

UCH-FC  
MAG-B  
A385  
C.1

**SOBREPOSICION DE NICHOS TERMICOS DE LA ARAÑA DEL RINCON *Loxosceles***

***laeta* Y SU POSIBLE DEPREDADOR, LA ARAÑA TIGRE *Scytodes globula*.**

Tesis entregada a la Universidad de Chile en cumplimiento parcial de los requisitos para optar al grado de

Magíster en Ciencias Biológicas con mención en Biología

Facultad de Ciencias

Por

Carmen Alfaro Contreras



Director de Tesis: Dr. Mauricio Canals

Septiembre , 2013  
Santiago - Chile

ESCUELA DE POSTGRADO – FACULTAD DE CIENCIAS – UNIVERSIDAD DE CHILE



## INFORME DE APROBACIÓN TESIS DE MAGÍSTER

Se informa a la Escuela de Postgrado de la Facultad de Ciencias que la Tesis de Magíster presentada por el candidato

**Carmen Alfaro Contreras**

Ha sido aprobada por la Comisión de Evaluación de la tesis como requisito para optar al grado de Magíster en Ciencias Biológicas con mención en Biología , en el examen de Defensa de Tesis rendido el día

**Director de Tesis**

*Dr. Mauricio Canals*

**Comisión de Evaluación la Tesis**

*Dr Claudio Veloso*

*Dr Hugo Torres-Contreras*

The image shows three handwritten signatures in blue ink, each written over a horizontal line. To the right of the signatures is a circular stamp with the text 'FACULTAD DE CIENCIAS' at the top, 'BIBLIOTECA CENTRAL' in the middle, and 'U. DE CHILE' at the bottom with a star on either side.

Santiago de Chile, 02 de Septiembre 2013

Dedicada

A mi padres, a mi amado Francisco y a la puntita.



Carmen nació en Santiago de Chile, en Octubre del año 1984. En el año 2005 ingresó a Licenciatura en Ciencias con Mención en Biología en la Universidad de Chile, desarrollando en sus últimos años de estudios, un gran interés por la Ecofisiología.

De esta manera, en el año 2011 se incorpora al Programa de Magíster en Ciencias Biológicas con mención en Ecología y Biología Evolutiva de la misma Universidad, desarrollando así, su investigación en el laboratorio de Ecofisiología animal. Aquí, junto a su tutor, Mauricio Canals, desarrolla su tesis que además de significar mucha dedicación, le brinda la oportunidad para desarrollar y profundizar sus intereses.

Lo anterior, le permite reforzar sus ganas de contribuir a un área con escaso desarrollo en la investigación concerniente a la interacción entre animales y seres humanos.

En la actualidad, Carmen se encuentra cimentando con energía y motivación las bases tanto de su desarrollo profesional como de su nueva y desafiante vida familiar.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecer inicialmente al proyecto FONDECYT 1110058 que permitió el desarrollo de esta tesis y en especial a mi tutor el Dr. Mauricio Canals por darme su confianza y apoyo. Asimismo, quisiera agradecer a los integrantes del laboratorio de Ecofisiología Animal de la Universidad de Chile, a Grisel Cavieres, Natalia Ramírez, Daniela Figueroa, Andrés Sazo, al Dr. Claudio Veloso, Hugo Torres y Pablo Sabat por sus constantes comentarios y estímulo en la realización de este trabajo.

Por último, agradecer a mi amiga Rosana Reyes por las contribuciones en este escrito y en tantos otros. Agradecer a mi amiga Karen Bárcenas por ser mi compañera fiel durante todo este camino. A mis padres por darme las herramientas para emprender el sueño que parecía incansable, llegar a la Universidad y ser una profesional. Y muy en especial a mi amado esposo Francisco, por ser un ejemplo de perseverancia, esfuerzo y por tener siempre las palabras acertadas cuando el camino se hacía difícil, ya que nada de esto sería posible sin su amor incondicional.



