ( $R^2=0.159$ ,  $Y=15.845+0.411X$ ).



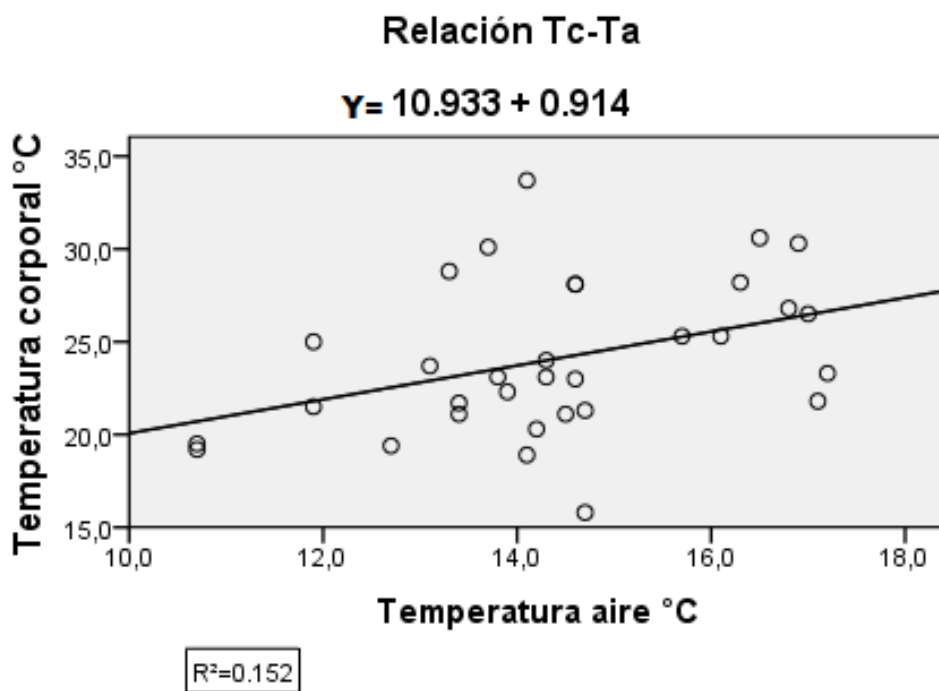
**Figura 7. Diagrama de dispersión entre temperatura corporal ( $T_c$ ), la temperatura del aire ( $T_a$ ) durante la temporada seca**

Con respecto a la relación entre la  $T_c$  y la  $T_s$ , los resultados sugieren que durante la temporada seca la temperatura del sustrato y la  $T_c$  a través de su índice de correlación de Pearson muestra que hay una baja correlación entre estas dos variables y el  $R^2$  indica que el 24.4 por ciento de la variación de la temperatura corporal esta explicada por la temperatura del aire ( $R^2=0.244$ ). En la tabla ANOVA el  $P$ valor=0.012 menor a 0.05 rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis del investigador  $H_0: R=0$ ,  $H_1: R > 0$ ; por lo que se concluye que las variables están linealmente relacionadas. La figura 8 muestra la correlación y la ecuación ( $Y=30.047-0.336X$ ).



**Figura 8. Diagrama de dispersión entre temperatura corporal ( $T_c$ ), la temperatura del sustrato ( $T_s$ ) durante la temporada seca.**

Los resultados sugieren que durante la temporada húmeda la temperatura del aire y la  $T_c$  a través de su índice de correlación de Pearson muestra que hay una baja correlación entre estas dos variables y el  $R^2$  indica que el 15.2 por ciento de la variación de la temperatura corporal esta explicada por la temperatura del aire ( $R^2=0.152$ ). En la tabla ANOVA el  $P_{valor}=0.027$  menor a 0.05 rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis del investigador  $H_0: R=0$ ,  $H_1: R >0$ ; por lo que se concluye que las variables están linealmente relacionadas. La figura 9 muestra la correlación y la ecuación que explica la recta ( $Y=10.933+0.914X$ ).

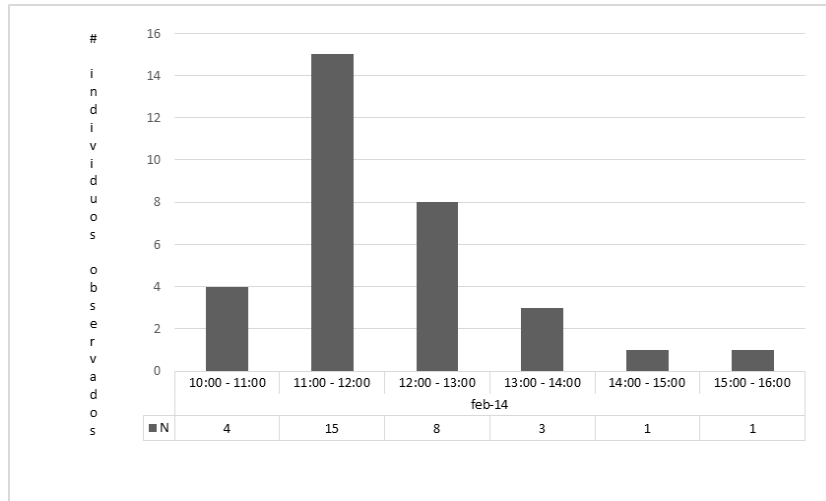


**Figura 9. Diagrama de dispersión entre temperatura corporal ( $T_c$ ), la temperatura del aire ( $T_a$ ) durante la temporada húmeda.**

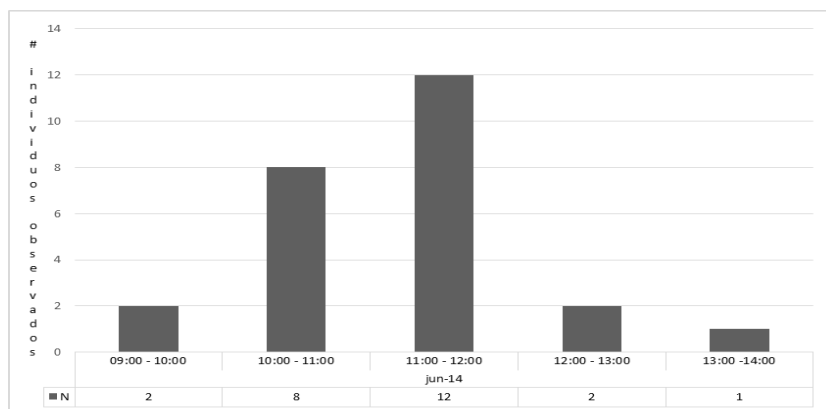
El análisis durante la temporada húmeda de la temperatura del sustrato parece no influir en la  $T_c$  ya que no se presentó relación entre éstas ( $R^2=0.009$ ). En la tabla ANOVA el  $P_{valor}=0.615$  mayor a 0.05 aceptamos la hipótesis nula y rechazamos la hipótesis del investigador  $H_0: R=0$ ,  $H_1: R >0$ ; por lo que se concluye que las variables no están linealmente relacionadas.

