



**Universidad de Concepción
Campus Los Ángeles
Escuela de Educación**

**Relación entre la conducta térmica y el sexo de una población de *Pleurodema thaul*
(Amphibia: Leiuperidae) provenientes de la comuna de Antuco, región del Biobío.**

**Seminario de Título, para optar al título Profesional
Profesor de Ciencias Naturales y Biología.**

Seminarista : Rafael Enrique Salinas Salinas.
Profesor Guía : Nicza Fernanda Alveal Riquelme.
Profesor Co-Guía : Helen Grace Díaz Páez.

Los Ángeles, 2017

Agradecimientos

Muy pocas personas saben lo que en realidad significa el logro de este trabajo que culmina mi paso por la Universidad de Concepción, campus Los Ángeles. Sin embargo han sido muchísimas las personas de las cuales he sentido grandes e incondicionales apoyos. Quiero agradecer a mi familia, que a pesar de la distancia siempre han estado para mí, claro ejemplo de esto mi tía María Isabel Salinas Toro, quien siempre me motivo y ayudó incondicionalmente solo con el fin de un mejor futuro.

Sin olvidar a mis amigos de universidad, trabajo, y en especial a mis colegas de motocicletas. A mis profesoras Nicza Alveal Riquelme y Helen Díaz-Páez, por su paciencia y dedicación, sin ellas este presente no hubiera sido posible.

Por último y no menos importante un agradecimiento merecido debido a su apoyo incondicional a quien fuera mi pareja durante muchos años, Karen Fernández.



Índice

Resumen	5
Abstract	6
Planteamiento y justificación de la investigación.	7
Objeto de estudio	10
Preguntas de investigación	10
Objetivo general	10
Objetivos específicos	10
Hipótesis	11
Marco referencial	12
Nociones generales sobre anfibios	12
Temperatura y anfibios	14
Temperatura corporal en campo y laboratorio	16
Temperatura y tamaño en anfibios.....	18
<i>P. thaul</i> como modelo de estudio.....	19
Diseño metodológico	21
Enfoque de la investigación.....	21
Definición y selección de la muestra	22
Técnicas de recolección de información.....	22
Área de estudio.....	22
Obtención de datos de campo	23
Cautiverio y aclimatación	24
Obtención de datos de laboratorio	24
Temperatura corporal experimental ($T_{C_{exp}}$)	24
Temperatura corporal de preferencia (T_{C_p})	25
Determinación de variables	26
Plan de análisis	27
Resultados	28
Tamaño y masa corporal	28
Termorregulación en condiciones de campo.....	29
Termorregulación en condiciones de laboratorio.....	31

Discusión	35
Conclusiones	38
Alcances del estudio	39
Bibliografía	40
Anexos	1



Resumen

Chile presenta una variedad de ambientes térmicos bajo los cuales residen diversas especies de anfibios. Para estos, es importante la temperatura ambiental ya que incide sobre su temperatura corporal (Tc). A su vez, el tamaño o masa corporal pueden influir sobre la conducta térmica de este taxón, y por ende, si existe dimorfismo sexual, podrían existir diferencias en la Tc.

Pleurodema thaul, es una especie de anfibio con una amplia distribución latitudinal y altitudinal, por lo que es un objeto de estudio óptimo para evaluar el comportamiento térmico. Presenta dimorfismo sexual en el tamaño corporal, variación en las preferencias térmicas a nivel latitudinal y una fuerte influencia de la aclimatación sobre la conducta, pero no se ha determinado si existen dimorfismo sexual en la Tc.

Para analizar esta asociación se colectaron individuos en la comuna de Antuco (Región del Biobío) y se registraron datos de su morfología y temperatura. El diseño experimental contempló dos temperaturas de aclimatación (10°C y 20°C) y se determinó la respuesta termorregulatoria y temperatura de preferencia.

Los resultados muestran que *P. thaul* presenta una conducta termoconformista principalmente tigmotérmica en terreno y laboratorio. Junto a esto se evidenció la selección de un amplio rango de temperaturas con una media sobre los 24°C, sin efecto de la temperatura de aclimatación y el sexo. Adicionalmente, se determinó una baja correlación de la masa y tamaño corporal con la Tc, lo que indicaría que el dimorfismo sexual no tiene efecto sobre los parámetros térmicos analizados.

Palabras clave: Temperatura, termorregulación, anfibios, sexo.

Abstract

Chile presents a variety of thermal environments under which diverse species of amphibians reside. For these, the ambient temperature is important as it affects your body temperature (T_c). In turn, body size or mass can influence the thermal behavior of this taxon, and therefore, if there is sexual dimorphism, there could be differences in T_c .

Pleurodema thaul, is a species of amphibian with a wide latitudinal and altitudinal distribution, reason why it is an object of optimal study to evaluate the thermal behavior. It presents sexual dimorphism in body size, variation in thermal preferences at latitudinal level and a strong influence of acclimatization on behavior, but it has not been determined if there are sexual dimorphism in T_c .

To analyze this association, individuals were collected in the commune of Antuco (Biobío Region) and data on their morphology and temperature were recorded. The experimental design contemplated two acclimation temperatures ($10\text{ }^\circ\text{C}$ and $20\text{ }^\circ\text{C}$) and the thermoregulatory response and temperature of preference were determined.

The results show that *P. thaul* presents a thermoconformist behavior, mainly tigmothermic in terrain and laboratory. The selection of a wide range of temperatures with a mean above $24\text{ }^\circ\text{C}$, with no effect of the acclimatization temperature and sex, was evidenced. Additionally, a low correlation of mass and body size with T_c was determined, which would indicate that sexual dimorphism has no effect on the thermal parameters analyzed.

Keywords: Temperature, Termorregulation, amphibian, sex.

Planteamiento y justificación de la investigación.

Los anfibios presentan alta sensibilidad y mayor riesgo a la extinción cuando se enfrentan a las cambiantes condiciones ambientales del planeta (Anguilleta, 2009). Esto se debe, principalmente a sus particularidades biológicas, entre las que destacan un ciclo de vida complejo con una fase acuática y otra terrestre, baja capacidad de dispersión, variados mecanismos de respiración y una alta permeabilidad de la piel (Duellman & Trueb, 1986). Debido a esto, se ven afectados por diversas causas antrópicas, tales como; la fragmentación del hábitat, colecta de ejemplares, contaminación, sobreexplotación, la introducción de especies exóticas y el cambio climático (Lobos, Vidal, Correa, Labra, Díaz - Páez, Charrier, Tala, 2013)

La relación del clima y la biología térmica en anfibios es fundamental para su éxito evolutivo y ecológico (Gilchrist, 1995; Pörtner, 2002). En base a esto, destaca que cambios en la temperatura ambiental (T_a) de un determinado hábitat podrían tener directas incidencias sobre este taxón (Huey, 1982), puesto que es uno de los factores físicos más importantes que caracterizan cada tipo de clima, siendo determinante para la distribución espacial y temporal de los organismos porque influye a nivel fisiológico y conductual (Huey, 1991).

Las temperaturas corporales (T_c) fuertemente asociadas a los factores ambientales en los anfibios establecen que estos sean considerados como organismos ectotermos (*ecto*=fuera, *termo*=temperatura) y en particular, poiquilotermos (*poikilo*=variable, *termo*=temperatura) ya que la fuente de energía térmica es de carácter externo (Pough & Gans, 1982), lo que determina que sus T_c sean variables (Eckert, Randall & Augustine, 1991).

Debido a que los recursos energéticos fluctúan en cantidad y disponibilidad continuamente en el tiempo, el beneficio de mantener una temperatura óptima está limitado por los costos metabólicos de los individuos (Lillywhite, Licht & Chelgren, 1973). En general, dentro de la gama óptima de las temperaturas del cuerpo destaca el de la temperatura corporal seleccionada o de preferencia (T_{c_p}), la que a menudo es indicada como co-adaptada con la temperatura corporal óptima (T_{c_o}) (Huey, 1991).

En el plano local, Chile presenta una gran diversidad de escenarios climáticos sobre los cuales habitan una gran variedad de especies de anfibios, los cuales pueden verse extremadamente afectados por las constantes y fuertes alteraciones climáticas. Por ejemplo en la VIII región, cambios estacionales determinan la presencia de inviernos fríos y temporadas estivales cálidas (Lobos *et al.*, 2013).

Las variaciones climáticas y su asociación a las conductas térmicas en anfibios se han visto expuestos en estudios en especies como *Rhinella spinulosa* (Alveal, 2015; Alveal, Díaz-Páez & Ortiz, 2016) y *Pleurodema thaul* (Iturra-Cid, 2010; Iturra-Cid, Vidal, Labra & Ortiz, 2014) entre otros. Para *P. thaul* existen antecedentes de su comportamiento termoconformista en condiciones naturales y de laboratorio (Iturra-Cid *et al.*, 2014). Los termoconformistas son frecuentes de encontrar en ambientes con poca disponibilidad de recursos térmicos y/o con altos costos para aumentar temperatura corporal (Hillman, Whitters, Drewes, & Hillyard, 2009).

Iturra-Cid y colaboradores (2014) añade que la especie presenta principalmente una conducta tigmotérmica en periodos de inactividad. Lo que refuerza la idea de que la alta dependencia que *P. thaul* tiene sobre el ambiente térmico puede imponer un grave problema para estos individuos a la hora de exponerse a un cambio ambiental drástico.

En estudios particularmente enfocados a determinar las temperatura de preferencia para *P. thaul* (Iturra, 2010) se observa un descenso en las T_{c_p} en concordancia con el aumento de la latitud. Además bajo la exposición a dos temperaturas de aclimatación (10°C y 20°C) las T_{c_p} se ven afectadas de manera positiva, es decir, frente a una temperatura de aclimatación mayor, los individuos de *P. thaul* prefieren temperaturas mayores.

Dentro de los variados estudios desarrollados en animales, se ha comenzado a enfatizar como la masa corporal influencia las características fisiológicas de los mismos en aspectos tales como el comportamiento, la reproducción, forrajeo y/o crecimiento (Angilletta, Niewiarowski, & Navas, 2002).

Sin embargo se ha desestimado la influencia que pudieran tener las bases de la termodinámica referidas a la asociación de temperatura y masa. Principios elementales como las propiedades de calor específico que señalan que de manera general “*la capacidad térmica varía de un cuerpo a otro independiente de que estén hechos del mismo material, dos cuerpos pueden tener distintas capacidades térmicas, pues sus masas pueden ser*

diferentes” (Riveiro & Alvarenga, 1998, p. 522). Consecuentemente con el efecto que juega la inercia termica al momento de mantener mecanismos termorregulatorios conductuales o fisiológicos (Pough & Gans, 1982). Se encuentra el dimorfismo sexual que presenta *P. thaul* asociado al tamaño corporal y masa (hembras más grandes que los machos) (Cei, 1962; Iturra-Cid, Ortiz, & Ibarguengoytia, 2011; Francino, 2011) por lo que se espera que existan diferencias significativas a nivel intersexual en cuanto a sus temperaturas corporales y que los machos, por presentar un tamaño menor, prefieran y mantengan temperaturas corporales mayores que las hembras (Zug, Vitt, & Caldwell, 2001), ya que individuos de menor tamaño intercambian energía térmica con el ambiente de forma más rápida que los que tienen tamaño mayor, implicando un aumento de la deshidratación y consiguiente ascenso de la temperatura corporal (Zug *et al.*, 2001; Sanabria, Quiroga, & Acosta, 2003; Sinervo *et al.*, 2010).



Objeto de estudio

Conducta térmica y efecto de la temperatura de aclimatación, a nivel intersexual de *P. thaul* provenientes de la comuna de Antuco, región del Biobío durante el período de invierno - primavera 2016.

Preguntas de investigación

1. ¿Cuál es la conducta térmica de *P. thaul* en el campo y en laboratorio?
2. ¿Existen diferencias significativas en las respuestas térmicas para cada sexo?
3. ¿Incide la temperatura de aclimatación sobre las respuestas térmicas de la especie?

Objetivo General

Analizar la conducta térmica a nivel intersexual de una localidad de *P. thaul* provenientes de la comuna de Antuco, Región del Biobío, durante el período de invierno – primavera 2016.

Objetivos Específicos

- ❖ Identificar la temperatura corporal de *P. thaul* en condiciones de campo (T_{c_c}) y laboratorio ($T_{c_{exp}}$)
- ❖ Establecer una relación entre la temperatura corporal (T_{c_c} y $T_{c_{exp}}$) y la temperatura ambiental (T_s y T_a) de *P. thaul*.
- ❖ Identificar mediante un gradiente térmico las temperaturas corporales de preferencia (T_{c_p}) de *P. thaul*.
- ❖ Determinar si existen diferencias significativas en las T_c (T_{c_c} , $T_{c_{exp}}$ y T_{c_p}) entre machos y hembras de *P. thaul* considerando sus particularidades morfológicas (tamaño y masa).
- ❖ Determinar la conducta termorregulatoria de *P. thaul* en condiciones de campo y laboratorio a partir de la relación entre su T_c con la temperatura ambiental.
- ❖ Analizar el efecto de la temperatura de aclimatación sobre las respuestas térmicas de la población de *P. thaul* en estudio.