## INDICE DE CONTENIDOS

INDICE DE FIGURAS .....	vii
RESUMEN.....	ix
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
HIPOTESIS .....	6
OBJETIVOS .....	6
<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>7</b>
2.1 Animales y área de estudio .....	7
2.2 Temperatura preferencial .....	7
2.3 Temperaturas críticas.....	8
2.4 Tolerancia a la desecación.....	9
2.5 Análisis estadístico .....	10
<b>RESULTADOS.....</b>	<b>12</b>
3.1. Temperatura preferencial .....	12
3.2 Temperaturas críticas.....	16
3.3 Tolerancia a la desecación .....	20
<b>DISCUSIÓN.....</b>	<b>27</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>34</b>

## INDICE DE FIGURAS

- Figura 1: Gradiente de temperatura. Este posee tres zonas , bien marcadas indicadas de izquierda a derecha. A , corresponde a zona fría , B a zona intermedia y C zona caliente. 8
- Figura 2: Temperaturas preferenciales de *S. globula* y *L. laeta* en diferentes horas del día (promedio y desviación estándar). Letras diferentes muestran diferencias en prueba de comparaciones múltiples de Tukey. .... 13
- Figura 3: Histograma de frecuencia de las temperaturas preferenciales obtenidas para *L.laeta* ..... 14
- Figura 4: Histograma de frecuencia de las temperaturas preferenciales obtenidas para *S.globula* . .... 15
- Figura 5: Temperaturas críticas inferiores de *S. globula* y *L. laeta* expuestas a dos temperaturas de aclimatación. Letras diferentes indican diferencias entre especies y el asterisco diferencias entre temperaturas de aclimatación.  
..... 17
- Figura 6: Temperaturas críticas superiores de *S. globula* y *L. laeta* expuestas a dos temperaturas de aclimatación. Letras diferentes indican diferencias entre distintas condiciones con prueba de Tukey. .... 18
- Figura 7: Polígono de tolerancia de *S. globula* (azul) y *L. laeta* (rojo). Los círculos llenos representan a las temperaturas críticas inferiores de *S. globula* aclimatadas a dos temperaturas 15 °C y 25 °C. Los círculos en blanco representan las temperaturas críticas inferiores de *L. laeta*. Los triángulos vacíos representan a las tempraturas críticas superiores de *L. laeta* a dos temperaturas de aclimatación 15 °C y 25° C . Los triángulos invertidos llenos representan a las temperaturas críticas superiores de *S. globula* a dos temperaturas de aclimatación 15 °C y 25 °C.  
..... 19
- Figura 8: Diagrama de caja de la pérdida de agua *L. laeta* y *S. globula* en ambiente de sequedad extrema. La línea central representa la mediana, las líneas extremas de la caja los percentiles 25 y 75, las barras los percentiles 10 y 90 y los puntos los valores fuera de éstos límites.. .... 21
- Figura 9 : Diagrama de caja del tiempo hasta el cese de la actividad locomotora de *L. laeta* y *S. globula* en ambiente de sequedad extrema. La línea central representa la mediana, las líneas extremas de la caja los percentiles 25 y 75, las barras los percentiles 10 y 90 y los puntos los valores fuera de éstos límites.  
..... 22

Figura 10 : Diagrama de caja de la tasa de pérdida de agua de *L. laeta* y *S. globula* en ambiente de sequedad extrema. La línea central representa la mediana, las líneas extremas de la caja los percentiles 25 y 75, las barras los percentiles 10 y 90 y los puntos los valores fuera de éstos límites. El asterisco indica diferencia significativa con prueba de Wilcoxon-Mann-Whitney.