#### 4.1.6 Patrones de actividad diaria

Durante la temporada húmeda, los patrones de actividad diaria de *Liolaemus* sp. Mostraron una tendencia unimodal, con un periodo de actividad neta de 5 h y 9 minutos (10:26 a las 15:35 h), con mayor actividad entre las 11:00 –12:00 h (Figura 10).



**Figura 10. Histograma de actividad de *Liolaemus* sp. durante la temporada húmeda.**



**Figura 11. Histograma de actividad de *Liolaemus* sp. durante la temporada seca.**

La prueba chi-cuadrado arrojó un P-valor=0.145 siendo el resultado no significativo, se evidencia que no hay diferencias entre las frecuencias de números de individuos por hora de la temporada seca con la húmeda. ( $X^2 = 9.55$ ; g.l. 6;  $P > 0.05$ ). Y en la temporada seca también mostró una tendencia unimodal, con un periodo de actividad neta de 4 h y 14 minutos (09:45 a las 13:59 h) (Figura 11), con mayor actividad entre las 10:00-12:00 h.

## 4.2 Discusión

### 4.2.1 Temperatura corporal

La temperatura corporal media de *Liolaemus* sp. Durante la temporada seca fue de 22.59°C siendo menor a lo registrado durante la temporada húmeda 24.09 °C, mostrando esta lagartija características de un termorregulador. En ambas temporadas la temperatura corporal promedio fue de 23.4°C, siendo un grado menor con respecto a la mínima registrada para el género 24.4°C-37°C (Labra et al., 2008). Esta menor medida puede deberse a las condiciones del medio, ya que este estudio fue realizado en la puna cusqueña a 4370 msnm. El factor altitud puede ser determinante en las diferentes temperaturas corporales registradas en los estudios mencionados, ya que la mayoría de los estudios fueron hechos a una menor altitud (menores a 3500 msnm). La temperatura corporal de *Liolaemus* sp. Es muy cercana a las registradas por *L. ruibali* en la reserva Don Carmelo 24.4°C (Villavicencio et al., 2006).

Se observó que tanto la temperatura del aire con la del sustrato en ambas temporadas fueron diferentes, pero las temperaturas corporales internas no mostraron diferencias significativas. De hecho los ectotermos presentan una amplia diversidad de mecanismos termorregulatorios que les permiten mantener temperaturas corporales dentro de un rango apropiado, en un ambiente de temperaturas heterogéneas (Labra & Vidal, 2003). Uno de los mecanismo más usado es la termorregulación conductual, seguido de la termorregulación fisiológica (Bartholomew, 1982). Además, ciertas características morfológicas como el tamaño corporal y los patrones de coloración son factores que *per se*, afectan el intercambio calórico y pueden ayudar a una termorregulación efectiva (Stevenson, 1985; Clusella-Trullas et al., 2007).

Es importante resaltar que en este estudio se encontraron organismos activos de *Liolaemus* sp. A 15.8°C, lo cual habla de la capacidad de adaptación de este organismo y nos hace pensar que posee un atributo fisiológico que le permite estar activo a temperaturas, muy por debajo del promedio de la Tc promedio conocidas para su genero.

La no diferenciación significativa en la temperatura corporal de hembras y machos entre la temporada seca y húmeda, es posiblemente debido a una semejanza en la talla de los lagartos capturados para la realización de este estudio y a las condiciones ambientales donde machos y hembras tienen conductas establecidas que permiten regular la



temperatura. Además, algunos autores como Kiefer et al. (2005) han reportado que no hay relación significativa entre la temperatura corporal y el tamaño del cuerpo, sugiriendo que no hay diferencias entre machos y hembras en la actividad y la temperatura del cuerpo. Sin embargo, esto debe ser estudiado en análisis posteriores. Esta no diferenciación de temperatura corporal ( $T_c$ ), coincide a lo registrado en las investigaciones para otras especies del género, como por ejemplo, *L. vallecurensis* y *L. ruibali* (Castillo et al., 2016).

#### **4.2.2 Relación entre la temperatura corporal ( $T_c$ ) y la temperatura ambiental ( $T_a, T_s$ )**

En la temporada seca se observó que existe una baja correlación entre la temperatura corporal y la temperatura del sustrato y del aire. La mayoría de los estudios de termobiología a nivel de género sugieren que las temperaturas corporales dependen fuertemente de las temperaturas ambientales. En *Liolaemus* la  $T_c$  se correlacionan con las temperaturas ambientales (Labra, 1998) sumado a esto estudios no estacionales en *L. pseudoanomalus* (Villavicencio et al., 2007), *L. multimaculatus*, *L. wiegmanni*, *L. gracilis* (Vega, 1999), *L. olongasta* (Cánovas et al., 2006) y *L. ruibali* (Villavicencio et al., 2006), muestran que  $T_c$  tiene una alta dependencia térmica, probablemente porque las mediciones fueron principalmente hechas en épocas de verano, cuando los individuos no requieren ser “buenos termorreguladores”.

La temperatura corporal en *Liolaemus* sp. En la temporada húmeda al igual que la temporada seca se encontró una baja correlación entre la temperatura corporal y la temperatura del aire, lo que no sucedió con la temperatura del sustrato donde no se encontró ninguna relación con la temperatura corporal, mostrando que no dependería de esta para regular su temperatura corporal. Así mismo, esta independencia puede ser modulada estacionalmente como se ha visto en *Liolaemus wiegmanni* y *L. koslowskyi* cuya independencia térmica es alta solo en los meses más fríos (Martori et al., 1998, 2002).

También se observa que existe una baja correlación con la temperatura del aire en ambas temporadas, coincidiendo con el trabajo en *L. ruibali* y *L. vallecurensis* (Castillo et al., 2016). Estas características las comparten con otros miembros del género como *L. parvus* (Acosta et al., 2004), *L. olongasta* (Canovas et al., 2006), *L. chacoensis* (Laspiur et al., 2007), que son también especies termorreguladoras como *L. wiegmanni* (Martori

et al., 1998), *L. koslowskyi* (Martori et al., 2002), *L. darwinii* (Villavicencio, 2010). Sin embargo difieren de otras especies de altitud como *L. eleodori* la cual se comporta como termoconformista (Villavicencio et al., 2012).