Hipótesis

H₁: El dimorfismo sexual que presenta la especie asociado al tamaño-masa, genera diferencias significativas entre las conductas térmicas de machos y hembras de *P. thaul*.

H₀₁: El dimorfismo sexual que presenta la especie asociado al tamaño-masa, no genera diferencias significativas entre las conductas térmicas de machos y hembras de *P. thaul*.

H₂: Las respuestas térmicas de *P. thaul* están vinculadas positivamente con la temperatura de aclimatación.

H₀₂: La temperatura de aclimatación no influye en las respuestas térmicas de *P. thaul*.



Marco referencial

Nociones generales sobre anfibios

Los anfibios son un amplio y fascinante grupo de vertebrados que comprenden alrededor de 7100 especies a nivel mundial y que a lo largo de su estancia en el planeta Tierra (250 millones de años), han diversificado de gran manera (Lobos *et al.*, 2013).

Este taxón se clasifica principalmente en tres órdenes: *Gymnophiona* (Cecilias), *Caudata* (salamandras, tritones y ajolotes), y finalmente el grupo más abundante y conocido *Anura* (Ranas y sapos) (Lobos *et al.*, 2013).

Una de las principales características de este grupo de vertebrados, es que se lo considera el nexo entre la vida acuática y terrestre (Hickman, Roberts & Larson, 2009). Para ello, estos animales se han provisto de mecanismos fisiológicos que les han permitido su subsistencia en diversos ambientes. Por lo que su alta dependencia hídrica no ha sido limitante en su distribución mundial, lo que los ha llevado habitar en prácticamente todos los continentes, con excepción de la Antártida (Lobos *et al.*, 2013)

La vida de los anfibios empieza en la etapa de larva acuática hasta sufrir un proceso metamórfico y terminar en un adulto completamente adaptado para el medio terrestre. Sin embargo a pesar de las diversas adaptaciones al medio terrestre, los adultos necesitan ambientes frescos y húmedos de charcas, estanques y ríos (Hickman *et al.*, 2009).

Se ha determinado que gran parte de la dependencia acuática, o a lo menos a sitios de alta humedad, se debe a su particular ciclo vital, caracterizado por dos fases: una acuática y otra terrestre (Fig. 1). En la fase acuática se encuentran los huevos y larvas, mientras que en la fase terrestre juveniles y adultos (Garin & Lobos, 2008). Es dentro de la etapa acuática de desarrollo donde se vislumbra que los anfibios presentan por lo general selección reproductiva de tipo R¹ (Lobos *et al.*, 2013).

¹ **Selección reproductiva de tipo R:** Los organismos que presentan esta selección reproductiva son típicamente de vida corta. Tienen una tasa reproductiva elevada en una baja densidad de población, rápido desarrollo, tamaño corporal pequeño, un gran número de crías (pero con poca supervivencia) y proporcionan mínimos cuidados parentales (Smith & Smith, 2007).

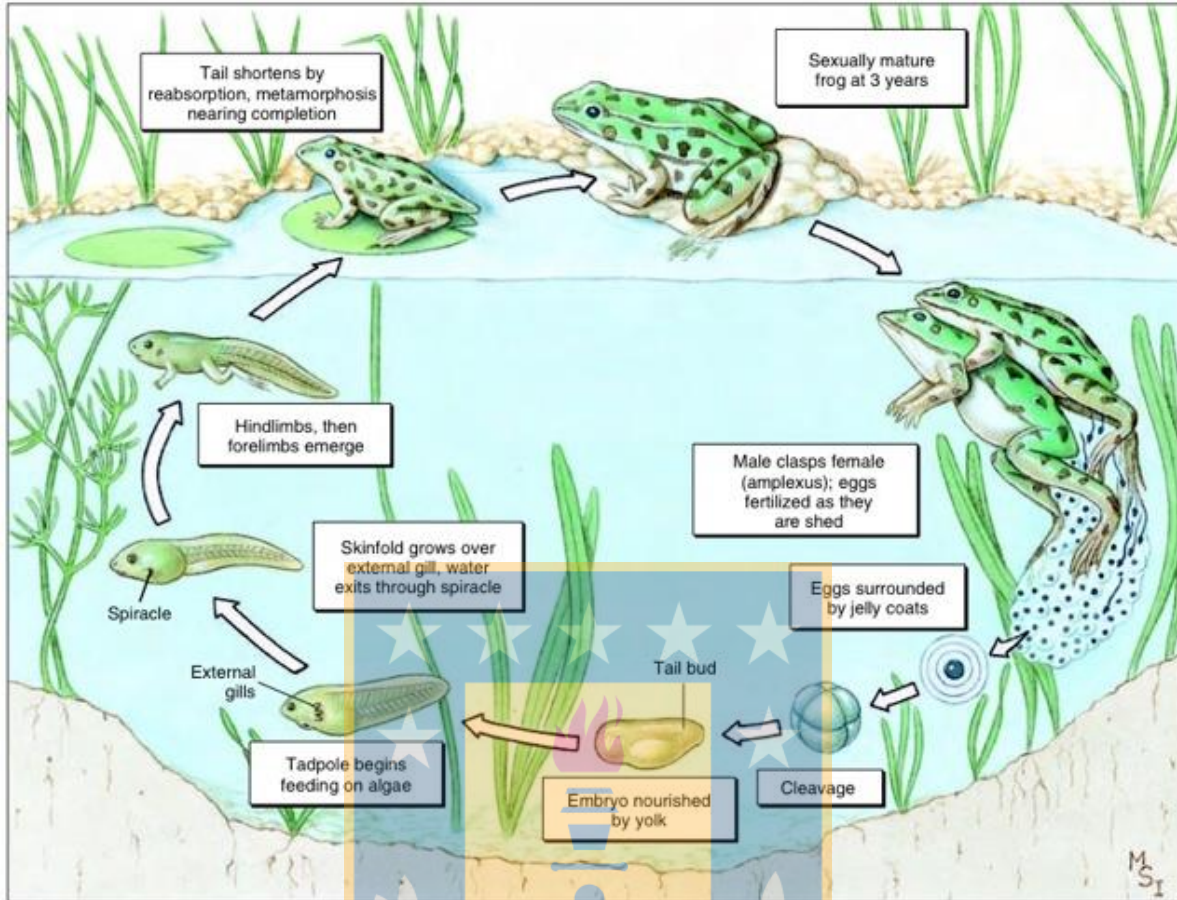


Figura 1. Ciclo de vida de un anfibio: Diferentes etapas de su desarrollo y estadios metamórficos (Extraído de Hickman *et. al.*, 2009).

Estas limitantes ambientales han determinado la presencia de una serie de características fisiológicas, ecológicas y una historia de vida que los hacen muy sensibles a los cambios en el medio ambiente, por lo cual son el grupo de vertebrados más amenazados (Brandt, 2012). De hecho el 32 % de los anfibios del planeta se encuentra en alguna de sus categorías de amenaza, ya sea, “En Peligro Crítico”, “En Peligro” o “Vulnerable”, esto quiere decir, que una de cada tres especies se encuentra amenazada de extinción (Stuart, Hoffman, Chanson, Cox, Berridge, Ramani & Young, 2008; Lobos *et al.*, 2013). Entre las causas de amenazas antrópicas destacan la fragmentación del hábitat, colecta de ejemplares, contaminación, sobreexplotación, introducción de especies exóticas y el cambio climático global (Lobos *et al.*, 2013).

Temperatura y anfibios

El ambiente y la temperatura asociada a este, parece ser un determinante directo para los animales, restringiendo su movimiento, selección de hábitat y establecimiento territorial (Walguarnery, Goodman & Echternacht, 2012).

Todos los animales pueden ganar o perder calor y, por tanto variar su temperatura, a través de radiación solar e infrarroja, conducción o convección (Labra & Vidal, 2003). A lo que Gisolfi y Teruel (1990) añaden evaporación. Los primeros tres dependen del gradiente térmico que existe entre la piel y el ambiente, en cambio la pérdida de calor por evapotranspiración, solo depende de la presión de vapor que existe entre la piel y el ambiente (Sanabria, Quiroga & Acosta, 2003). El intercambio de calor gobierna comportamiento, procesos fisiológicos y químicos conectados a la adquisición de recursos, crecimiento, desarrollo y en última instancia supervivencia y reproducción (Walguarnery *et al.*, 2012). Al realizar una revisión de estudios fisiológicos en anfibios, Jorgensen (1992) señaló que los factores ambientales más importantes que determinan sus patrones de desarrollo son la disponibilidad de agua, la disponibilidad de alimento, la variación estacional, la latitud, la altitud y la temperatura.

Esta última denota su importancia para anfibios y reptiles debido a su comportamiento térmico, por el cual han sido considerados como animales ectotermos² y poiquilotermos³ (*poikilo* = variable, *termo*= temperatura), ya que dependen de una fuente externa de energía térmica (Garin & Lobos, 2008), lo que determina que sus temperaturas corporales sean variables (Labra, Vidal, Solis & Penna, 2008).

Los anfibios debido a que no disponen de mecanismos fisiológicos productores de calor significativos (Peters, 1964), pueden buscar su óptimo térmico mediante el desarrollo y empleo de dos estrategias térmicas: la termorregulación⁴ y la termoconformidad⁵. La diferencia entre estas se basa en los costos y beneficios para la especie.

² **Ectotermia:** Determinación de la temperatura corporal por fuentes de energía térmicas externas principalmente (Smith & Smith, 2007)

³ **Poiquilotermia:** Variación de la temperatura corporal dependiente de las condiciones externas (Smith & Smith, 2007).

⁴ **Termorreguladores:** Aquellos organismos que exhiben un variado repertorio de mecanismos termorregulatorios, manteniendo una temperatura corporal activamente distinta de la temperatura ambiental (Labra & Vidal, 2003).

⁵ **Termoconformistas:** Aquellos organismos que no exhiben mecanismos de termorregulación teniendo temperaturas corporales similares a la temperatura ambiental (Labra & Vidal, 2003).

Muchas especies utilizan a menudo combinaciones de estas dos estrategias extremas, por lo que parecen depender de factores como la estación del año, la ocupación del hábitat, el riesgo de depredación, y el balance hídrico (Sanabria, Quiroga & Martino, 2011).

Junto a esto, se ha determinado que los anfibios pueden ajustar y/o mantener en un intervalo óptimo su temperatura corporal a través de la termorregulación conductual, mediante la cual realizan la selección de diferentes ambientes térmicos (Sanabria *et. al.*, 2011). Es por ello, que gran parte de los anfibios termorregulan con una selección de los microhábitats durante la noche y el día (Brattstrom, 1963) y aquellos que se ubican en áreas montañosas optimizan la Tc calentándose por exposición al sol (Heliotermia⁶) y el tiempo dedicado dependerá de su capacidad para tolerar la pérdida de agua; (Sanabria, Quiroga, & Acosta, 2003), por lo que es necesario que estén sobre un sustrato húmedo para evitar la desecación (Tracy, 1976). Mientras que otros anfibios utilizan la energía térmica por medio del contacto con el sustrato (Tigmotermia⁷) (Sanabria Quiroga & Acosta, 2007).

Según Anguilleta (2009) la regulación de la temperatura corporal en ectotermos tiene un gran impacto en su fisiología y los procesos de comportamiento (Sanabria & Quiroga, 2011). A su vez patrones como actividad estacional y diaria, el rendimiento del aparato locomotor, la tasa de digestión, tasa de crecimiento, consumo de oxígeno, y las rutas de intercambio de gases son ejemplos claros que se ven afectados por la temperatura corporal (Sanabria, Quiroga, & Martino, 2012).

Estos múltiples procesos restringen la termorregulación y provocan que la mayoría de los anfibios tengan una conducta termoconformista, es decir, la temperatura de su cuerpo se correlacione fuertemente con la temperatura del aire y/o sustrato (Iturra-Cid, *et al.*, 2014) La dependencia de los ectotermos por una fuente térmica externa, ha llevado a plantear incluso, que la temperatura ambiental es un recurso ecológico por el cual estos organismos competirían (Labra *et al.*, 2008).

⁶ **Heliotermia:** Captación de calor a partir de la radiación solar (Labra & Vidal, 2003).

⁷ **Tigmotermia:** Captación de calor a partir de la conducción térmica desde el sustrato (Labra & Vidal, 2003).

Realizando una comparación entre las dos posibles estrategias que poseen los anfibios térmicamente hablando, una estrategia como termoconformismo aparentemente minimiza los costes en comparación con la termorregulación (Sanabria *et. al.*, 2011).

La termorregulación en algunos casos requiere compensar el balance energético a través del cambio de la actividad diurna a nocturna (Sanabria & Quiroga, 2011). Este cambio entre los hábitos diurnos y nocturnos, es debido a la cantidad y calidad del recurso térmico-hídrico y su variación en el tiempo-espacio (Sanabria *et. al.*, 2011).

De acuerdo a Angilleta (2009) “Un animal que gasta demasiado tiempo termorregulando su temperatura pasará menos tiempo en otras actividades como la alimentación, la reproducción y el mantenimiento balance hídrico” (Sanabria *et al.*, 2011, p. 1). Un ejemplo claro son algunos casos de anfibios, donde los machos defienden sus nichos ecológicos y debido a que la energía para la defensa del territorio es termodependiente, éstos diferentes casos de comportamiento territorial implican una reducción de la movilidad a través de un equilibrio presupuestario de energía (Sanabria & Quiroga, 2011).