..... 23

Figura 11: Diagrama de caja de la tasa de pérdida de agua masa-específica de *L. laeta* y *S. globula* en ambiente de sequedad extrema. La línea central representa la mediana, las líneas extremas de la caja los percentiles 25 y 75, las barras los percentiles 10 y 90 y los puntos los valores fuera de éstos límites. .... 24

Figura 12 : Cambios en la tasa de pérdida de agua masa-específica de *L. laeta* en función del tiempo, en ambiente de sequedad extrema ..... 25

Figura 13: Cambios en la tasa de pérdida de agua masa-específica de *S. globula* en función del tiempo, en ambiente de sequedad extrema. El individuo arriba a la izquierda (cuadrado blanco) no fue incluido en la regresión. La línea describe sólo la tendencia general, ya que estos datos son preliminares

..... 26



## RESUMEN

El loxoscelismo es un problema de salud ocasionado por la mordedura de arañas del género *Loxosceles*. En Chile los casos son atribuibles a *Loxosceles laeta*. Este animal causante del aracnoidismo necrótico es habitante doméstico y su actividad es preferencialmente nocturna, siendo las temperaturas altas un factor que favorece su desarrollo. Se ha sugerido que *S. globula* podría ser un depredador de *L. laeta*. No existen estudios rigurosos que confirmen esta afirmación, que sería posible si ambas especies compartieron el nicho térmico. Para confirmar la posible regulación poblacional, mediante depredación por parte de *S. globula* sobre *L. laeta* se requieren al menos de tres condiciones: (1) que compartan el microhábitat, (2) que existan efectivamente un acto depredatorio en los encuentros y (3) que estos actos depredatorios afecten la mortalidad y/o fecundidad de la presa en términos poblacionales (Canals, 2011). En esta tesis, se abordó el primer aspecto mencionado, comparando las preferencias térmicas y la tolerancia a la desecación de ambas especies. Se estudiaron temperaturas preferenciales ( $T_p$ ) entre 3 °C y 45 °C a diferentes horas en *S. globula* ( $n = 25$ ) y *L. laeta* ( $n = 21$ ). Posteriormente se expusieron las arañas a bajas y altas temperaturas determinando la temperatura crítica inferior (TCi) y finalmente se estudió la tolerancia a la desecación de ambas especies expuestas a un ambiente de extrema sequedad. Diez ejemplares de cada especie fueron introducidas en una cámara con un flujo continuo de aire desecado por un filtro absorbente (drierite). Se controló diariamente el cambio en la masa de los individuos fundamentalmente debido a la pérdida de agua. Las  $T_p$  fueron menores durante la mañana ( $F = 17,93$ ,  $p << 0,01$ ), sin embargo no se encontraron diferencias significativas entre las especies. La amplitud del nicho térmico fue de 23,2 °C y 26,1 °C y la amplitud estandarizada fue de 0,62 y 0,61 para *S. globula* y *L. laeta*, respectivamente. La sobreposición del nicho registro un índice de sobreposición  $\alpha = 0,852$ . Las TCi fueron diferentes entre las especies ( $F = 7,9$ ,  $p < 0,05$ ), siendo mayor para el caso de *L. laeta* y

hubo un efecto de la aclimatación ( $F = 11,34$ ,  $p < 0,05$ ). Las TCs también fueron diferentes entre las arañas ( $F = 19,3$ ,  $p << 0,001$ ), siendo mayor para el caso de *L. laeta* encontrándose una interacción entre la especies de arañas y el la temperatura de aclimatación ( $F = 5,26$ ,  $p < 0,05$ ). El porcentaje de pérdida de masa en *L. laeta*, fue de 29,01 % y para *S. globula* fue de 22,52%. El tiempo transcurrido hasta el cese de las respuesta locomotora fue de 15,5 y 12,5 días para *L. laeta* y *S. globula*, respectivamente. La tasa de pérdida de agua fue mayor en *L. laeta* 0,1006437 mg/h que en *S. globula* de 0,04 mg/h, mientras que al comparar la tasa de pérdida masa-específica no se encontraron diferencias significativas entre *S. globula* y *L. laeta*  $0,0010 \text{ h}^{-1}$  que en  $0,0009 \text{ h}^{-1}$  respectivamente ( $U = 7$ ,  $p < 0,05$ ). Del hallazgo de estos resultados se puede concluir que ambas especies muestran preferencias variables de temperatura, seleccionando altas temperaturas durante las tardes, lo cual se relaciona con su actividad de forrajeo en horas crepuscular y nocturna. Además, ambas especies muestran una gran tolerancia a las condiciones extremas, presentando una aclimatación en las temperaturas críticas inferiores.