La tigmotermia y la heliotermia influyen levemente en la temperatura corporal de *Liolaemus* sp. Debido a la baja correlación entre la temperatura corporal con respecto a la del sustrato y del aire, durante la temporada seca. En el género *Liolaemus* existen especies básicamente tigmotermas (Villavicencio et al., 2006<sup>a</sup>; Bujes & Verrastro, 2006) hasta preferentemente heliotérmicas (Cánovas et al., 2006). Sin embargo, la fuente térmica usada puede variar estacionalmente, como ocurrió en la temporada húmeda donde no se encontró ninguna correlación entre la temperatura corporal y la del sustrato, pero si una baja correlación con la temperatura del aire, al igual como ocurre en *L. wiegmanni* (Martori et al., 1998). Los resultados del presente trabajo estarían evidenciando que *Liolaemus* sp. Puede comportarse tanto como tigmotermo y heliotermo.

Por otro lado se puede ver que *Liolaemus* sp. es un buen termorregulador ya que sus temperaturas corporales ( $T_c$ ) no fueron diferentes entre las temporadas seca y húmeda, coincidiendo con Smith y Ballinger (1994) que indicaron que durante distintas épocas del año, las temperaturas corporales se mantenían relativamente constantes mientras que las temperaturas del aire variaban significativamente, deduciendo que durante algunas épocas del año éstos termorregulaban en forma distinta, y sugieren que hacen más uso de comportamientos termorregulatorios durante el invierno. El grado de dependencia térmica presenta una importante variación intra e interespecífica, aún cuando existen algunas tendencias claras, tales como que las lagartijas de zonas más frías son mejores termorreguladores. Por ejemplo, Marquet et al. (1989) compararon la dependencia térmica de cuatro especies de *Liolaemus*, encontrando que las especies de mayores altitudes (*L. jamesi* y *L. alticolor*) tienen mayor independencia térmica que especies de altitudes medias (*L. ornatus* y *L. islugensis*). Otros ejemplos de independencia térmica en ambientes fríos han sido reportados en *L. elongatus*, *Phymaturus patagonicus* (Ibargüengoytía, 2005) y *L. sanjuanensis* (Acosta et al., 2004).

El balance entre los costos y beneficios de la termorregulación determina cuándo, cómo y con qué precisión (o variabilidad) los ectotermos controlan sus temperaturas

corporales, así como el grado de independencia de  $T_c$  de la temperatura ambiental,  $T_a$  (Huey & Slatkin, 1976; Huey, 1982).

#### **4.2.3 Patrones de actividad diaria**

En el presente trabajo la hora de inicio de actividad y la proporción de individuos activos varió según el período climático, estando debilmente relacionado con la temperatura del aire y sustrato, ya que en la temporada seca la especie comienza su actividad mayormente a las 9:00 de la mañana y en temporada de lluvias a partir de las 10:00 de la mañana. El aumento progresivo de la temperatura del microhábitat a medida que avanzan las horas del día, determina el orden de aparición observada primero a individuos juveniles, luego a ejemplares adultos. Aquellos que empiezan su actividad temprano tienden a presentar una temperatura corporal menor a las que aparecen más tarde (Pianka, 1977). Los juveniles emergen más temprano que los adultos, estas diferencias conductuales se deberían a la mayor velocidad de calentamiento de los animales pequeños.

En la temporada húmeda se pudo apreciar 32 individuos frente a 25 durante la temporada seca. Esta diferencia puede deberse a que en la temporada de lluvias al tener menos horas de sol las pocas horas disponibles la aprovechan al máximo para termorregular, alimentarse y realizar sus demás actividades, siendo más visibles en la hora de evaluación. En la temporada de mayor intensidad de sol éstas tendrían más horas de alta radiación y una forma de regular su temperatura se debería a mecanismos conductuales como utilizar sus refugios para bajar sus temperaturas corporales y estar en su temperatura corporal óptima para realizar sus actividades y procesos fisiológicos. Se puede apreciar que en ambas temporadas se tienen dos horas con la mayor cantidad de individuos activos. En la temporada húmeda se tiene que entre las 11 a.m. y las 12 p.m. se pudo registrar 15 individuos y entre las 12 p.m. y las 13 p.m. 8 individuos. Estas son las horas con mayores registros las demás horas tienen un registro menor y esto se debería a la caída drástica de la temperatura del medio, que de alguna manera afecta la actividad de estos lagartos andinos.

En la temporada seca se aprecia que el mayor pico de individuos observados es a la misma hora que la temporada húmeda de 11 a.m. a 12 p.m. con 12 individuos activos y la segunda hora con mayor registro sería de 10 a.m. a 11 a.m. Con 8 individuos. Se

aprecia que de 12 p.m. a 13 p.m. apenas se tienen 2 registros. Esto se debería a la alta intensidad de radiación solar que afecta la temperatura del aire ( $t_a$ ) y del sustrato ( $t_s$ ), influyendo en el comportamiento de estas lagartos, ya sea buscando refugio para mantener su temperatura corporal ( $t_c$ ) dentro de un rango, para su óptimo funcionamiento fisiológico.

Los resultados indican que *Liolaemus* sp. En ambas temporadas presentó un patrón de actividad unimodal. Estos resultados son muy parecidos a otros trabajos en *Liolaemus* de altura (> 4000 msnm) como *L. alticolor* y *L. jamesi*, que tienden a concentrar sus actividades al medio día (actividad unimodal), cuando existe mayor disponibilidad de recursos térmicos (Marquet et al., 1989). También se observó que no hubo diferencias significativas en los patrones de actividad durante la temporada seca y húmeda.

Se pudo observar también que en la temporada seca el periodo de actividad neta fue de 4 horas con 14 minutos a diferencia de la temporada húmeda que fue de 5 horas con 9 minutos, esta hora de diferencia podría ser debido a la menor cantidad de horas con una alta radiación que se encuentra en la temporada húmeda, obligando a *Liolaemus* sp. A expandir en una hora sus actividades para satisfacer sus requerimientos diarios.

## V. CONCLUSIONES

- En relación a la ecología térmica de *Liolaemus* sp. En las inmediaciones del proyecto minero Constanza puede concluirse que es un buen termorregulador ya que se observó una baja correlación entre la temperatura ambiental y la de la especie. Tampoco se observaron diferencias significativas entre las temperaturas corporales profundas en las temporadas evaluadas.
- La temperatura corporal profunda promedio de *Liolaemus* sp. En condiciones naturales fue 23.4°C.
- La temperatura corporal profunda de *Liolaemus* sp. Durante la temporada seca varió de 17.1°C a 27.4°C y durante la temporada húmeda de 15.8°C a 33.7°C.
- La temperatura del aire durante la temporada seca varió de 10.2°C a 21.5°C y durante la temporada húmeda fue de 10.7°C a 17.2°C.
- La temperatura del sustrato durante la temporada seca varió de 12.4°C a 27.6°C y durante la temporada húmeda fue de 23.4°C a 38.4°C.
- En la temporada seca existe una baja correlación entre la temperatura corporal con la del aire y la del sustrato. En la temporada húmeda solamente existe una baja correlación entre la temperatura corporal y la del aire. No se observó correlación entre la temperatura corporal y la del sustrato.
- La temperatura corporal de los individuos machos y hembras de *Liolaemus* sp. Fueron similares en cada temporada, no mostrando ninguna diferencia significativa entre ellas.
- Los patrones de actividad en ambas temporadas fueron similares y no mostraron diferencias significativas.