Temperatura corporal en campo y laboratorio

Dentro de las temperaturas asociadas a anfibios, está la temperatura corporal de campo (T_{c_c}) determinada en condiciones de terreno, esta generalmente varía de acuerdo a la temperatura ambiental y está fuertemente asociada a la termorregulación conductual bajo condiciones naturales de la especie (Labra *et al.* 2008). Ahora bien, en condiciones de cautiverio, la T_c puede presentar variaciones respecto a la T_{c_c} si los organismos están en un ambiente térmicamente constante, con ausencias de oportunidades para la termorregulación (Labra & Vidal, 2003; Sanabria *et al.*, 2011), a dicha temperatura se le ha denominado temperatura corporal experimental ($T_{c_{exp}}$) (Nova, 2010).

No obstante, existe un rango más restringido de temperaturas el cual es denominado como temperaturas corporales seleccionadas ($T_{c_{sel}}$) o preferidas (T_{c_p}) y que normalmente son determinadas en un gradiente térmico dentro de un laboratorio donde los organismos no tienen restricción alguna para termorregular conductualmente (Licht, Dawson & Shoemaker, 1966). Las temperaturas corporales de preferencia a menudo son indicadas como co-adaptada con la temperatura corporal óptima de funcionamiento (Huey, 1982); la cual puede ser diferente y más precisa que la temperatura corporal de campo (Labra & Vidal, 2003).

En reptiles (al igual que anfibios) debido a su conducta ectotérmica es que se han determinado amplias variaciones en las temperaturas de preferencia (T_{cp}) entre dos especies cercanamente emparentadas al estar expuestas a condiciones controladas de laboratorio, particularmente estas diferencias se presentan en las conductas térmicas de los estados juveniles y adultos (Fig. 2).

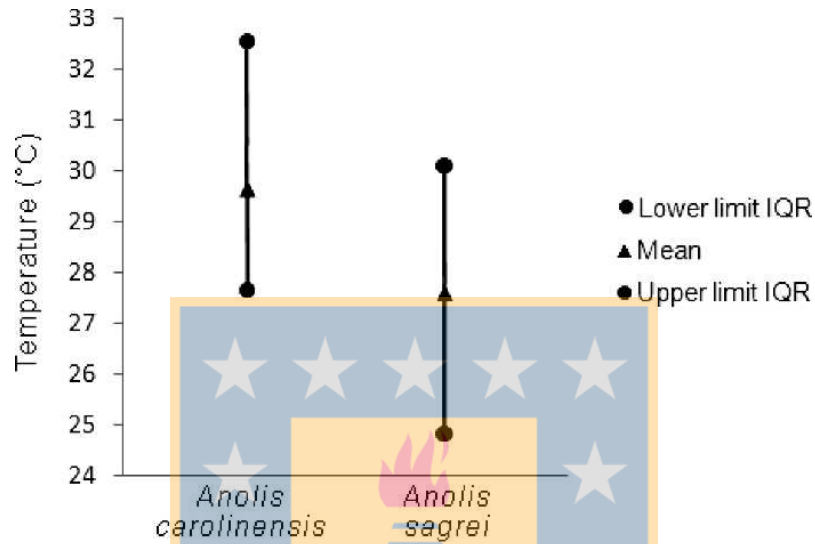


Figura. 2. Medidas de selección de temperatura para juveniles *Anolis carolinensis* y *Anolis sagrei* en un gradiente térmico.

Según Spotila y Standora 1985, teóricamente la (T_{cp}) debería ser un carácter conservado, pues es una variable eje dentro de los presupuestos energéticos del organismo. Cambios en esta temperatura implicarían modificaciones en el resto de las variables (Labra & Vidal, 2003). Por lo general la T_{cp} se relaciona directamente con la temperatura corporal a la cual varias medidas de desempeño fisiológico son máximas (Angilletta *et al.*, 2002).

La correlación de las T_{cp} y equilibrio térmico del cuerpo en anfibios determinan el desempeño de una amplia gama de procesos fisiológicos incluidos varios aspectos del llamado de apareamiento (Sanabria & Quiroga, 2011).

Temperatura y tamaño en anfibios.

Entre los anuros, los análisis de la variabilidad en la morfología intra específica a menudo han puesto de manifiesto una amplia variación en el tamaño del cuerpo. Sin embargo, la variación geográfica en la morfología no se ha investigado en la escala de las distribuciones generales de estas especies (Schauble, 2004).

En anfibios, los machos muestran una mayor influencia del ambiente en el tamaño corporal. Donde se ha corroborado que en la mayoría de los casos el cuerpo aumenta en climas fríos en relación a la estación seca húmeda-árido. Mientras que en las hembras, se tornan más grandes con climas menos tropicales. El clima y por tanto las temperaturas asociadas a los distintos climas, explican la mayor variación del tamaño corporal y sus diferencias para cada sexo (Schauble, 2004).

La asociación entre tamaño corporal y temperatura surge debido a que se espera un efecto importante sobre el flujo de calor con el entorno (Walguarnery *et al.*, 2012). Lo que llevaría a que la masa y/o el tamaño posean un efecto importante sobre las conductas termorregulatorias. De este modo, organismos de mayor tamaño presentan una menor área de superficie-volumen en contacto con el sustrato (Hillman, Whitters, Drewes & Hillyard, 2009) y por lo tanto, retienen una temperatura corporal en un tiempo más prolongado, disminuyendo su dependencia de las fuentes de calor (Lillywhite *et al.*, 1973).

Consecuentemente las variaciones en la masa y tamaño corporal afectarán significativamente la termorregulación de los individuos (Bartholomew, 1982). Es así como los individuos que tienen un tamaño pequeño deben mantener una temperatura corporal más alta que los individuos más grandes (Keen & Schroeder 1975; Casterlin & Reynolds 1978, Zug *et al.* 2001), ya que estos intercambian energía térmica con el ambiente mucho más rápido que los individuos de tamaño mayor, lo que implica un aumento de la deshidratación con un consiguiente aumento de la temperatura corporal (Zug *et al.*, 2001; Sanabria *et al.*, 2003; Sinervo *et al.*, 2010).

Por tanto, si hay dimorfismo sexual en cuanto a tamaño o masa corporal dentro de una misma especie de anfibio, cabe suponer que habrá diferencias en cuanto a su temperatura corporal.

***P. thaul* como modelo de estudio.**

P. thaul (Fig. 3), es un anuro de la familia Leiuperidae (Frost, 2014), cuya distribución se extiende desde Copiapó (27°22'S-70°20'W) en el norte a Aysén (45°30'S-70°20'W) en el sur (Díaz-Páez & Ortiz, 2001). La amplia distribución geográfica y hábitats a través de los que se distribuye reflejan patrones de amplia variabilidad genética, sin embargo la variabilidad genética que se ha reportado se encuentra entre los rangos comunes para vertebrados (Victoriano, Ortiz, Troncoso & Galleguillos, 1995).

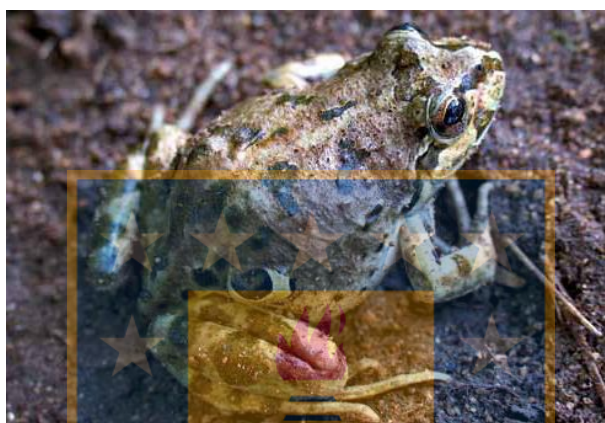


Figura 3. Ejemplar de *Pleurodema thaul*: se observan claramente las “glándulas” que simulan ojos y que otorgan el nombre común de “sapito de cuatro ojos” (Extraído de Garin & Hussein, 2013).

Este taxón generalmente es de tamaño mediano, mide entre 52-58 mm de longitud hocico-cloaca. De forma anatómica redondeada con extremidades delgadas y cortas y además podemos encontrar brazaletes de pigmento oscuro. Sus dedos y orjeos son libres y la membrana interdigital rudimentaria. Su piel posee algunos gránulos distribuidos de forma irregular dentro de los que encontramos un par de glándulas lumbares, de tamaño variable, que asemejan ojos, carácter que le da el nombre común de “sapito de cuatro ojos”. Respecto del color en esta especie encontramos comunes el gris, café, beige, verde, con manchas de forma irregular de color negro o gris oscuro. La región ventral es de color blanco. Los machos presentan pigmentación oscura en la región gular. Los ojos son negros con reticulaciones anaranjadas. Pupilas horizontales. El anillo timpánico es visible externamente (Rabanal & Nuñez, 2009).

En cuanto a la biología reproductiva de *P. thaul* presenta un ciclo casi continuo, con actividad gametogénica en machos y hembras durante otoño, invierno y primavera, con una regresión durante el verano. Ambos sexos parecen ser influenciados por las condiciones

medio ambientales verificándose la reproducción desde mediados de invierno hasta fines de primavera (julio-diciembre) (Díaz-Páez & Ortiz, 2001).

Sumado a lo anterior, estudios recientes indican que *P. thaul* en condiciones de laboratorio y naturales presenta un comportamiento termoconformista (Iturra-Cid *et al.*, 2014), los cuales son frecuentes de encontrar en ambientes con poca disponibilidad de recursos térmicos y/o con altos costos para aumentar Tc (Huey, 1982).

P. thaul presenta variaciones de tamaño asociadas a la su amplia distribución geográfica (Garin & Hussein, 2013) y además variaciones en tamaño a nivel intersexual, mostrando un mayor tamaño en hembras respecto de los machos para las distintas poblaciones registradas, datos que se vislumbran claramente en la bibliografía (Cei, 1962; Iturra-Cid *et al.* 2010; Francino, 2011). Bajo este contexto y basado en las bases de la termodinámica (Riveiro & Alvarenga, 1998), resulta plausible conjeturar diferencias en la conducta térmica entre sexos para esta especie. Sin embargo, de acuerdo al estudio realizado por Iturra-Cid y colaboradores (2014), no encontraron ninguna asociación entre la temperatura corporal y la masa o tamaño corporal y que el comportamiento termoconformista de esta especie durante el invierno podría afectar su supervivencia frente a un cambio climático como el calentamiento global.

Estas problemáticas asociadas a las variaciones térmicas entre otros factores manifiestan la gran importancia de reducir la falta de información sobre la ecología térmica de los anfibios en Chile, es por ello, que la presente investigación busca analizar la conducta térmica y la influencia de las temperaturas de aclimatación a nivel intersexual de una de las especies con mayor distribución y abundancia de la fauna chilena, *P. thaul*.

Diseño metodológico

El diseño es de tipo experimental porque los datos estudiados se obtienen de manera metódica y ordenada dentro de una actividad experimental. En este caso se genera una situación donde se analizan las relaciones entre una o más variables independientes y una o más dependientes bajo una situación de control, siempre centrado en la validez, el rigor y el control de la problemática de investigación (Hernandez, Fernández, & Batista, 2010).

Enfoque de la investigación

Esta investigación es de tipo cuantitativa, ya que se utiliza la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías (Hernández *et al.*, 2010).

El enfoque cuantitativo es secuencial y probatorio. Cada etapa precede a la siguiente y no podemos alterar los pasos, el orden es riguroso, aunque, desde luego, podemos redefinir alguna fase. De las preguntas se establecen hipótesis y determinan variables, se desarrolla un plan para probarlas; se miden las variables en un determinado contexto; se analizan las mediciones obtenidas (con frecuencia utilizando métodos estadísticos), y se establece una serie de conclusiones respecto de la(s) hipótesis (Hernández *et. al*, 2010).

El alcance de la investigación es del tipo correlacional, ya que se evalúa el grado de asociación entre dos o más variables, se miden cada una de ellas (presuntamente relacionadas), para este caso principalmente sexo, masa, tamaño, temperaturas de aclimatación (10°C – 20°C) y temperaturas corporales ($T_{c_c} - T_{c_{exp}} - T_{c_p}$) para *P. thaul*, después, se cuantifican y analiza la vinculación entre éstas. Tales correlaciones se sustentan en hipótesis que son sometidas a prueba. (Hernández *et. al*, 2010).

La dimensión temporal es de naturaleza longitudinal o evolutiva, esto es, con el propósito de recolectar y analizar datos a través del tiempo en puntos o periodos, para hacer inferencias respecto al cambio, sus determinantes y consecuencias (Hernández *et al.* 2010), proceso llevado a cabo durante el 2° Semestre Académico del año 2016.

Definición y selección de la muestra

La unidad de análisis corresponde a individuos de la especie *P. thaul* cuya población corresponde a individuos de esta especie que habitan en el sector Los Pangues, Región del Biobío. Por lo tanto, para el presente estudio la muestra está constituida por individuos de *P. thaul* en estadio adulto, de ambos sexos provenientes de dicha localidad.