## INTRODUCCIÓN

El loxoscelismo es un problema de salud ocasionado por la mordedura de arañas del género *Loxosceles*. Este género se distribuye en el continente americano, siendo los casos de loxoscelismo atribuidos a *Loxosceles laeta* y a *L. reclusa* en Estados Unidos y México (Gertsch y Mulaik, 1940), a *L. gaucha* en Argentina, a *L. intermedia* en Brasil y *L. rufescens* en zonas Mediterráneas (Gertsch, 1967; Gertsch y Fennik, 1983, Reyes et al., 1991).

Existen dos cuadros clínicos asociados a loxoscelismo: Loxoscelismo cutáneo con una frecuencia de 83% y que se caracteriza por daño local, dolor, edema, eritema e isquemia durante las primeras 8 horas. Además, se pueden generar ampollas que posen una coloración azul-violeta (livedoide) de consistencia dura y a partir de éstas se pueden generar una ulceración y necrosis del área total. Otro de los cuadros es el loxoscelismo cutáneo-visceral y es más severo que el anterior siendo letal en el 22,2% de los niños y 19,1% en el resto de los grupos etarios. Se caracteriza por tener un componente sistémico, el cual se constituye por fiebre, hemólisis, hematuria, hemoglobinuria, ictericia y daño hepático dentro de las primeras 24 horas (Shenone, 2003).

En Chile todo el aracnoidismo necrótico es atribuido a *L. laeta*, la que podría ser depredada por otra araña: *Scytodes globula* (araña tigre), siendo la biología de ambas especies poco conocida (Fernández, 2002; Canals, 2008).

Las arañas son animales ectotermos que dependen de la temperatura del entorno, virtualmente todos los aspectos del comportamiento y la fisiología son sensibles a la temperatura corporal, entre estos aspectos se puede mencionar la locomoción, habilidad de forrajeo, información sensorial y tasa de crecimiento y alimentación (Angilleta et al., 2002). Debido a la íntima relación entre la temperatura del entorno y la temperatura

corporal, es que en este tipo de animales que la temperatura corporal es quizás la variable fisiológica más importante que puede afectar el rendimiento ( Angilleta et al., 2002). Esta relación puede ser descrita por una función asimétrica, que describe como el rendimiento de los animales se ve afectada por la temperatura corporal. Dicha función describe el rango en el que los animales pueden hacer frente a la gran heterogeneidad de ambientes térmicos. Siendo el desempeño limitado por los denominados límites térmicos y máximo cuando se tiene una temperatura máxima u optima.

A pesar de la gran importancia que tiene el estudio de la preferencias y tolerancias térmicas estas solo han sido estudiados en el 0,1 % de las especies de arañas (Humphreys, 1987; Schmalhofer, 1999; Hanna y Cobb, 2007). El conocimiento de las preferencias y tolerancias térmicas son necesarias para describir la ecología de estos animales (Hertz, 1993). Esto es especialmente relevante en arañas en las cuales los límites térmicos permiten definir el área preferida de forrajeo o los sitios preferentes de refugios y reproducción (Hanna y Cobb, 2007).

Mediante el análisis de la biología térmica podemos conocer el nicho térmico , que corresponde al análisis de una de las dimensiones del nicho, el cual se define como la combinación multidimensional de los valores de variables bióticas y abióticas que son requeridos por una especie para sobrevivir y reproducirse ( Hutchinson, 1957). El nicho está estrechamente asociado con la función de utilización de recursos por parte de los individuos de una población, y la forma en la cual se particionan los recursos entre los miembros de una comunidad, es determinante para la coexistencia de especies (Pianka, 1974). Cuando una comunidad comparte sus recursos se genera una sobreposición del nicho, que es mayor en comunidades que comparten una mayor cantidad de recursos (Pianka, 1974). El grado de sobreposición puede ser cuantificado mediante el índice de Pianka, el cual varía entre 0 y 1, obteniéndose un valor 0, cuando no existe una utilización común de los recursos y 1 si la sobreposición es total.