## VI. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios sobre la temperatura corporal preferida en condiciones de laboratorio y en campo, para poder saber si algún cambio en la temperatura podría motivar la desaparición de esta especie.
- Realizar estudios de otros aspectos ecológicos, como dieta, dinámica poblacional, reproducción, etología, para tener un mayor conocimiento de la biología de *Liolaemus* sp. Y poder tomar medidas para su conservación.
- Para un mejor manejo y conservación de *Liolaemus* sp. Es necesario mantener las zonas con afloramientos rocosos intactas, ya que se observó que en estas zonas es donde suele ubicar su refugio.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, J.C.; Buff, R; Marinero, J.A.; Gómez, P. 2004. *Liolaemus sanjuanensis* (NCN). Body temperature. *Herpetological Review* 35: 171.
- Andrews, R.M.; Méndez, F.R.; Villagrán-Santa Cruz, M. 1997. Body temperatures of female *Sceloporus grammicus*: Thermal stress or impaired mobility? *Copeia* 1997: 108-115.
- Angilletta, M.J.; Montgomery, L.G.; Werner, Y.L. 1999. Temperature preference in geckos: diel variation in juveniles and adults. *Herpetologica* 55: 212-222.
- Angilletta, M. J. 2009 *Thermal adaptation*. Oxford University Press. Oxford, Reino Unido.
- Angilletta, M.J; Niewiarowski, P.H.; Navas, C.A. 2002. The evolution of thermal physiology in ectotherms. *Journal of Thermal Biology* 27: 249-268.
- Avery, R.A. 1982. Field studies of body temperatures and thermoregulation. En: C. Gans, C. Pough, F.H. (eds) *Biology of the Reptilia*. Vol. 12. *Physiology C. Physiological ecology*, pp 93–166. Academic Press, New York. Estados Unidos
- Ballinger, R.E; Marion, K.R.; Sexton, O.J. 1970. Thermal ecology of the lizard, *Anolis limifrons*, with comparative notes on three additional panamanian Anoles. *Ecology* 51:246-254.
- Bartholomew, G.A. 1982. Physiological control of body temperature. En: Gans C & Pough FH (eds), *Biology of reptilia*, 12C: 167-211. Academic Press, London, UK.

- Bauwens, D.; Hertz, P.E. & Castilla, A.M. 1996. Thermoregulation in a lacertid lizard: The relative contributions of distinct behavioral mechanisms. *Ecology* 77: 1818-1830.
- Bauwens, D.; Garland, T.; Castilla, A.M. & Van Dame, R. 1995. Evolution of sprint speed in lacertid lizards: morphological, physiological and behavioural covariation. *Evolution* 49: 848-863.
- Belliure, J.; Carrascal, L.M. ; Díaz, J.A. 1996. Covariation of thermal biology and foraging mode in two mediterranean lacertid lizard. *Ecology* 74: 1163-1173
- Boretto, J.M.; Ibarzüengoytía, N.R. 2006. Asynchronous spermatogenesis and biennial female cycle of the viviparous lizard *Phymaturus antofagastensis* (Liolaemidae): reproductive responses to high altitudes y temperate climate of Catamarca, Argentina. *Amphibia-Reptilia* 27: 25–36.
- Boretto, J.M.; Ibarzüengoytía, N.R.; Acosta, J.C.; Blanco, G.M.; Villavicencio, H.J.; Marinero, J.A. 2007. Reproductive biology and sexual dimorphism of a high altitude population of the viviparous lizard *Phymaturus punae* from the Andes in Argentina. *Amphibia-Reptilia* 28: 427–432.
- Brack , A. 1986. La Fauna. En: Dourojeanni, M.J. *Gran Geografía del Perú. Naturaleza y Hombre*. Volumen III. Manfer – Juan Mejía Baca. Barcelona.
- Brown, R.P. 1996. Thermal biology of the gecko *Tarentola boettgeri*: comparisons among populations from different elevations within Gran Canaria. *Herpetologica* 52: 396-405.
- Browker, R.; Damschroder, S.; Sweet, A.; Anderson, D. 1986. Thermoregulatory behavior of the North American lizards *Cnemidophorus velox* and *Sceloporus indulatus*. *Amphibia-Reptilia*, 7: 335-346.



- Bueno, J.; López-Urrutia, A. 2012. The offspring development-time/offspring number trade-off. *The American Naturalist* 179: E196–E203.
- Bujes C.S.; Verrastro, L. 2006. Thermal biology of *Liolaemus occipitalis* (Squamata, Tropicuridae) in the coastal sand dunes of Rio Grande do Sul, Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 66: 945-954.
- Cánovas, M.G.; Acosta J.C.; Villavicencio, H.J.; Marinero J.A. 2006. *Liolaemus olongasta* (NCN). Body temperature. *Herpetological Review* 37: 87-88.
- Castilla, A.; Van Damme, R.; Bauwens, D. 1999. Field body temperatures, mechanisms of thermoregulation and evolution of thermal characteristics in lacertid lizards. *Natura Croatica*, 8(3):253-274.
- Castillo, G.; Villavicencio, H.J.; Acosta, J. 2016. Temperatura corporal de campo y actividad temporal de las lagartijas *Liolaemus vallecurensis* y *Liolaemus ruibali* en clima riguroso de los Andes centrales de Argentina Multequina (Latin American Journal of Natural Resources). 24.
- Catenazzi, A.; Carrillo, J.; Donnelly, M.A. 2005. Seasonal and geographic eurythermy in a coastal Peruvian lizard. *Copeia* 2005(4): 713-723.
- Clarke, A. 2006. Temperature and metabolic theory of ecology. *Functional Ecology* 20: 405-412.
- Clusella-Trullas, S.; Van Wyk, J.H.; Spotila J.R. 2007. Thermal melanism in ectotherms. *Journal of Thermal Biology* 32: 235-245.
- Cowlers, B.; Bogert, C.M. 1944. A preliminary study of the thermal requirements of desert reptiles. *Bulletin of American Museum Natural History*, 83:261-296.