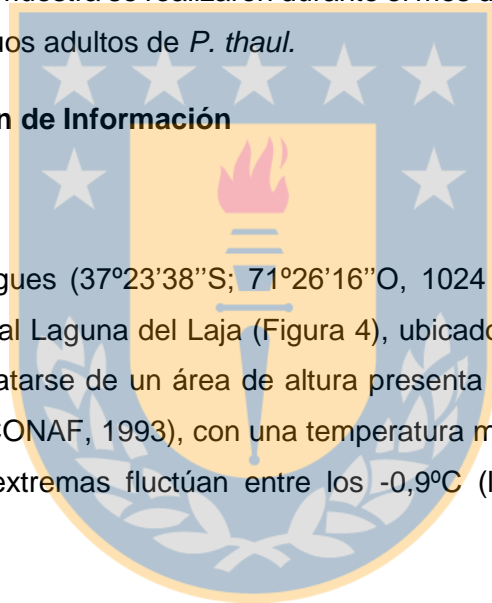
El tipo de muestreo es no probabilística e intencionado ya que en este subgrupo de la población la elección no depende de la probabilidad sino de las características de la investigación (Hernández *et. al*, 2010), en la que la composición fue seleccionada de acuerdo a la disponibilidad en el terreno y el cuerpo de agua.

Las colectas de la muestra se realizaron durante el mes de septiembre del año 2016, con un total de 28 individuos adultos de *P. thaul*.

Técnicas de Recolección de Información

Área de estudio

El sector los Pangues (37°23'38"S; 71°26'16"O, 1024 m.s.n.m.) está cercano al ingreso al Parque Nacional Laguna del Laja (Figura 4), ubicado en la comuna de Antuco, Región del Biobío. Por tratarse de un área de altura presenta condiciones ambientales y temperaturas variables (CONAF, 1993), con una temperatura media anual de 6,8°C cuyas temperaturas promedio extremas fluctúan entre los -0,9°C (la mínima) y los 14°C (la máxima) anual.



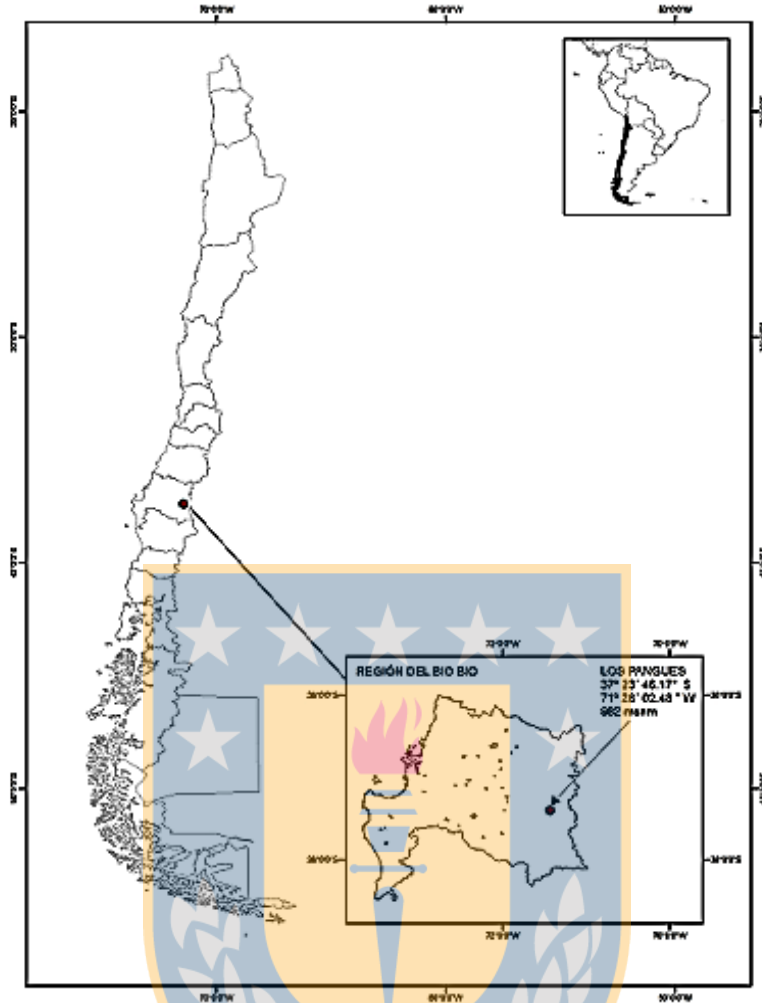


Figura 4. Ubicación geográfica de la área de captura de *P. thaul*. (Extraído de Hernández, 2016)

Obtención de datos de campo:

La captura se llevó a cabo en forma manual a través de la técnica de búsqueda de refugio y encuentro Visual. Para la manipulación de los especímenes se utilizaron las medidas establecidas en el “Protocolo para el control de enfermedades infecciosas de Anfibios durante estudios de campo (Lobos *et. al.*, 2011)

Cada individuo colectado fue sexado mediante la observación de los caracteres sexuales externos. Además se registró su temperatura corporal de campo (T_c) y la temperatura del sustrato (T_s) mediante termómetro laser (Fluke 62 mini IR thermometer, °C), la temperatura del aire (T_a) con termómetro digital (Checktempt 0.1°C de precisión), masa corporal mediante balanza digital OHAUS YA-100 de precisión 0,01 g y las medidas

de longitud Hocico-cloaca mediante un Pie de metro digital Mitutoyo 6" de precisión 0,01 mm (Ceí, 1962).

Durante la captura cada individuo se ubicó dentro de bolsas herméticas, para posteriormente ser transportados en cajas de pequeño tamaño habilitadas (con orificios de respiración y papel absorbente humedecido) como contenedor individual y así evitar algún daño físico o la muerte del animal y transferidos dentro del mismo día de su captura al laboratorio de Ecofisiología de Herpetozoos del Departamento de Ciencias Básicas de la Universidad de Concepción (Campus los Ángeles).

Cautiverio y aclimatación:

Durante el período de cautiverio se dispuso de grupos compuestos por dos individuos en 10 acuarios (30 cm largo x 20 cm de alto x 15 de ancho). Conservando las condiciones adecuadas de humedad para evitar la deshidratación de los organismos, utilizando rociadores y recipientes con agua. Estos fueron alimentados principalmente con tebos (*Chilecomadia moorei*), mosca de la fruta (*Drosophila melanogaster*) y tenebrios (*Tenebrio molitor*).

En laboratorio los anfibios colectados fueron mantenidos en condiciones controladas utilizando dos temperaturas de aclimatación (10°C y 20°C) y un fotoperiodo de 12 horas luz y 12 horas oscuridad que se relacionan con las condiciones naturales de esta especie en terreno.

Obtención de datos laboratorio

Temperatura corporal experimental ($T_{c_{exp}}$):

Los especímenes fueron mantenidos en aclimatación por 15 días en forma alternada, (10°C-20°C). Estos fueron sexados mediante la observación de los caracteres sexuales secundarios (Ceí, 1962) y se registró su temperatura corporal y la temperatura del sustrato, la temperatura ambiental del aire, la masa corporal y para finalizar se tomaron las medidas corporales longitud hocico-cloaca de cada ejemplar con los instrumentos descritos en la obtención de datos de campo.

Temperatura corporal de preferencia (T_{Cp}):

Para determinar la temperatura corporal de preferencia (T_{Cp}) se utilizó un gradiente térmico conformado de una estructura de metal termo-sellada de 195 cm de largo, por 60 cm de ancho y 56 cm de alto dividido en cuatro carriles de 15 cm aproximadamente separados por una malla metálica que permite el flujo de calor de forma homogénea entre los diferentes carriles. La superficie consiste en una base de material de acrílico transparente cubierta con gravilla. Bajo esta superficie se colocó un sistema de humedad mediante la conexión de recipientes plásticos con agua para evitar la deshidratación de los individuos. La tapa del gradiente consiste en una superficie de material de acrílico transparente, para evitar que el calor se disipe fuera del sistema. Además, bajo esta cubierta se instaló un sistema de fotoperiodo a fin de mantener las condiciones instauradas en el cautiverio (Fig. 5)



Figura 5. Gradiente térmico experimental (Extraído de Alveal 2015).

Para establecer el gradiente térmico, se calentó un extremo del gradiente con una estufa eléctrica y se enfrió el otro extremo con una bomba de refrigeración. El rango promedio de temperaturas del sistema comprendió desde los $8,80^{\circ}\text{C}\pm 1,92$ a los $28,89^{\circ}\text{C}\pm 2,60$. La toma de datos se realizó simultáneamente con cuatro individuos, uno en cada carril. Los animales se colocaron en el centro de cada carril en la mañana y luego de cinco horas se registrara la T_{Cp} de cada uno y el rango del gradiente térmico. Este mismo

procedimiento se repitió a las seis y siete horas de haber iniciado el experimento, lo que corresponde a la $T_{C_{pi}}$ inicial, $T_{C_{pm}}$ media y $T_{C_{pf}}$ final, respectivamente. La media de esos tres valores corresponde a la T_{C_p} de los organismos (Castañeda, L., Lardies, M. & Bozinovic, F., 2004).

Determinación de variables

Por lo tanto, en base a lo anterior, para esta investigación se determinaron y analizaron las siguientes variables dependientes e independientes:

Variables Dependientes: Temperatura corporal de campo (T_{C_c}), Temperatura corporal experimental ($T_{C_{exp}}$) y Temperatura corporal de Preferencias (T_{C_p})

Variables Independientes: Sexo, Masa corporal, Tamaño corporal (largo hocico-cloaca), Temperatura aire (T_a), Temperatura sustrato (T_s), Temperaturas de aclimatación.



Plan de análisis

El análisis de los datos obtenidos se realizó mediante estadística descriptiva, se comprobó la homocedasticidad y normalidad de los datos y se realizaron los test no paramétricos mediante los software estadísticos SPSS versión 13 e InfoStat/E versión 2012 (Di Rienzo *et al.*, 2012).

Se utilizó el test no paramétricos Kruskal-Wallis para observar diferencias significativas entre los distintos sexos, test de Wilcoxon para dilucidar el efecto de la temperatura de aclimatación sobre los parámetros térmicos (T_{c_p} , $T_{c_{exp}}$) y en la morfología (tamaño y masa corporal).

Para corroborar el comportamiento térmico y la influencia de la morfología en la temperatura corporal se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman, que indica el grado en que varían conjuntamente dos variables medidas en nivel ordinal, posteriormente se efectuó una predicción con el análisis de regresión lineal múltiple (Draper & Smith 1998).



Resultados

Tamaño y masa corporal

El tamaño promedio de los individuos estudiados resultó ser significativamente mayor en las hembras (sobre 46mm) que en los machos (sobre 36mm) durante la aclimatación de 10°C (H=132,9; P=0,0001) y 20°C (H=148,44; P=0,0001) con un rango más amplio en las primeras (Fig. 6). Es destacable que de acuerdo al test de Wilcoxon, no existe influencia de la temperatura de aclimatación sobre este parámetro térmico (Anexo 1 y 3).

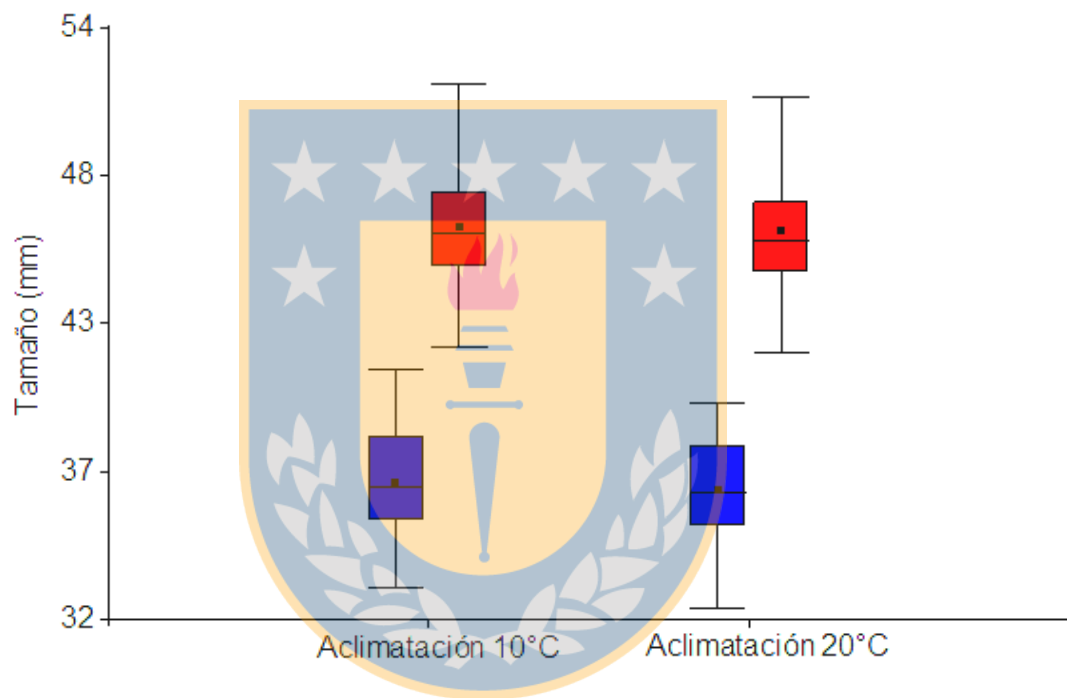


Figura 6. Tamaño corporal de *P. thaul* (machos en azul y hembras en rojo) durante la aclimatación a 10°C y 20°C.