La sobreposición del nicho puede ser usada para el estudio de la probabilidad de encuentro entre especies, lo que resulta de importancia en el estudio de potenciales interacciones depredador . Así, para que exista regulación de una población depredadora sobre una presa es necesario que sus nichos se sobrepongan. Esto es lo que debería ocurrir con la araña del rincón *L. laeta*, y su supuesto depredador *S. globula*.

*Loxosceles laeta* es un araña errante, solitaria, asociada al hábitat doméstico, encontrándose en el interior de los hogares habitualmente en esquinas oscuras, ropa de baño, grietas, aunque en ocasiones se pueden encontrar al aire libre. Su actividad es preferencialmente nocturna, siendo las temperaturas altas un factor que favorece su desarrollo. Las hembras de *L. laeta* son de color marrón, mientras que los machos tienen una coloración más clara, poseen tres pares de ojos (dos pares laterales y un par central; Canals et al., 2004). La epidemiología de los accidentes de loxoscelismo coincide con los hábitos nocturnos de la especie, ya que éstos son más frecuentes en horas del crepúsculo y la noche; lo cual está relacionado con mayores tamaños poblacionales además y nivel de actividad durante el verano (Schenone, 1998, 2001, 2003 y 2004). Estos animales construyen un capullo de aproximadamente 1 cm, en cuyo interior se encuentran de 80 a 200 huevos, su desarrollo consta de tres etapas (Parra et al., 2002) (Reyes et al., 1991), con un promedio de 88,4 huevos por capullo (Galiano, 1967). Construyen una tela irregular seca y poco adhesiva (Schenone y Reyes, 1965). La longevidad se ha estimado hasta en 1890 días ( Lowrie, 1980; Galiano y Hall, 1973; Schenone y Letonja, 1975). Con referencia a la dieta, en Chile se ha reportado que se alimenta de moscas , polillas y otros pequeños artrópodos (Schenone 1998, 2001, 2003, 2004, Parra et al., 2002). El único estudio sistemático conducido en doce telas de esta especie de araña reportó las siguientes presas: moscas 30.67%, escarabajos 20.0%, hormigas 13.3%, isópodos 12.0%, otras arañas 8.0%, polillas 5.3%, millípedos 4%, tijeretas 2.7%, mosquitos 2.7%, grillos 1.3% y una cantidad no cuantificada de ácaros

(Levi y Spielman, 1964).

Su potencial depredador, *S. globula*, es una araña solitaria que pertenece a la familia Scytodidae, conocidas como arañas escupidoras, de reconocidos hábitos aracnofágicos ( Gilbert y Rayor, 1985; Bowden, 1991). Estas arañas para la captura de sus presas proyectan una sustancia adherente a través de los quelíceros que inmoviliza a sus presas (Foelix, 2010; Araujo et al., 2008). Tiene patas muy largas y atigradas de aproximadamente tres veces el largo del cefalotórax y abdomen su caparazón y abdomen poseen un patrón irregular de color marrón y amarillo. Si bien existe poco conocimiento sobre sus preferencias ambientales, se ha establecido que su actividad es predominantemente nocturna. Su tela es irregular (Fernández et al., 2002). *Scytodes globula* se encuentra distribuida en Sudamérica en países como Chile, Bolivia, Argentina, Brasil y Uruguay (Fernández et al., 2002). En Chile, esta especie al igual que la araña del rincón es común en habitaciones humanas y en jardines de casas de la Zona Central.

Si bien existen referencias que sugieren la depredación de *L. laeta* por parte de *S. globula* (Fernández et al., 2002) no existen estudios rigurosos que lo confirmen. Otros estudios avalan solo parcialmente esta posibilidad. Por ejemplo, Ramírez 1999, Ades y Ramírez (2002), realizaron encuentros entre *S. globula* y tres especies de *Loxosceles*: *L. laeta*, *L. gaucho* y *L. intermedia* encontrando que a los 30 minutos del encuentro prácticamente todos los individuos de *L. laeta* estaban vivos, aunque habían sido víctimas de la sustancia adhesiva y envueltos por líneas de seda. De los 22 eventos de depredación registrados, en tres ocasiones la defensa de *L. laeta* causó la autotomía de extremidades en *S. globula* y en dos casos fue *L. laeta* quien depredó a *S. globula*.