- Espinoza, R.E.; Tracy, C.R. 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.
- Hertz, P.E. 1981. Adaptation to altitude in two West Indian anoles (Reptilia: Iguanidae): field thermal biology and physiological ecology. *J. Zool., Lond.* 195,25-37.
- Hertz, P.E. ; Huey, R.B. 1981. Compensation for altitudinal changes in the thermal environment by some Anolis lizard on Hispaniola. *Ecology* 62: 515-521.
- Hertz, P; Huey, R.B.; Stevenson, R. 1993. Evaluating temperature regulation by field-active ectotherms: the fallacy of the inappropriate questions. *Am. Nat.*, 142: 796-818.
- Huey, R.B. 1974. Winter thermal ecology of the iguanid lizard *Tropidurus peruvianus*. *Copeia* (1):149-155.
- Huey, R.B. 1982. Temperature, physiology, and the ecology of reptiles. In *Biology of the Reptilia* (C. Gans and F.H. Pough, eds.), pp. 25–91. New York: Academic Press.
- Huey, R.B.; Bennett, A.F. 1987. Phylogenetic studies of coadaptation: Preferred temperatures versus optimal performance temperatures of lizards. *Evolution* 41: 1098-1115.
- Huey, R.B.; Pianka, E.R. 1977. Seasonal variation in thermoregulatory behavior and body temperature of diurnal Kalahari lizards. *Ecology*, 58:1066-1075.
- Huey, R.B.; Slatkin, M. 1976. Costs and benefits of lizard thermoregulation. *Quarterly Review of Biology* 51: 363-384.

- Ibarzüengoytía, N.R., Cussac, V.E. 1996. Reproductive biology of the viviparous lizard, *Liolaemus pictus* (Tropiduridae): biennial female reproductive cycle? *Herpetological Journal* 6: 137–143.
- Ibarzüengoytía N.R. 2005. Field, selected body temperature and thermal tolerance of the syntopic lizards *Phymaturus patagonicus* and *Liolaemus elongatus* (Iguania: Liolaemidae). *Journal of Arid Environments* 62: 435-448.
- Jordán, J.C. 2010. Repartición de recursos en dos especies simpátridas de *Ameiva* (Sauria: Teiidae) en el Parque Nacional Cerros de Amotapes, Tumbes, Perú. Tesis para optar al título profesional de Biólogo. 64 p.
- Kiefer, M; Van Sluys, M.; Rocha, C. 2005. Body temperatures of *Tropidurus torquatus* (Squamata: Tropiduridae) from coastal populations: Do body temperatures vary along their geographic range? *J Thermal Biol.* 2005;30:449-456.
- Labra, A. 1998. Selected body temperatures of seven species of Chilean *Liolaemus* lizards. *Revista Chilena de Historia Natural* 71: 349- 358.
- Labra, A.; Vidal, M. 2003. Termorregulación en reptiles: Un pasado veloz y un futuro lento. En: Bozinovic, F (ed). *Fisiología Ecológica y Evolutiva. Teoría y casos de estudios en animales.* Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. 531 pp
- Labra, A; Vidal, M; Solis, R & Penna, M. 2008. Ecofisiología de Anfibios y reptiles. En: Vidal, MA and Labra, A (eds). *Herpetología de Chile.* Science Verlag. Santiago, Chile. 583 pp.
- Laspiur, A.; Villavicencio, H.; Acosta, J. 2007. *Liolaemus chacoensis* (NCN). Body Temperature. *Herpetological Review* 38(4):458-459.

- Lemos-Espinal, J.A.; Ballinger, R.E.; Sanoja-Sarabia S.; Smith, G.R. 1997a. Thermal ecology of the lizard *Sceloporus mucronatus mucronatus* in Sierra del Ajusco, Mexico. *Southwestern Naturalist* 42: 344-347.
- Lobo, F.; Kretzschmar, S. 1996. Descripción de una nueva especie de *Liolaemus* (Iguania: Tropiduridae) de la Provincia de Tucumán, Argentina. *Neotrópica* 42: 33-40.
- Marquet, P.A; Ortiz, J.C.; Bozinovic, F.; Jaksic, F.M. 1989. Ecological aspects of thermoregulation at high altitudes: The case of Andean *Liolaemus* lizards in northern Chile. *Oecologia* 81: 16-10.
- Martori, R.; Vignolo, P.; Cardinale L. 1998. Relaciones térmicas en una población de *Liolaemus wiegmannii* (Iguania: Tropiduridae). *Revista Española de Herpetología* 12: 19-26.
- Martori, R.; Aùn, L.; S Orlandini. 2002. Relaciones térmicas temporales en una población de *Liolaemus koslowskyi*. *Cuadernos de Herpetología (Argentina)* 16: 33-45.
- Melville, J. & Schulte II, J. 2001. Correlates of active body temperatures and microhabitat occupation in nine species of central Australian agamid lizards. *Austral Ecology*, 26: 660-669.
- Meiri, S.; Bauer, A.M.; Chirio, L.; Colli, G.R.; Das, I.; Doan, T.M.; Feldman, A.; Castro Herrera, F.; Novosolov, M.; Pafilis, P.; Pincheira-Donoso, D.; Powney, G.; Torres-Carvajal, O.; Uetz, P.; Van Damme, R. 2013. Are lizards feeling the heat? A tale of ecology and evolution under two temperatures. *Global Ecology and Biogeography* 22: 834–845.
- Navarro-García, J.; García, A.; Méndez, F. 2008. Estacionalidad, eficiencia termorreguladora de *Aspidoscelis lineatissima* (Sauria: Teiidae) y la calidad

térmica del bosque tropical caducifolio en Chamela, Jalisco, México Revista Mexicana de Biodiversidad. 79-2: 413-419.

- Pérez, J. 2005. Ecologia de Duas Espécies de Lagartos Simpatricos em uma Formação Vegetal de Lomas no Deserto Costeiro Peruano Central. Dissertação de Mestrado. Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Rio de Janeiro. Brasil.
- Pianka, E. 1977. Reptilian species diversity. En: Gans C, Tinkle D, editors. Biology of Reptilia, Academic Press, New York; 1977. p. 1-34.
- Pincheira–Donoso, D.; Núñez, H. 2005. Las Especies Chilenas del Género *Liolaemus* Wiegmann, 1834 (Iguania: Tropiduridae: Liolaemidae) Taxonomía, Sistemática y Evolución, Editorial Atenas Ltda. Santiago.
- Sartorius, S.; Do Amaral, J.; Durtsche, R.; Deen, C.; Lutterschmidt. 2002. Thermoregulatory accuracy, precision, and effectiveness in two sand-dwelling lizards under mild environmental conditions.
- Seebacher, F.; Shine, R. 2004. Evaluating Thermoregulation In Reptiles: The Fallacy Of The Inappropriately Applied Method. Physiological and Biochemical Zoology: ecological and evolutionary approaches, 77(4), 688-695.
- Shine, R.; Kearney, M. 2001. Field studies of reptile thermoregulation: how well do physical models predict operative temperature? Functional Ecology. 15: 282-288.
- Smith, G.R.; Ballinger, R.E. 1994. Thermal ecology of *Sceloporus virgatus* from southeastern Arizona, with comparison to *Urosaurus ornatus*. Journal of Herpetology. 28:65-69.
- Spencer, N.; Grimmond, N. 1994. Influence of elevation on the thermoregulation of two sympatric lizards. New Zealand Journal of Zoology, 21: 379-385.