Situación similar fue observada con la masa corporal, ya que las hembras presentaron un promedio sobre los 9 mm y los machos sobre los 4 mm (Fig. 7) a ambas temperaturas de aclimatación, por tanto, se establecieron diferencias significativas a través de test de Kruskal Wallis, entre los sexos a los 10°C (H=264,96; P=0,0001) y 20°C (H=141,78; P=0,0001), con un rango mucho más amplio en las hembras (Anexo 1 y 2).

De acuerdo al análisis del test Wilcoxon, la temperatura de aclimatación influye sobre la masa tanto en machos ($Z=2,31$; $P=0,02$) como en hembras ($Z=2,49$; $P=0,0128$) (Anexo 3).

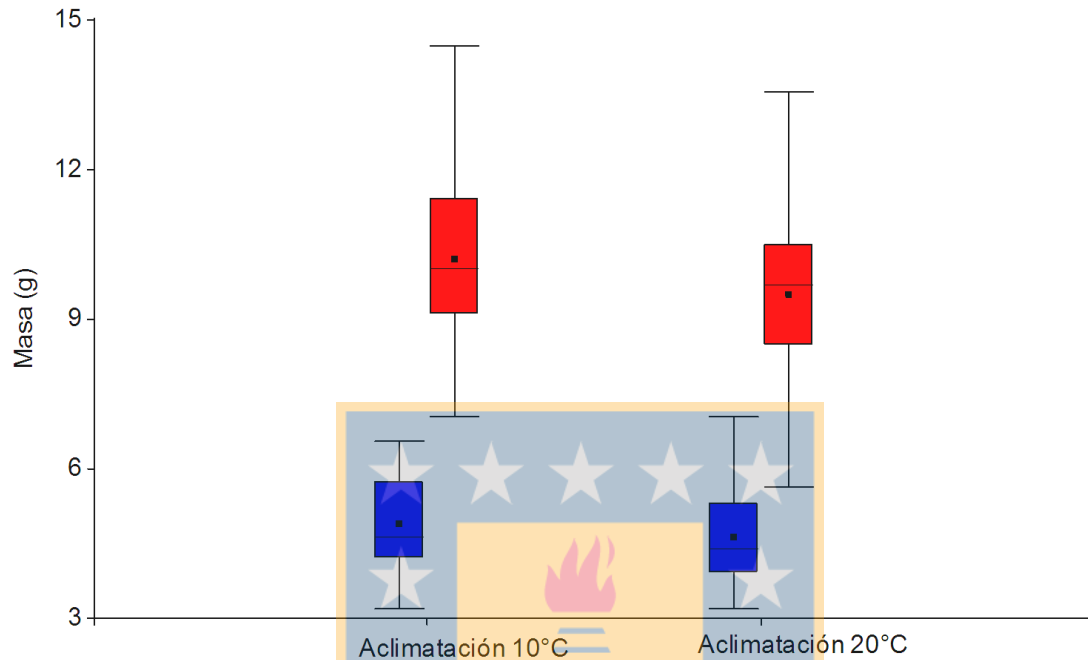


Figura 7. Masa corporal de *P. thaul* (machos en azul y hembras en rojo) durante la aclimatación a 10°C y 20°C.

El análisis de correlación de Spearman realizado de manera parcializado respecto a las temperaturas de aclimatación (10°C y 20°C) y sexo indicó que la correlación es repetitiva, positiva y bilateral entre la masa y tamaño a los 10°C (Machos: $r_s=0,888$; $P=0,01$; Hembras: $r_s=0,886$; $P=0,01$) y 20°C (Machos: $r_s=0,586$; $P=0,01$; Hembras: $r_s=0,740$; $P=0,01$). Por tanto estas variables están altamente correlacionadas en ambos sexos.

Termorregulación en condiciones de campo

Los resultados obtenidos durante el terreno muestran que la T_{c_c} presenta un promedio similar en las hembras ($7,09 \pm 5,29^\circ\text{C}$) y en los machos ($7,71 \pm 5,14^\circ\text{C}$), pero en estos últimos, se observa un rango mucho más amplio de temperaturas (Fig. 8, Anexo 1), no obstante, no se observaron diferencias significativas entre sexos ($H=0,17$; $P=0,67$) (Anexo 2).

En cuanto a la correlación de la masa y/o tamaño corporal frente a esta temperatura, se observó una tendencia a que la masa y el tamaño afecten de forma negativa a la temperatura corporal, lo que indicaría que a mayor masa y tamaño menor T_c (r_s : 0,25; $p=0,09$), sin embargo estos resultados no son estadísticamente significativos.

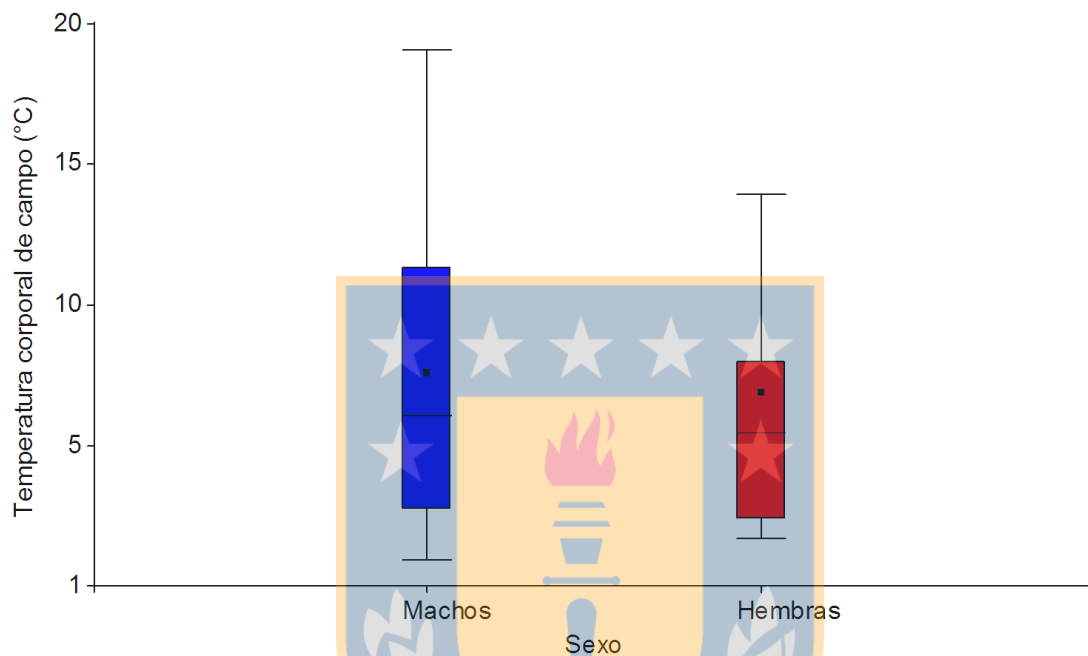


Figura 8. Temperatura corporal de campo para *P. thaul*.

Por otro lado, esta temperatura evidencia una alta y positiva correlación con la T_s tanto en machos ($r_s=0,974$; $P= 0,0001$), como en hembras ($r_s=0.87$; $P= 0,0001$) lo que indicaría que presentan un comportamiento tigmotérmico y por otro lado, heliotérmico, ya que, además, se observó que la T_a se correlaciona significativamente con la T_{c_c} en los machos ($r_s=0,7$; $P= 0,0001$) y hembras ($r_s=0,9$; $P= 0,0001$) (Anexo 4).

El cálculo de la pendiente de regresión lineal múltiple predice que los cambios producidos en la T_{c_c} dependerán de los cambios producidos tanto en la T_s y en menor medida, de la T_a (Anexo 4), lo que revela que en condiciones de campo, la alta dependencia a la temperatura ambiental caracterice a *P. thaul* como un ectotermo termoconformista, tigmotérmico y en menor medida, heliotérmico (Fig. 9).

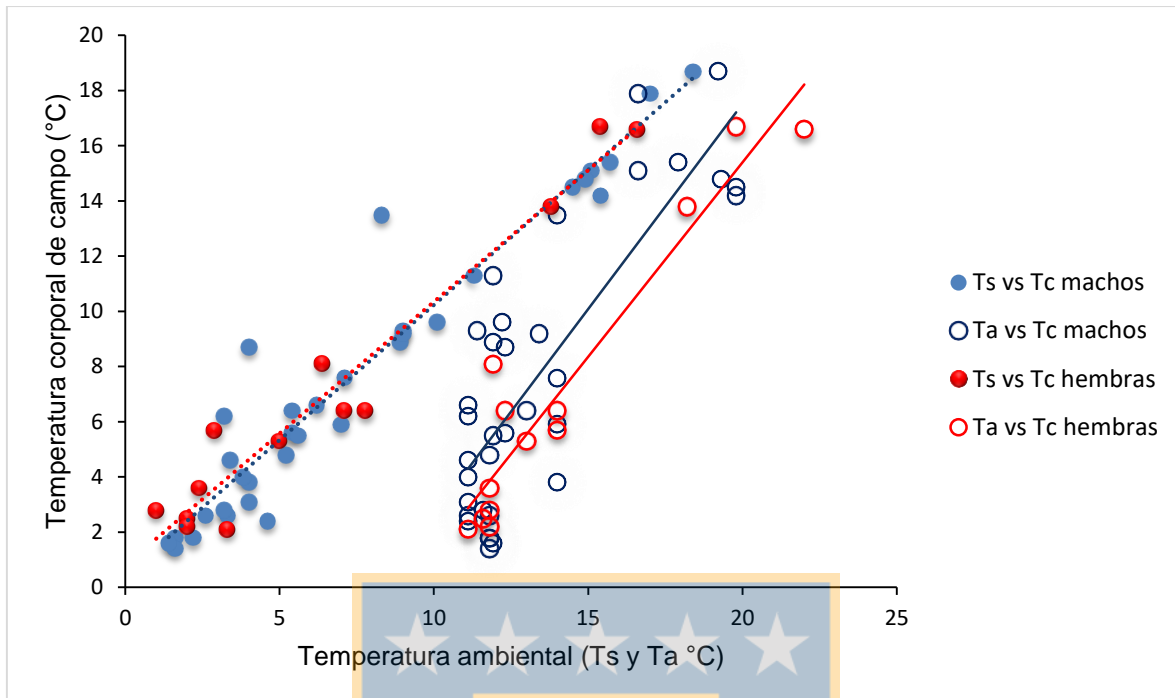


Figura 9. Termorregulación en condiciones de campo. Se indica la pendiente de regresión lineal entre T_{c_c} y T_s para machos en línea punteada azul y para hembras en rojo y la pendiente de regresión lineal entre T_{c_c} y T_a en línea continua azul y rojo para cada sexo, respectivamente.

Termorregulación en condiciones de laboratorio

En situaciones controladas y bajo un ambiente con una temperatura constante, la temperatura corporal de estos animales, definida como $T_{c_{exp}}$ durante la aclimatación a 10°C mostró que los machos alcanzaron una media superior a los 10°C ($10,76 \pm 1,1^{\circ}\text{C}$), muy cercana respecto a la de las hembras ($10,55 \pm 1,16^{\circ}\text{C}$) (Fig. 10, Anexo 1), sin exhibir diferencias significativas entre los dos sexos ($H=3,49$; $P=0,0614$) (Anexo 2).

Para la aclimatación a 20°C , los valores presentaron un aumento significativo de las medias en machos ($22,56 \pm 1,29^{\circ}\text{C}$) y en hembras ($22,6 \pm 1,41^{\circ}\text{C}$), ($H=12,86$; $P=0,0003$), además, se pudo observar que en ambos sexos el rango de temperaturas aumenta (Fig. 10, Anexo 1), siendo más amplio en los machos. Este fenómeno de aumento en las medias y rangos, al ser analizado con el test de Wilcoxon, permitió apreciar claras evidencias de la influencia de esta temperatura de aclimatación en la $T_{c_{exp}}$ tanto en machos ($Z=9,93$; $P=0,0001$) como hembras ($Z=7,42$; $P=0,0001$) (Anexo 3), además, el análisis de correlación de Spearman reveló una muy baja asociación entre la masa y/o tamaño con la $T_{c_{exp}}$ con resultados estadísticamente significativos ($r_s=-0,14$; $P=0,002$).