Para confirmar la existencia de una posible regulación poblacional , mediante depredación por parte de *S. globula* sobre *L. laeta* se requieren al menos de tres condiciones: (1) que compartan el mismo microhábitat, (2) que exista efectivamente un acto depredatorio en los encuentros y (3) que estos actos depredatorios afecten la mortalidad y/o fecundidad de la presa en términos poblacionales (Canals, 2011). En esta tesis abordo el primer aspecto mencionado comparando las preferencias térmicas y la tolerancia a la desecación de ambas especies.

## **HIPÓTESIS**

Si *S.globula* es un depredador efectivo de *L. laeta* , entonces para que exista encuentro entre ambas especies sus preferencias microambientales deben sobreponerse. Específicamente *L. laeta* presentará tanto temperaturas preferenciales como tolerancias mayores a *S. globula*.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Determinar las preferencias térmicas, las tolerancias térmicas y a la desecación de "la araña del rincón" *L. laeta* y su potencial depredador "la araña tigre" *S. globula*.

### **Objetivos específicos**

Determinar las temperaturas preferenciales de *L. laeta* y *S. globula* bajo condiciones de laboratorio.

Determinar las temperaturas críticas mínimas y máximas de *L. laeta* y *S. globula*.

Determinar la tolerancia a la desecación de *L. laeta* y *S. globula*.



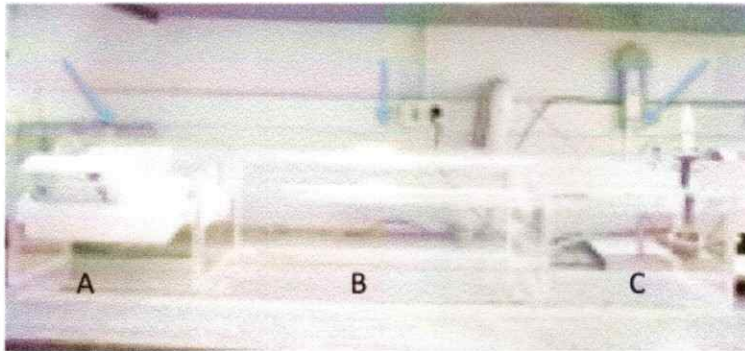
## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **2.1 Animales y área de estudio**

Los individuos de *L. laeta* fueron colectados en la zona Central de Chile, principalmente en las comunas de San Bernardo, Ñuñoa y La Pintana. Los experimentos se realizaron en el Laboratorio de Ecofisiología Animal de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile durante el período comprendido entre Agosto 2011 y Julio 2012. Se utilizaron 45 ejemplares de *S. globula* y 35 ejemplares de *L. laeta* para la totalidad de los experimentos. Ambas especies fueron alimentadas una vez a la semana con una larva de *Tenebrio molitor* (Insecta; Coleoptera).

### **2.2 Temperatura preferencial**

Se capturaron veinte individuos de cada especie y se mantuvieron a temperatura ambiente durante 3 semanas. Posteriormente, cada individuo fue sometido a un gradiente de temperatura entre 2 °C y 50 °C. Dicho gradiente consistió en una cámara de acrílico 1,20 metro de largo , 25 cm de ancho y 20 cm de alto (Figura 1). Esta cámara poseía en un extremo un calefactor y en el otro un sistema de enfriamiento que permite la generación de un gradiente de temperatura en toda su extensión . Los animales fueron expuestos individualmente al gradiente durante una hora y cinco minutos. Esto se repitió dos veces durante el día (09:00 y 12:00 horas) y dos en el período crepuscular-noche (18:00 y 20:00 horas) . Las arañas fueron depositadas en el centro del gradiente y dejadas durante 5 minutos para su ambientación, luego de lo cual se procedió a registrar la temperatura corporal cada cinco minutos con un termómetro infrarrojo durante un lapso de 1 hora. Previo a la experimentación , a cada una de las arañas se les determinó la masa corporal mediante una balanza analítica ( Shimadzu, AUX 220, precisión± 1 mg ).