- Stevenson, R.D. 1985a. The relative importance of behavioral and physiological adjustments controlling for body temperature in terrestrial ectotherms. *American Naturalist* 126: 362-386.
- Stevenson, R.D. 1985b. Body size and limits to the daily range of body temperature in terrestrial ectotherms. *American Naturalist* 125: 102-117.
- Valladares, J.P.; Etheridge, R.; Schulte, J.A.; Manriquez, G.; Spotorno, A. 2002. Nueva especie de lagartija del norte de Chile, *Liolaemus molinai* (Reptilia: Liolaeminae). *Revista Chilena de Historia Natural*, 75, 473-489.
- Van Damme, R.; Bauwens, D.; Verheyen, R. 1987. Thermoregulatory responses to environmental seasonality by the lizard *Lacerta vivipara*. *Herpetologica*, 43 (4): 405-415.
- Vega, L.E. 1999. Ecología de saurios arenícolas de las dunas costeras bonaerense. Tesis de Doctorado, Universidad Nacional de Mar del Plata. 102 pp.
- Villavicencio, H.J.; Cánovas M.G.; Acosta, J.C. 2006<sup>a</sup>. *Liolaemus ruibali* (NCN). Body temperature. *Herpetological Review* 37: 89.
- Villavicencio, H.J.; Acosta, J.C.; Marinero, J.A.; Cánovas, M.G. 2007. Thermal ecology of a population of the lizard, *Liolaemus pseudoanomalus* in western Argentina. *Amphibia-Reptilia* 28: 163-165.
- Villavicencio, H.J. 2010, Ecofisiología térmica de *Liolaemus darwini* (Iguania: Liolaemidae) en el centro oeste del Monte argentino. Tesis para optar al Doctorado en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de Río Cuarto Facultad de Ciencias Exactas Físico Químicas y Naturales. 85 pp.
- Villavicencio, H.J.; Acosta, J.; Blanco, G.M.; Marinero, J.A. 2012. Ecología térmica de la lagartija endémica *Liolaemus eleodori* (Iguania: Liolaemidae) en el Parque Nacional San Guillermo, San Juan, Argentina. *Multequina* 21: 17-23.

- Vrcibradic, D.; Rocha, C.F. 2004. Field body temperatures of pregnant and nonpregnant females of three species of viviparous skinks (*Mabuya*) from southeastern Brazil. *Journal of Herpetology* 38: 447-451.
- Woolrich, G.; Lemos, J.; Oliver, L.; Calderón, M.; Gonzales, J.; Correa, F.; Montoya, 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.

## VIII. ANEXOS

### Anexo 1: Información generada en campo durante la temporada húmeda.

feb-14								
Hora	Ts	Ta	Tc	Sexo	Temporada	SVL (punta cabeza hasta la cloaca)	Peso gr	Condición de radiación del microhabitat
10:26	23,4	14,7	15,8	Macho	Húmeda	85.69	29	Nublado
10:40	28,2	17,0	26,5	Macho	Húmeda	95.56	24	Soleado
10:46	27,0	15,7	25,3	Hembra	Húmeda	98.06	24	Soleado
10:54	38,4	14,2	20,3	Hembra	Húmeda	62.95	11	Soleado
11:02	24,6	11,9	25,0	Hembra	Húmeda	89.37	27	Soleado
11:04	30,6	17,2	23,3	Hembra	Húmeda	93.03	25	Soleado
11:12	28,5	13,8	23,1	Macho	Húmeda	85.24	24.1	Soleado
11:13	30,9	12,7	19,4	Hembra	Húmeda	84.54	21	Nublado
11:17	27,2	16,8	26,8	Macho	Húmeda	97.71	29	Soleado
11:20	30,3	16,5	30,6	Macho	Húmeda	97.85	29	Soleado
11:28	28,5	13,1	23,7	Hembra	Húmeda	79.2	19	Nublado
11:28	28,1	13,9	22,3	Hembra	Húmeda	82.97	21	Nublado
11:33	30,3	16,3	28,2	Macho	Húmeda	98.06	25	Soleado
11:40	25,3	16,1	25,3	Macho	Húmeda	89.4	25	Soleado
11:41	29,4	11,9	21,5	Macho	Húmeda	73.9	17	Nublado
11:41	32,4	17,1	21,8	Hembra	Húmeda	64.17	10	Nublado
11:46	28,8	14,3	24,0	Macho	Húmeda	54.46	8	Soleado
11:50	35,7	14,6	28,1	Macho	Húmeda	90.11	29	Soleado
11:56	34,9	14,3	23,1	Macho	Húmeda	92.08	25	Nublado
12:01	30,1	13,7	30,1	Macho	Húmeda	91.02	26	Soleado
12:06	37,1	16,9	30,3	Hembra	Húmeda	90.77	24	Soleado
12:07	33,1	14,1	18,9	Macho	Húmeda	84.54	21	Nublado
12:10	32,9	14,1	33,7	Macho	Húmeda	89.12	29	Soleado
12:12	33,9	13,4	21,1	Macho	Húmeda	91.32	28	Nublado
12:17	33,8	14,6	23,0	Hembra	Húmeda	89.17	25	Nublado
12:23	34,8	14,6	28,1	Macho	Húmeda	89.09	29	Nublado
12:29	31,1	13,3	28,8	Macho	Húmeda	97.72	29	Soleado
13:03	35,9	13,4	21,7	Macho	Húmeda	72.31	15.1	Nublado
13:19	38,0	14,7	21,3	Hembra	Húmeda	82.46	24.1	Nublado
13:32	34,5	14,5	21,1	Hembra	Húmeda	86.67	29.1	Nublado
14:22	25,9	10,7	19,5	Hembra	Húmeda	81.42	28.8	Nublado
15:35	30,5	10,7	19,2	Macho	Húmeda	84.54	21	Nublado

FUENTE: Propia.