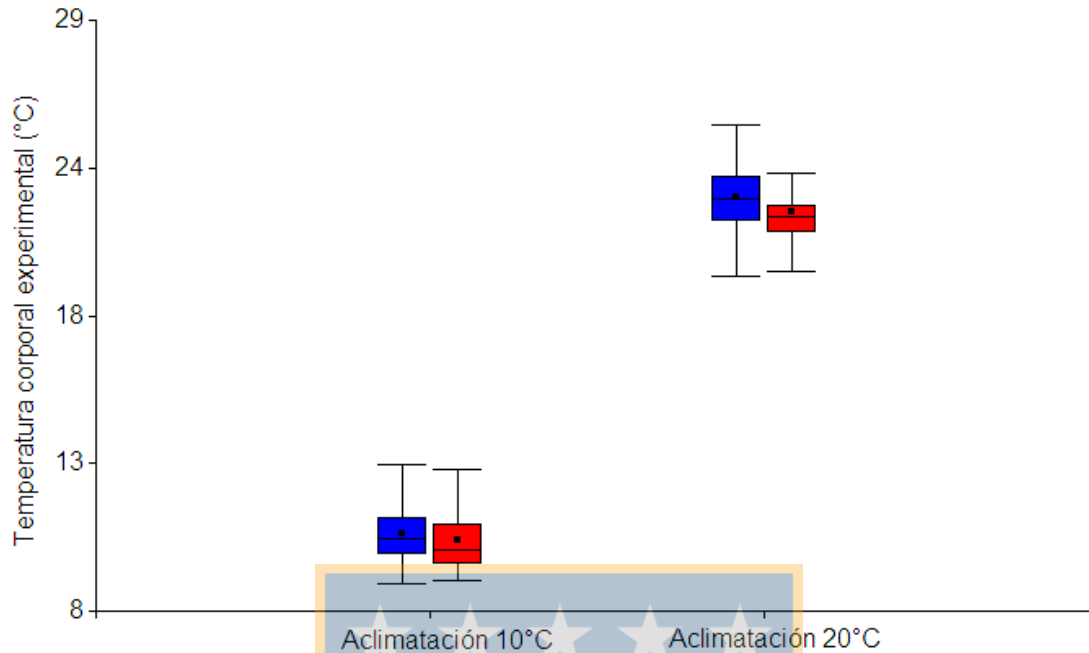


Figura 10. Temperatura corporal experimental de *P. thaul* (machos en azul y hembras en rojo) durante la aclimatación a 10°C y 20°C

En lo que respecta a la $T_{c_{exp}}$ y la T_s y T_a durante la aclimatación térmica de 10°C los machos exhibieron una alta y bilateral correlación entre la $T_{c_{exp}}$ y la T_s ($r_s=0,881$; $P=0,001$) y una correlación media con la T_a ($r_s=0,525$; $P=0,001$), mientras que en las hembras esta correlación aumentó más con la T_s ($r_s=0,908$; $P=0,001$) que con la T_a ($r_s=0,472$; $P=0,001$) siendo en ambos casos estadísticamente significativo (Fig. 11, Anexo 4).

Así mismo sucede una situación similar durante la aclimatación de 20°C ya que los resultados indican que la $T_{c_{exp}}$ se correlacionó alta y positivamente con la T_s y en menor grado con la T_a tanto en machos (T_s : $r_s=0,924$; $P=0,001$; T_a : $r_s=0,440$; $P=0,001$) como en hembras (T_s : $r_s=0,91$; $P=0,001$; T_a : $r_s=0,51$; $P=0,001$) (Fig. 12).

Es así como el cálculo de la pendiente de regresión lineal múltiple predice que los cambios producidos en la $T_{c_{exp}}$ dependerán de los cambios producidos tanto en la T_s y en menor medida, de la T_a (anexo 4), lo que revela que en condiciones de laboratorio, al igual que en condiciones de campo, la alta dependencia a la temperatura ambiental del sustrato caracterice a *P. thaul* como un ectotermo termoconformista, con una conducta más tigmotérmica que heliotérmica (Anexo 4).

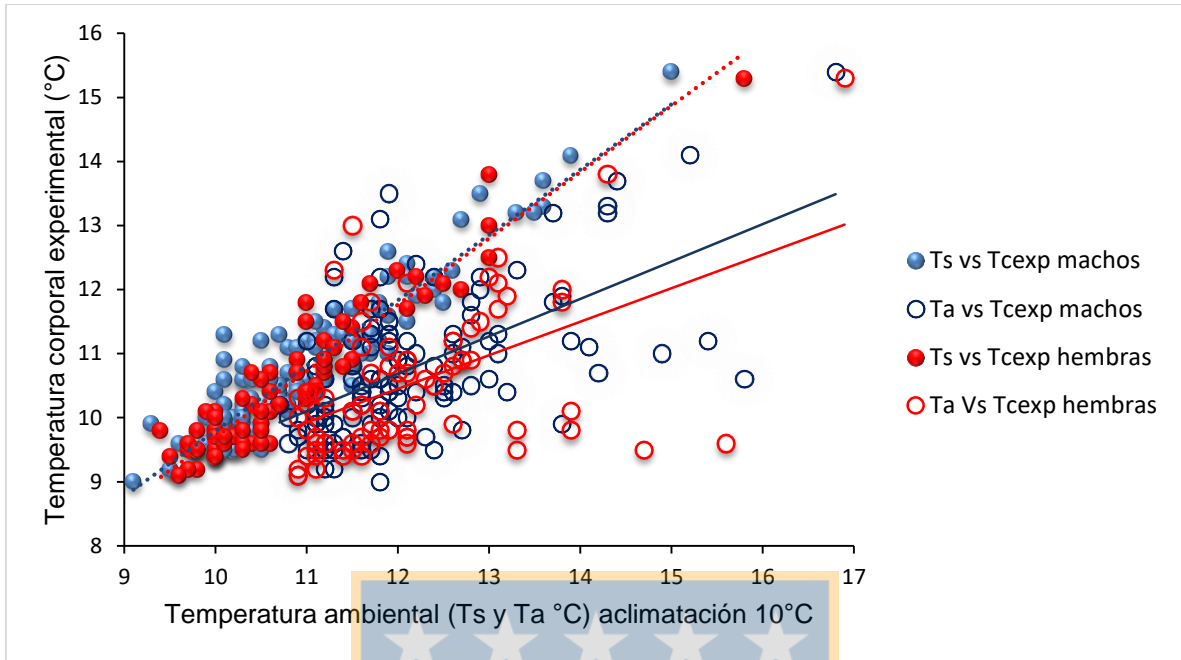


Figura 11. Termorregulación en condiciones experimentales bajo criterios de aclimatación a 10°C. Se indica la pendiente de regresión lineal entre T_{Cexp} y T_s para machos en línea punteada azul y para hembras en rojo y la pendiente de regresión lineal entre T_{Cexp} y T_a en línea continua azul y rojo para cada sexo, respectivamente.

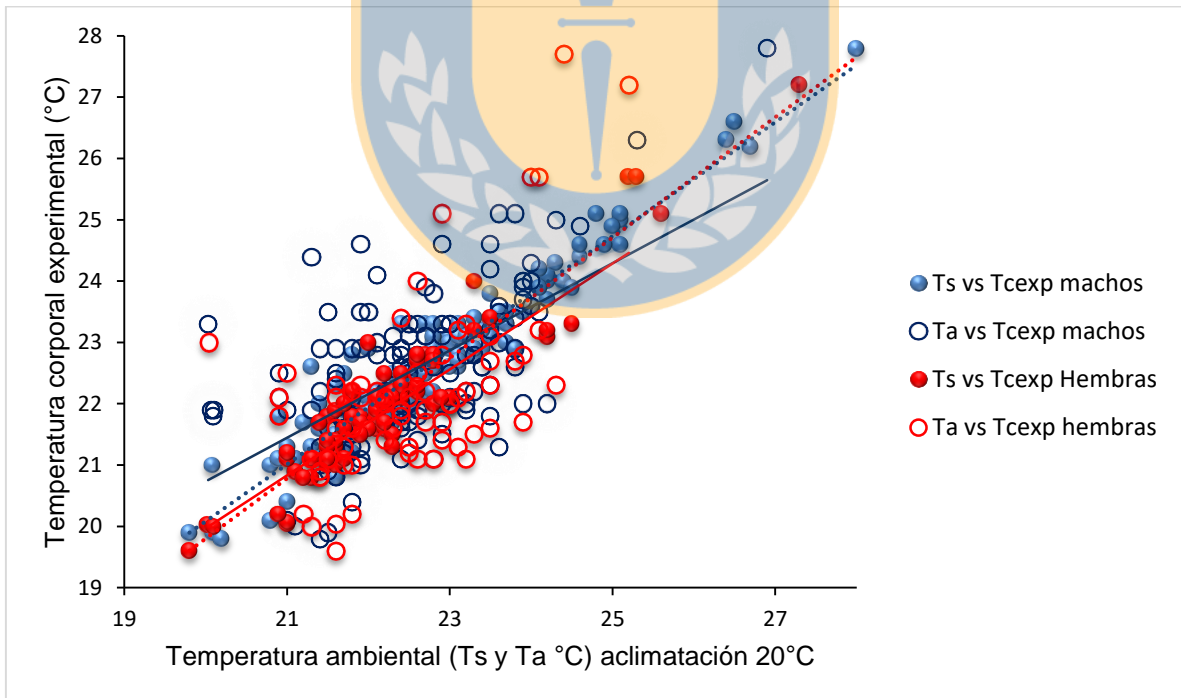


Figura 12. Termorregulación en condiciones experimentales bajo criterios de aclimatación a 20°C. Se indica la pendiente de regresión lineal entre T_{Cexp} y T_s para machos en línea punteada azul y para hembras en rojo y la pendiente de regresión lineal entre T_{Cexp} y T_a en línea continua azul y rojo para cada sexo, respectivamente.

Ahora bien, en situaciones controladas mediante la utilización de un gradiente de temperatura, el cual permaneció en un rango promedio desde los $8,8 \pm 1,92^{\circ}\text{C}$ a $28,89^{\circ}\text{C} \pm 2,6^{\circ}\text{C}$, sin grandes variaciones, reveló que durante la aclimatación a 10°C el promedio y los rangos de la T_{c_p} fue mayor en los machos ($27,51 \pm 5,86^{\circ}\text{C}$) que en las hembras ($28,00 \pm 5,43^{\circ}\text{C}$), repitiéndose el mismo efecto durante la aclimatación de 20°C (machos: $24,65 \pm 4,81^{\circ}\text{C}$; hembras: $25,89 \pm 5,70^{\circ}\text{C}$), sin embargo, de acuerdo al test estadístico de Kruskal Wallis estas diferencias no son significativas (anexo 2)

Si bien se observaron variaciones en las medias de T_{c_p} a diferentes temperaturas de aclimatación, el test de Wilcoxon indica que no son significativas, desechando la idea de un posible efecto de la temperatura de aclimatación sobre este parámetro (Anexo 3).

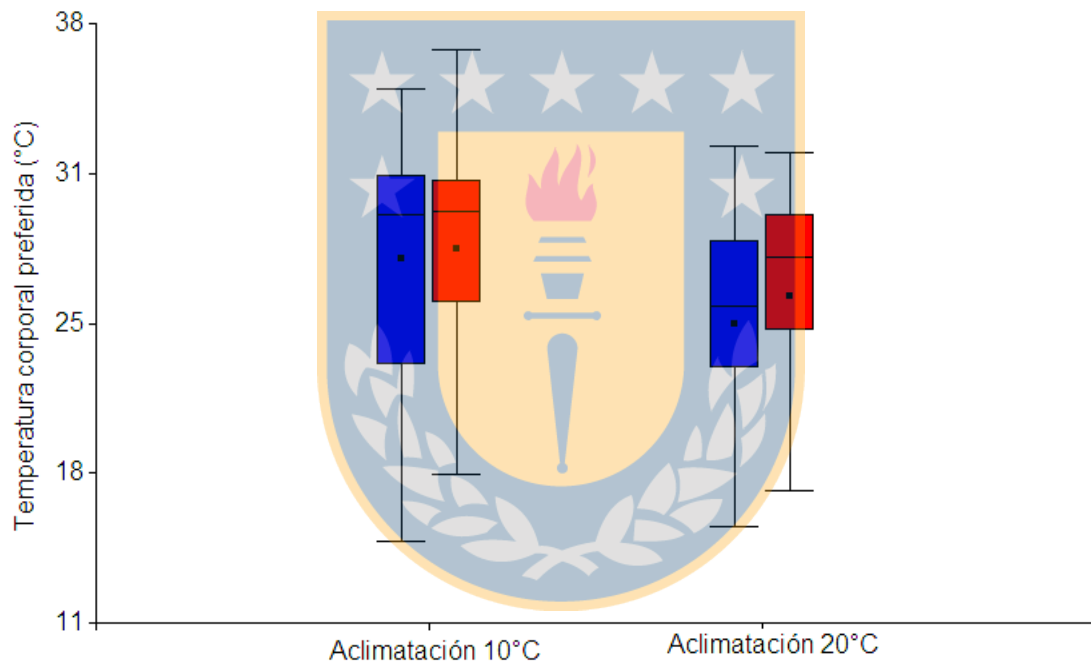


Figura 13. Temperatura corporal de preferencia de *P. thaul* (machos en azul y hembras en rojo) para las distintas temperaturas de aclimatación 10°C y 20°C .

Discusión

Bajo el contexto de que el tamaño y la forma del cuerpo afectan significativamente la termorregulación (Bartholomew, 1982), es que toma importancia el comportamiento térmico de *P. thaul* y su claro dimorfismo sexual (Ceí, 1962).

Esta especie ha sido notificada como termoconformista (Iturra-Cid *et al.* 2014) debido a su alta dependencia con la temperatura ambiental (T_s y T_a), a lo que Iturra-Cid y colaboradores (2014) añaden tigmotérmico, ya que esta fuerte correlación es mayoritariamente con la temperatura del sustrato (T_s), descripción que coincide completamente con el comportamiento registrado en el presente estudio tanto en condiciones de campo como en el laboratorio, además, esta conducta ha sido generalizada a un sin número de otras especies de anfibios (Castañeda *et al.* 2004; Vidal *et al.* 2008), algunas de ellas presentes en Chile, tales como *Batrachyla taneniata* (Iturra-Cid & Ortiz, 2010), *Rhinella spinulosa* (Sinsch, 1989; Lambrinos & Kleier 2003; Alveal, 2015) y *Calyptocephalella gayi* (Nova, 2010). Esta conducta se mantiene, independientemente de la temperatura de aclimatación a la cual son expuestos los individuos. Estas estrategias son apropiadas cuando los animales no necesitan invertir tiempo y energía seleccionando activamente microambientes (Huey & Slatkin; 1976; Huey, 1982), situación dada en condiciones de cautiverio ya que la temperatura del ambiente suele mantenerse constante y en ausencia de oportunidades para la termorregulación (Labra & Vidal, 2003; Sanabria *et al.*, 2011).

Debido a que la exposición prolongada de los animales a distintas temperaturas de aclimatación consigue provocar cambios duraderos en la sensibilidad térmica y determinar en parte la resistencia a temperaturas extremas (Sinclair & Roberts, 2005), esta generaría posibles variaciones en la conducta térmica (Rome, Sosnicki & Choi, 1992). No obstante, esto solo pudo manifestarse con las temperaturas corporales experimentales, ya que la temperatura de aclimatación influyó de forma positiva, provocando que estas temperaturas fuesen similares a la temperatura ambiental a la cual fueron aclimatados exhibiendo una fuerte conducta termoconformista frente a un ambiente térmicamente homogéneo (Labra & Vidal, 2003). De acuerdo a estudios realizados en otras especies de anfibios, la relación entre la aclimatación y la T_c se mantiene sólo si la primera es menor a los óptimos térmicos del animal (Lillywhite, 1971), situación contraria sucedió con las temperaturas de

preferencia, donde si bien las hembras presentaron medias mayores que los machos en ambos casos de aclimatación (Anexo 1), no se revela un efecto significativo frente a su respuesta térmica.

Es destacable que los valores de las medias de la T_{c_p} son superiores y difieren con lo planteado por Iturra-Cid, 2010, quien señala medias que parten desde los 8°C hasta los 12°C en poblaciones de similar latitud y bajo similares criterios de aclimatación. Además, tanto la T_{c_p} y $T_{c_{exp}}$ difieren notablemente con la T_{c_c} , lo que permite inferir que alcanzar la temperatura óptima en condiciones de campo es una tarea bastante difícil para estos organismos.

Estas diferencias pudiesen estar asociadas al contexto de actividad de la especie, ya que la colecta y toma de datos se realizó en periodos más cálidos (primavera-verano vs invierno) que facilitarían una mayor actividad termorregulatoria de la especie. Lo que sumado a cierta diferenciación ontogénica y geográfica, que pudiese existir ligada a las divergencias altitudinales de las poblaciones (Brattstrom, 1963), serian claros detonantes de diferencias en los resultados. Por tanto, se puede inferir que el amplio rango de preferencias térmicas de *P. thaul* está caracterizado por habitar una gran gama de hábitats (Ceï, 1962) los cuales muestran múltiples y variadas tendencias térmicas. Por lo que *P. thaul* respondió conductualmente en relación a sus requerimientos térmicos del momento, al estar sometidos durante un largo período a bajas temperaturas (10°C), seleccionaron aquella temperatura cercana a la considerada óptima para el funcionamiento metabólico en procesos fisiológicos como la digestión, natación, rendimiento, locomoción, etc. (Deutsch, *et al.* 2008; Angilletta, 2009; Navas, Gomes, & Carvalho, 2008; Wells 2007).

Bajo la aclimatación a 20°C los machos se diferenciaron levemente con una media mayor de $T_{c_{exp}}$ (Anexo 1) que las hembras, lo que plantea que este comportamiento se asemeja con el de otros ectotermos juveniles de pequeño tamaño corporal, puesto que los machos, al ser más pequeños tienden a tener una temperatura corporal más alta que los individuos más grandes (Walwarnery *et al.*, 2012; Zug *et al.* 2001), ya que individuos de menor tamaño intercambian energía térmica con el ambiente de forma más rápida, lo que aumenta la deshidratación y consecuentemente provoca un ascenso de la T_c (Zug *et al.*, 2001; Sanabria, *et al.*, 2003; Sinervo *et al.*, 2010).

Esta misma tendencia fue observada con la T_{c_c} , sin embargo, no fue posible detectar la misma conducta con la T_{c_p} , donde los machos mantuvieron un mayor rango de selección,

pero ambos sexos exhibieron una media similar, lo que presume la idea de que ambos sexos utilizan una amplia gama de recursos térmicos cuando estos están disponibles (mediante un gradiente térmico), sobre todo cuando la humedad relativa no es un recurso limitante, ya que durante la experimentación se mantuvieron las condiciones adecuadas de humedad para evitar la deshidratación de los organismos. Como factor fundamental en la actividad metabólica de los anfibios (Tracy, 1976), la evaporación constante del agua a través de la piel provoca que la T_c de los anfibios no supere la temperatura del ambiente (Sinsch, 1989) por lo que a menudo suelen adquirir temperaturas por debajo de las del medio que los rodea (Labra *et al.*, 2008). Además, *P. thaul* es un anfibio principalmente tigmotermo, por lo que el intercambio de calor por conducción desde el sustrato húmedo del gradiente, le permitió aumentar su T_c y adicionalmente regular el balance hídrico (Brattstrom, 1963; Tracy, 1976).

En lo que respecta a tamaño y masa, son variables altamente correlacionadas y generaron diferencias significativas entre los sexos. Las hembras obtuvieron un promedio ampliamente mayor que el de los machos, situación reiterada durante ambas temperaturas de aclimatación (10°C y 20°C). Este fenómeno concuerda con lo propuesto por otros investigadores, donde se establece que la hembras de *P. thaul* manifiestan un tamaño significativamente mayor (Ceí, 1962; Iturra-Cid *et al.*, 2010; Francino, 2011), además, se destaca que la temperatura de aclimatación influyó sobre la masa de ambos sexos, pero no en el tamaño, lo que indicaría que a mayor temperatura de aclimatación los individuos registraron una menor masa corporal. Lo anterior podría estar asociado a un incremento metabólico durante la exposición a los 20°C, por tanto, resulta plausible pensar que esta alza en el metabolismo estándar tenga por consecuencia una menor inversión en biomasa (Benavides, 2003).

Si bien la masa se ve afectada por las diferencias de temperaturas de aclimatación, esta presenta una escasa asociación con la temperatura corporal (T_{c_c} y la $T_{c_{exp}}$), lo mismo sucede con el tamaño, que concuerda con estudios previos de *P. thaul* en los cuales se presume que la especie no puede usar sus características corporales como mecanismo de termorregulación (Labra *et al.*, 2008), probablemente debido a su pequeño tamaño (Iturra-Cid *et al.*, 2014) y por ende, fue difícil lograr establecer diferencias significativas a nivel intersexual entre los parámetros estudiados.

Conclusiones

P. thaul presentó una respuesta termoconformista en condiciones de campo y laboratorio, con una conducta principalmente tigmotérmica, en concordancia con la literatura.

Las T_{Cp} para cada sexo en *P. thaul* no exhibieron diferencias significativas asociadas al dimorfismo sexual presente en la especie (hembras de mayor masa- tamaño que los machos). Sin embargo, se evidencia una media sobre los 24°C, superior a lo descrito previamente por Iturra-Cid (2010).

Ni la masa ni el tamaño asociados al sexo afectaron la termoconducta a nivel intersexual en *P. thaul*, por lo tanto, se rechaza la H_1 y se acepta la H_{01} .

Por último las dos temperaturas de aclimatación en laboratorio (10°C – 20°C) no influyeron sobre las T_{Cc} ni las T_{Cp} para la muestra, pero si en la T_{Cexp} , lo que permite aceptar parcialmente la H_2 .

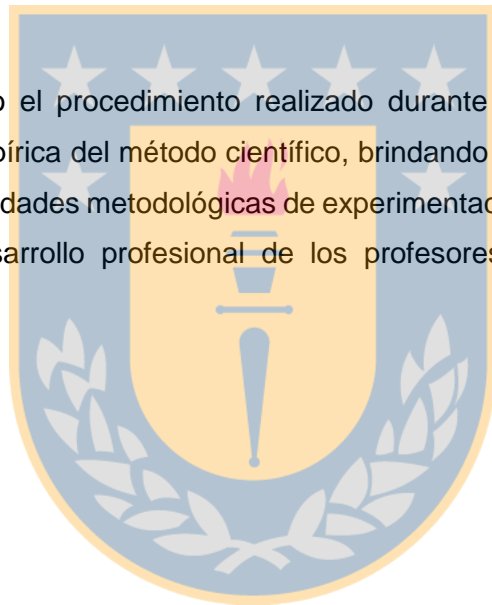


Alcances del estudio

Las diferencias térmicas presentadas a nivel intersexual en *P. thaul* eran prácticamente desconocidas, sin embargo, gracias a este estudio se logró disminuir la falta de conocimiento sobre este tema y colaborar con estos datos a la comunidad científica en el manejo, cuidado y descripción de los anfibios chilenos.

El dimorfismo sexual de la especie así como la relación entre el tamaño y la Tc, permitieron realizar una correlación que corroboraron lo descrito previamente en la literatura, para cual se hace necesario aumentar el tamaño muestral entre los sexos e incorporar otras localidades con el fin de otorgar consistencia y contrastar los resultados obtenidos.

Mientras que todo el procedimiento realizado durante la investigación facilitó el aprendizaje en forma empírica del método científico, brindando las habilidades necesarias para el desarrollo de actividades metodológicas de experimentación en laboratorio. Aspecto fundamental para el desarrollo profesional de los profesores de ciencias naturales y biología.



Bibliografía

- Alveal, N. (2015). Relaciones entre la fisiología térmica y las características bioclimáticas de *Rhinella spinulosa* (Anura: Bufonidae) en Chile a través del enlace mecanicista de nicho térmico. Tesis de Postgrado, Universidad de Concepción.
- Angilletta, M., Niewiarowski, P. & Navas, C. (2002). The Evolution of Thermal Physiology in ectotherms. *Journal of Thermal Biology*, 27(4), 249–268
- Angilletta, M., (2009). Thermal Adaptation a Theoretical and Empirical Synthesis. *Oxford University Press*, USA, 289.
- Bartholomew, C. (1982). Physiological Control of Body Temperature. Gans, C. & Pough, F., *Biological Journal of the Linnean Society*, 12C, 167-211.
- Benavides, A. (2003). Biología térmica de *Bufo spinulosus* (Anura: Bufonidae): una comparación intraespecífica. Tesis de Doctorado, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- Brandt, R. (2012). Mudanças climáticas e os lagartos brasileiros sob a perspectiva da história de vida. *Revista da Biologia*, 8, 15-18
- Brattstrom, B. (1963). "A preliminary review of thermal requirements of Amphibians". *Ecology* 44, 238-255.
- Castañeda, L., Lardies, M. & Bozinovic, F. (2004). Adaptive latitudinal shifts in thermal traits of a terrestrial isopod. *Evolutionary ecology research*, 6, 570–593.
- Conaf. (1993). Documento de trabajo N° 129: Plan de Manejo Parque Nacional Laguna del Laja. República de Chile, Ministerio de Agricultura, Corporación Nacional Forestal, VIII Región del Bío Bío, 211.
- Cei, J.M. (1962). Batracios de Chile. Ediciones de la Universidad de Chile. Santiago de Chile, 128.
- Deutsch C., Tewksbury, J., Huey, R., Sheldon, K., Ghalambor, D., Haak & Martin, P. 2008. Impact of climate warming on terrestrial ectotherms across latitude. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States*, 105.

- Di Rienzo, J., Casanoves, F., Balzarini, M., González, L., Tablada, M., Robledo, C. (2012). "InfoStat versión 2012". Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Duellman W. & Trueb L. (1986). Biology of amphibians. Johns Hopkins *University Press*, Baltimore, USA.
- Draper N., & Smith H. (1998). Fitting a straight line by least squares. *Applied Regression Analysis*, 15-46.
- Eckert R., Randall, D. & Augustine, G. (1991). Fisiología animal: mecanismos y adaptaciones. Interamericana. *McGraw-Hill*, España, 436.
- Francino Hurtado, E. M. (2011). Umbral de intensidad acústica que evoca respuesta en hembras del anuro *Pleurodema thaul*. Tesis de Grado, Pontificia Universidad Católica de Chile, Departamento de Ciencias Biológicas Animales. Santiago, Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Frost, D. R. (2014). Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 6.0. Electronic Database. American Museum of Natural History, New York, USA. http://research.amnh.org/vz/herpetology/amphibia/index.php//amphib/basic_search?basic_query=&stree=&stree_id=
- Garin Aguilar, C., & Hussein Elmes, Y. (2013). Guía de reconocimiento de anfibios y reptiles de la región de Valparaíso. (A. Espinoza Soto, & D. Benavides Sánchez, Edits.) Valparaíso, Chile.
- Garin, C., & Lobos, G. (2008). Generalidades sobre anfibios y reptiles. *Herpetología de Santiago Chile, Science Verlage*, 51- 75
- Gilchrist G., (1995). Specialist and generalist in changing environments. I. Fitness landscape of thermal sensitivity. *The American Naturalist*, 146, 252-270.
- Gisolfi C., & Teruel, F. (1990). Control y regulación de la Temperatura. Fisiología Humana. (2ª Edición). *Mc. Graw*. Cap. 78, 1073-1084.
- Hernandez, R., Fernández, C. y Batista, P. (2010). Metodología de la Investigación (5ª Edición), México: editorial Mc Graw-Hill.