**Anexo 2: Información generada en campo durante la temporada seca.**

jun-14								
Hora	Ts	Ta	Tc	Sexo	Temporada	SVL (punta cabeza hasta la cloaca)	Peso gr	Condición de radiación del microhabitat
09:45	16,6	19,3	24,0	Hembra	Seca	54.42	5	Soleado
09:48	20,6	13,1	21,4	Hembra	Seca	73.89	13	Soleado
10:00	19,4	14,7	21,2	Macho	Seca	54.67	4	Soleado
10:15	12,4	21,5	27,4	Hembra	Seca	89.09	29	Soleado
10:22	19,4	15,0	23,4	Macho	Seca	93.03	25	Soleado
10:22	19,4	20,2	23,4	Hembra	Seca	79.23	23	Soleado
10:25	18,2	16,4	27,0	Macho	Seca	97.73	29	Soleado
10:30	23,4	14,9	23,9	Hembra	Seca	86.97	24	Soleado
10:39	26,1	10,2	20,9	Hembra	Seca	79.59	18	Soleado
10:49	25,3	16,0	19,9	Hembra	Seca	84.54	21	Soleado
11:00	23,7	19,7	23,4	Hembra	Seca	89.17	25	Soleado
11:10	26,9	15,4	25,1	Macho	Seca	89.39	24	Soleado
11:10	19,8	17,3	24,6	Macho	Seca	93.16	27	Soleado
11:12	27,2	18,0	25,4	Macho	Seca	98.06	24	Soleado
11:18	27,6	15,7	17,1	Macho	Seca	91.64	31	Soleado
11:20	23,3	17,5	23,4	Hembra	Seca	79.19	19	Soleado
11:40	25,2	15,5	17,3	Macho	Seca	86.91	24	Soleado
11:49	24,3	18,0	22,0	Hembra	Seca	89.58	26	Soleado
11:51	23,1	16,3	21,8	Macho	Seca	64.17	9	Soleado
11:54	21,2	15,1	24,6	Hembra	Seca	91.12	25	Soleado
11:56	20,0	16,7	21,7	Macho	Seca	72.31	15	Soleado
11:58	20,4	13,6	21,3	Hembra	Seca	91.32	28	Soleado
12:15	20,9	15,5	20,6	Macho	Seca	70.22	13	Soleado
12:24	26,2	18,5	20,6	Macho	Seca	62.99	9	Soleado
13:59	25,4	14,3	22,7	Hembra	Seca	82.97	21	Soleado

FUENTE: Propia.

**Anexo 3: Temperatura de sustrato ( $T_s$ ) registrados por las distintas especies y temperaturas corporales registradas en campo ( $T_c$ ) y en condiciones de laboratorio ( $T_{sel}$ ). Los datos se entregan con promedio  $\pm$  EE ( $^{\circ}$ C). En paréntesis esta el tamaño muestral.**

Especies	Temperatura de Sustrato	Temperatura Corporal de Campo	Temperatura Corporal de Laboratorio	Referencia
<i>Liolaemus</i>				
<i>alticolor</i>	28,69 $\pm$ 3,15 (8)	32,90 $\pm$ 0,57 (5)	32,92 $\pm$ 0,32 (15)	1
	20,80 $\pm$ 0,70 (23)Tar	29,10 $\pm$ 0,60 (23)	34,50 $\pm$ 0,45 (108)	2
<i>bellii</i>	28,29 $\pm$ 1,04 (9)	34,23 $\pm$ 0,38 (9)	35,10 $\pm$ 0,20 (26)	1
		33,03 $\pm$ 0,14 (262)		3
<i>bibrani</i>	33,58 $\pm$ 1,59 (13)	31,22 $\pm$ 0,75 (13)	35,14 $\pm$ 0,33 (7)	1
<i>bisignatus</i>	38,13 $\pm$ 1,09 (34)	32,77 $\pm$ 0,65 (21)	34,75 $\pm$ 0,32 (13)	1
<i>buergeri</i>			35,61 $\pm$ 0,50 (3)	4
<i>chaltin</i>		31,30 $\pm$ 0,43 (40)		5
<i>chilensis</i>	30,87 $\pm$ 3,41 (3)	36,55 $\pm$ 0,85 (2)	35,16 $\pm$ 0,30 (6)	1
		34,09 $\pm$ 0,74 (9)		3
<i>chillanensis</i>		26,50 $\pm$ 1,15 (22)		4
<i>constanzae</i>	32,48 $\pm$ 1,35 (17)	30,79 $\pm$ 0,81 (17)	34,31 $\pm$ 0,22 (11)	1
<i>cristiani</i>			36,24 $\pm$ 0,26 (3)	4
<i>curis</i>	31,50 $\pm$ 2 (2)	32,95 $\pm$ 0,15 (2)	35,90 $\pm$ 0,08 (3)	1
	29,35 $\pm$ 0,55 (47)	32,89 $\pm$ 0,31 (65)	36,57 $\pm$ 0,07 (2)	6
<i>cyanogaster</i>	34,80 $\pm$ 1,56 (3)	32,90 $\pm$ 1,55 (2)	33,79 $\pm$ 0,69 (2)	1
<i>dorbignyi</i>	23,00 $\pm$ 11,9 (2)	29,40 (1)	31,01 $\pm$ 0,99 (2)	1
<i>eledori</i>	36,57 $\pm$ 1,46 (15)	32,34 $\pm$ 0,45 (16)	35,87 $\pm$ 0,62 (4)	1
<i>elongatus</i>	25,50 $\pm$ 1,20 (53)	30,76 $\pm$ 0,76 (41)	29,90 $\pm$ 0,32 (14)	7
<i>fabiani</i>	25,93 $\pm$ 1,07 (28)	31,26 $\pm$ 0,27 (50)	31,46 $\pm$ 0,49 (21)	1
			32,70 $\pm$ 0,28 (15)	8
<i>fitzgeraldi</i>	35,49 $\pm$ 1,21 (27)	33,05 $\pm$ 0,36 (28)	35,68 $\pm$ 0,31 (5)	1
<i>fuscus</i>	31,68 $\pm$ 1,49 (5)	36,00 $\pm$ 0,60 (8)	35,30 $\pm$ 0,30 (5)	1
		34,61 $\pm$ 0,14 (128)		3
		34,20 $\pm$ 0,35 (28)		9
<i>gracilis</i>	37,40 $\pm$ 0,91 (61)Tar	32,94 $\pm$ 0,43 (32)		10
<i>hellmichi</i>	28,71 $\pm$ 1,09 (7)	29,06 $\pm$ 0,57 (5)	33,69 $\pm$ 0,26 (5)	1
<i>hermani</i>	32,33 $\pm$ 1,72 (12)	34,97 $\pm$ 0,68 (9)	35,24 $\pm$ 0,51 (7)	1
	24,20 $\pm$ 0,2 (123)	31,90 $\pm$ 0,35 (25)		6
<i>islugensis</i>	23,40 $\pm$ 0,70 (41)Tar	28,20 $\pm$ 0,65 (41)		2
<i>jansesi</i>	31,30 $\pm$ 1,26 (15)	30,36 $\pm$ 0,64 (15)	32,94 $\pm$ 0,26 (18)	1
	19,30 $\pm$ 1,30 (9)Tar	29,10 $\pm$ 1,10 (9)	36,00 $\pm$ 0,20 (51)	2
<i>koslowky</i>	34,70 $\pm$ 0,17 (1077)	34,76 $\pm$ 0,08 (1077)		11
<i>kriegi</i>			33,89 $\pm$ 0,83 (5)	12
<i>lemniscatus</i>	32,26 $\pm$ 1,05 (25)	35,12 $\pm$ 0,42 (25)	35,20 $\pm$ 0,30 (19)	1
		34,62 $\pm$ 0,08 (381)		3
		34,70 $\pm$ 0,25 (55)		9
<i>leopardinus</i>	32,25 $\pm$ 2,25 (2)	34,07 $\pm$ 0,19 (119)	34,24 $\pm$ 0,61 (4)	1
		34,65 $\pm$ 0,54 (13)		3
<i>lorenzmuelleri</i>	30,51 $\pm$ 2,17 (16)	32,00 $\pm$ 0,22 (144)	36,13 $\pm$ 0,15 (5)	1
<i>lutzae</i> (estación seca)		34,10 $\pm$ 0,14 (214)		31
(estación lluviosa)		27,00 $\pm$ 0,35 (20)		13
<i>magellanicus</i>		36,70 $\pm$ 0,40 (13)	36,80 $\pm$ 0,30 (10)	1
<i>monticola</i>	36,18 $\pm$ 1,53 (14)	35,29 $\pm$ 0,09 (282)		3
		35,40 $\pm$ 0,40 (26)		9
<i>multimaculatus</i>	39,00 $\pm$ 0,85 (75)	34,20 $\pm$ 0,36 (60)		10

Continuación.

Especies	Temperatura de Sustrato	Temperatura Corporal de Campo	Temperatura Corporal de Laboratorio	Referencia	
<i>Liolaemus</i>	<i>nigromaculatus</i>	34,40 ± 2,4 (2)	34,08 ± 0,46 (6)	35,12 ± 0,39 (6)	1
			34,80 ± 0,40 (25)		9
				31,70 ± 0,80 (5)	14
	<i>nigroroseus</i>	31,07 ± 1,42 (7)	33,89 ± 0,71 (8)	34,75 ± 0,24 (8)	1
	<i>nigroviridis</i>	32,25 ± 2,25 (2)	35,30 ± 0,40 (2)	36,31 ± 0,31 (10)	1
			35,49 ± 0,10 (409)		3
			35,99 ± 0,20 (80)		9
	<i>nitidus</i>	34,40 ± 2,4 (2)	35,43 ± 0,33 (12)	35,70 ± 0,35 (12)	1
			34,96 ± 0,13 (181)		3
			35,40 ± 0,45 (14)		9
				33,70 ± 1,06 (7)	14
			35,10 ± 0,40 (35)	34,80 ± 0,10 (784)	15
	<i>occipitalis</i>		30,89 ± 0,27 (270)		16
	<i>olongasta</i>		32,10 ± 0,53 (55)		17
<i>ornatus</i>	36,93 ± 2,49 (18)	32,41 ± 0,71 (16)	35,32 ± 0,22 (21)	1	
		26,60 ± 1,05 (24)Tar		2	
<i>pictus</i>	31,24 ± 1,56 (19)	32,04 ± 0,81 (19)	34,30 ± 0,33 (24)	1	
<i>platei</i>	35,68 ± 1,13 (12)	33,82 ± 0,49 (9)	34,50 ± 0,26 (15)	1	
		35,50 ± 0,35 (15)		9	
<i>pseudolemniscatus</i>	31,25 ± 1,25 (2)	34,29 ± 0,46 (8)	34,60 ± 0,44 (7)	1	
<i>pseudoanomalus</i>	30,38 ± 0,55 (98)	31,98 ± 0,39 (98)		18	
<i>robertoi (vallecurensis)</i>	34,85 ± 1,45 (6)	31,50 ± 0,32 (8)a	35,91 ± 0,38 (4)	1	
<i>ruibali</i>		24,40 ± 1,79 (12)		19	
<i>sanjuanensis</i>		30,10 ± 0,59 (29)		20	
<i>schroederi</i>		33,38 ± 0,57 (15)	34,90 ± 0,43 (9)	3	
				8	
		35,30 ± 0,40 (8)		9	
<i>tenuis tenuis</i>	30,68 ± 1,33 (13)	36,82 ± 0,44 (10)	37,20 ± 0,10 (4)	1	
		34,59 ± 0,30 (46)		3	
<i>tenuis punctatissimus</i>	34,42 ± 1,65 (18)	34,80 ± 0,24 (19)	35,36 ± 0,56 (9)	1	
<i>walkeri</i>	31,00 ± 4,50 (2)	24,00 (1)	33,76 ± 0,50 (2)	1	
<i>wiegmannii</i>	38,40 ± 0,87 (75)	33,65 ± 0,45 (53)		10	
		31,00 ± 0,13 (660)		21	
<i>Phymaturus</i>					
<i>vociferator</i>		22,50 ± 0,51 (59)	35,80 ± 0,90 (6)	4	
<i>patagonicus</i>	30,42 ± 2,08 (23)	28,95 ± 0,83 (21)	31,13 ± 0,31 (22)	7	
<i>Microlophus</i>					
<i>atacamensis</i> (primavera- Medano)	33,80 ± 0,4b	29,40 ± 1,20 (7)	33,60 ± 1,2 (4)	22	
<i>atacamensis</i> (verano- Medano)	31,20 ± 1,5b	33,00 ± 0,90 (11)		22	
<i>atacamensis</i> (otoño- Medano)	30,90 ± 2,5b	30,40 ± 0,70 (12)	34,60 ± 0,7 (11)	22	
<i>atacamensis</i> (primavera- Zenteno)	23,50 ± 1,7b	28,80 ± 0,60 (7)	33,9 (1)	22	
<i>atacamensis</i> (verano - Zenteno)	36,80 ± 1,5b	30,60 ± 1,50 (9)		22	
<i>atacamensis</i> (otoño - Zenteno)	26,50 ± 0,2b		35,20 ± 0,7 (9)	22	
<i>atacamensis</i> (primavera- Arrayán)	26,30 ± 1,0b	27,00 ± 1,30 (12)	33,90 ± 1,7 (3)	22	
<i>atacamensis</i> (verano - Arrayán)	33,40 ± 2,2b	33,30 ± 1,00 (6)		22	
<i>atacamensis</i> (otoño - Arrayán)	23,60 ± 3,4b	21,80 (1)	32,40 ± 1,23 (6)	22	

FUENTE: Labra et al. , 2008.