- Hernandez, P. (2016). Presencia de posibles crioprotectores (glucosa y glicerol) en el anfibio Anuro, *Pleurodema thaul* (Lesson, 1826) sometidos a estrés por frío. Tesis para optar al grado de magister en ciencias mención zoología. Universidad de Concepción. Concepción, Chile.
- Hickman, C., Roberts, L., Keen, S., Larson, A., l'Anson, H., & Einsenhour, D. (2009). Principios integrales de Zoología (14ª edición). (S. Cristina, & M. León, Edits.) Madrid, España: *Mc Graw Hill*.
- Hillman, S., (2009). Ecological and environmental physiology of amphibians. *Oxford University Press*.
- Huey R. & Slatkin M. (1976). "Cost and benefits of lizard thermoregulation". *The Quarterly Review of Biology*, 51, 363-384.
- Huey, R. (1982). Temperature, physiology, and the ecology of reptiles. *Biology of the Reptilia*, Vol 12, *Physiological Ecology*. *Academic Press*, N. Y., 25-91.
- Huey, R. (1991). Physiological consequences of habitat selection. *American Naturalist*, 137, 91–115.
- Iturra-Cid, M. (2010). Variación geográfica de la ecología térmica de *Pleurodema thaul* (Amphibia: Leiuperidae) en Chile: adaptación local, potencial evolutivo y consecuencias en un escenario de cambio climático. Tesis para optar al grado de Magister en Ciencias con mención en Zoología, Universidad de Concepción.
- Iturra-Cid, M. & Ortiz, J. (2010). *Batrachyla taeniata* (NCN). Body temperatura. *Herpetological Review*, 41, 331-333.
- Iturra-Cid, M., Ortiz, J.C. & Ibargüengoytía, N. (2010) Age, Size, and Growth of the Chilean Frog *Pleurodema thaul* (Anura: Leiuperidae): Latitudinal and Altitudinal Effects. *Copeia*, 4, 609-617.
- Iturra, C. M., Vidal, M., Labra, A., & Ortiz, J. (2014). Winter Thermal Ecology Of *Pleurodema thaul* (Amphibia: Leptodactylidae). *Gayana*, 25-30.
- Jorgensen, C. (1992). Environmental physiology of the amphibians. M.E. Feder and W.W. Burggren. *University of Chicago Press*, Chicago, Illinois, 439-466.

- Keen W. & Schroeder E. (1975). Temperature selection and tolerance in three species of *Ambystoma larvae*. *Copeia*, 523-530.
- Labra, A., & Vidal, M. (2003). Termoregulación en reptiles: Un pasado veloz y un futuro lento. *Ediciones Universidad catolica de chile*, 207-224.
- Labra, A., Vidal, M., Solis, R., & Penna, M. (2008). Ecofisiología de Anfibios y reptiles. En M. Vidal, & A. Labra, *Herpetología de Chile Santiago: Science Verlag*, 483- 516.
- Lambrinos, J. & Kleier, C. (2003). Thermoregulation of juvenile Andean toads (*Bufo spinulosus*) at 4300 m. *Journal of Thermal Biology*, 28, 15-19.
- Licht, P., Dawson, W. & Shoemaker, V. (1966). Heat resistance of some Australian lizards. *Copeia*, 162-169.
- Lillywhite, H. (1971). Thermal modulation of cutaneous mucus discharge as a determinant of evaporative water loss in the frog, *Rana catesbeiana*. 73(1), 84-104.
- Lobos, G., Vidal, M., Labra, A., Correa, C., Rabanal, F., Díaz-Páez, H., Alzamora, A. & Soto, C. (2011). Protocolo para el control de enfermedades infecciosas en Anfibios durante estudios de campo. Red Chilena de Herpetología (<http://www.herpetologiadechile.cl/index.html>).
- Lobos, G., Vidal, M., Correa, C., Labra, A., Díaz - Páez, H., Charrier, A., Tala, C. (2013). Anfibios de Chile, Un desafío para la conservación. Santiago, Chile: Fundación Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile y Red Chilena de Herpetología.
- Navas, C., Gomes, F., & Carvalho, J. (2008). Review: thermal relationship and exercise physiology in anuran amphibians: integration and evolutionary implications. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 151, 344- 362.
- Nova, R. (2010). Proyecciones sobre el estudio de la termofisiología de *Calyptocephalella gayi* en Chile y los impactos del cambio climático. Tesis de Grado, Universidad del Biobío.
- Peters, J. 1964. Dictionary of Herpetology. *Hafner publishing company*, New York and London, 392

- Pörtner H. (2002). Climate variation and physiology basis to temperature dependent biogeography: systemic to molecular hierarchy of thermal tolerance in animals. *comparative Biochemistry and Physiology*, (132), 739-761.
- Pough, F. & Gans, C. (1982) "The vocabulary of reptilian thermoregulation. (Gans, C. & Pough, F. eds.) *Biology of reptilia*, *Academic Press*, London, 17-23
- Rabanal, F., & Nuñez, J. (2009). *Anfibios de los bosques templados de Chile*. (1ª edición) Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.
- Riveiro Da Luz, A. M., & Alvarenga Álvares, B. (1998). *Física general con experimentos sencillos* (4ª edición.). *Oxford University Press*, México.
- Rome, L., Sosnicki, A., Choi I. (1992) The influence of temperature on muscle function in the fast swimming scup. II. The mechanics of red muscle. *Journal of Experimental Biology*, (163), 281-295
- Sanabria, E. A., Quiroga, L. B., & Acosta, J. C. (2003). Ecología térmica de una población de *Bufo arenarum* (anura: Bufonidae) en un humedal del centro-oeste de Argentina. *vol. soc. herpetología*, 11,(2), 33-41
- Sanabria, E., Quiroga, L. & Acosta, J. (2007). *Odontophrynus occidentalis* (NCN). Body temperature. *Herpetological Review*, (38), 188–189.
- Sanabria, E. A., Quiroga, L. B. (2011). Thermal parameters changes in males of *Rhinella arenarum* (Anura:Bufonidae) related to reproductive periods. *Revista de Biología Tropical*, 347-353.
- Sanabria E., Quiroga, L., & Martino, A. (2011). Seasonal changes in the thermoregulatory strategies of *Rhinella arenarum* in the Monte desert, Argentina. *Journal of Thermal Biology*, 23-28.
- Sanabria E., Quiroga L., & Martino, A. (2012). Variation in the Thermal Parameters of *Odontophrynus occidentalis* in the Monte Desert, Argentina: Response to the Environmental Constraints. *Journal of experimental zoology*, 1-9.
- Schauble, C. (2004). Variation in body size and sexual dimorphism across geographical and environmental space in the frogs *Limnodynastes tasmaniensis* and *L. peronii*. *Biological Journal of the Linnean Society*, (82), 39-56.

- Sinclair, B., Roberts S., (2005) Acclimation, shock and hardening in the cold. *Department of Biological Sciences*, University of Nevada, Las Vegas, USA.
- Sinsch, U. (1989). Behavioural thermoregulation of the Andean toad (*Bufo spinulosus*) at high altitudes. *Oecologia*, 80, 32-38.
- Sinervo, B., Méndez de la cruz, F., Miles, D., Heulin, B., Bastiaans, E., Villagran, M., Lararezendiz, R., Martinez-Méndez, N., Calderon, M., Meza, R., Gadsden, H., Avila, L., Morando, M., De la riva, I., Victoriano P., Duarte C., Ibargúengoytía N., Aguilar C., Massot M., Lepetz V., Oksanen, T., Chapple D., Bauer A., Branch W., Clobert J. & Sites J. (2010). Erosion of lizard diversity by climate change and altered thermal niches. *Science*, (328), 894-899.
- Smith, T., & Smith, R. (2007). *Ecología* (6^a edición). (M. Martín-Romo, Ed.) Madrid , España: *Pearson*.
- Spotila, J., & Standora, E. (1985). Environmental Constraints on the Thermal Energetics of Sea Turtles. *Copeia*, (3), 694-702.
- Stuart, S., Hoffman, M., Chanson, J., Cox, N., Berridge, R., Ramani, P. and Young, B. (2008). Threatened amphibians of the world. Barcelona, Spain; IUCN, Gland, Switzerland; and Conservation International, *Lynx Edicions*, Arlington, Virginia, U.S.A.
- Tracy, C. (1976). A model of the dynamic exchanges of water and energy between a terrestrial amphibian and its environment. *Ecological Monographs*, (46), 293-326.
- Victoriano P., Ortiz, J., Troncoso L., & Galleguillos R. (1995). Allozyme variations in populations of *Pleurodema thaul* (Lesson, 1826) (Anura:Leptodactylidae) *Com. biochem. Physiol.*, 112 B,(3), 487-492.
- Vidal M., Ortiz J., & Labra A. (2008). Intraspecific variation in a physiological thermoregulatory mechanism: the case of the lizard *Liolaemus tenuis* (Liolaeminae). *Revista Chilena de Historia Natural*, (81), 171-178.
- Walguarnery J., Goodman R., & Echternacht, A. (2012). Thermal Biology and Temperature Selection in Juvenile Lizards of Co-occurring Native and Introduced Anolis Species. *Journal of Herpetology*, 46(4), 620-624.

Wells, D. (2007). The ecology and behavior of amphibians. *The University of Chicago Press*, 1146

Zug, G., Vitt, L. & Caldwell, G. (2001). Herpetology. An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles. *Academy Press*. New York, USA.



Anexos

Anexo 1. Tabla de medidas resumen para los distintos sexos y diferentes temperaturas de aclimatación.

Sexo	Machos		Hembras	
	10°C	20°C	10°C	20°C
Aclimatación				
T_cp (°C) media ±D.E.	27,51±5,86	24,65±4,81	28±5,43	25,89±5,7
(Rango)	(15,07-35,03)	(12,57-32,5)	(15,8-36,7)	(13,17-32,23)
T_cexp (°C)media ±D.E.	10,76±1,1	22,56±1,29	10,55±1,16	22,06±1,41
(Rango)	(9-15,4)	(19,8-27,8)	(9,1-15,3)	(19,6-27,7)
Masa (g)media ±D.E.	4,77±0,89	4,51±0,85	9,99±2,06	9,29±2,22
(Rango)	(3,1-6,4)	(3,1-6,9)	(4,3-14,2)	(3,8-13,6)
Tamaño (mm)media ±D.E.	37,0±1,98	36,74±1,94	46,56±3,2	46,39±3,2
(Rango)	(33,1-41,23)	(32,38-40,02)	(34,62-52,69)	(35,38-53,09)

Anexo 2. Tabla resultados test Kruskal Wallis

<u>Kruskall -Wallis</u>	Aclimatación	
	10°C	20°C
T_{Cp}	H=0,02	H=2,17
	P=0,8840	P=0,1408
T_{Cexp}	H=3,49	H=12,86
	P=0,0614	P=0,0003
Masa	H=264,93	H=141,78
	P=0,0001	P=0,0001
Tamaño	H=132,9	H=148,44
	P=0,0001	P=0,0001

Anexo 3. Tabla resultados test Wilcoxon.

<u>Wilcoxon</u>	Sexo	
	Machos	Hembras
T_{Cp}	Z=1,81	Z=1,29
	P=0,07	P=0,19
T_{Cexp}	Z=-9,93	Z=7,42
	P=0,0001	P=0,0001
Masa	Z=2,31	Z=2,49
	P=0,02	P=0,00128
Tamaño	Z=1	Z=0,37
	P=0,3154	P=0,71

Anexo 4. Tabla resumen de ecuaciones lineales, valor de R² y P, para la asociación de la temperatura corporal (T_c) versus la temperatura del sustrato (T_s) y aire (T_a) en campo y laboratorio.

	Aclimatación	Sexo	Ecuación Ts	R² Ts	P	Ecuación Ta	R² Ta	P
T_c	S/A	Machos	y=0,9793x+0,4416	0,9212	<0,05	y=1,4849x-12,19	0,6642	<0,05
	S/A	Hembras	y= 0,9539x+0,8037	0,9482	<0,05	y=1,4079x-12,759	0,8992	<0,05
T_c_{exp}	10	Machos	y= 1,0199x-0,4052	0,8677	<0,05	y=0,5843x+3,6748	0,3303	<0,05
	10	Hembras	y= 1,0349x-0,6547	0,8972	<0,05	y=0,5237x+4,1673	0,2636	<0,05
	20	Machos	y= 0,9298x+1,4853	0,9119	<0,05	y=0,711x+6,5156	0,3724	<0,05
	20	Hembras	y= 0,9818x+0,1635	0,9139	<0,05	y=0,8638x+2,6926	0,3466	<0,05