**Figura 1:** Gradiente de temperatura. La cámara posee tres zonas , bien diferenciadas que aparecen de izquierda a derecha como A, corresponde a zona fría, B= zona intermedia y C = zona caliente.

Para cada araña se obtuvo un registro de 12 temperaturas para cada hora de observación (9:00, 12:00, 18:00 y 20:00 horas). Con el total de registros se construyeron los histogramas de frecuencia de las temperaturas elegidas.

Se cálculo para cada araña la temperatura promedio preferida ( $T_p$ ) en cada hora de estudio y estas fueron comparadas entre ambas especies y entre las diferentes horas mediante un análisis de varianza de medidas repetidas.

### **2.3 Temperatura crítica inferior y superior**

Se determinaron las temperaturas críticas superior (TCs) e inferior (TCi), que corresponden a las temperaturas extremas en que un animal no es capaz de desplegar una respuesta locomotora coordinada (Vollmer y MacMahon, 1974, Schmallhofer, 1999). Los mismos individuos utilizados en gradiente del punto de la temperatura preferencial, se aclimataron a dos temperaturas 15 °C y 25 °C, ya que las temperaturas críticas están influenciadas por la temperatura a la cual son sometidos los animales. Tras 3 semanas de aclimatación , los individuos fueron depositados en una cámara de frío, la cual permitía

la exposición a temperaturas descendentes de hasta  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  . Cada animal era introducido en un recipiente conectado a una termocupla, el cual a su vez era depositado en la cámara de frío y se monitoreaba la actividad locomotora coordinada a medida que la temperatura descendía paulatinamente, desde una temperatura inicial de  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ . La tasa de enfriamiento fue de  $3\text{ }^{\circ}\text{C}$  por minuto. Este experimento transcurría hasta que cesaba la actividad locomotora coordinada, es decir , el momento en el cual el animal no responde frente a un estímulo, siendo considerada ésta como la temperatura crítica inferior (TCi) estableciendo contacto directo con la araña con un vástago de madera.

Para el caso de la TCs se depositaba a la araña en un recipiente que se introducía en un baño termostático. De esta manera, se podía aumentar la temperatura del recipiente que contenía a la araña. El procedimiento consistía en exponer a los individuos a aumentos paulatinos de temperatura, desde  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$  a una tasa de  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$  por minuto y la actividad coordinada. A partir de estos valores se construyó el polígono de tolerancia térmica de las especies estudiadas . El polígono es una representación de las tolerancias térmicas de las especies.

#### **2.4. Tolerancia a la desecación**

Se expusieron 10 individuos de cada especie a un ambiente de sequedad extrema en una cámara cerrada. Esta cámara que se alimentaba con un flujo de aire menor a  $0.2\text{ L/min}$ . Las arañas se dejaron en este ambiente hasta el cese de su respuesta locomotora, lo cual se constataba a través del contacto del cuerpo con un vástago de madera.

Las arañas se pesaron cada 2-3 días en una balanza analítica determinando la variación en la masa corporal, la cual está fundamentalmente determinada por la pérdida de agua. La pérdida de agua total se expresó como una proporción del peso inicial del animal, para esto se monitoreó la masa del animal. Se registro la pérdida total de agua, el

tiempo transcurrido hasta la inactividad y la tasa de pérdida de agua total y de masa-específica.

## 2.5 Análisis estadístico

Se caracterizó la temperatura elegida por las arañas con un histograma de frecuencia. Posteriormente, se calculó el índice de sobreposición de Pianka para evaluar el grado de sobreposición en el uso del recurso térmico.

$$O_{jk} = (\sum^n p_{ij}p_{ik}) / (\sqrt{\sum p_{ij}^2 \sum p_{ik}^2}) \quad (1)$$

Donde  $O_{jk}$  representa la medida de sobreposición del nicho entre las especies  $j$  y  $k$  y  $p_{ij}, p_{ik}$  representan las proporciones del uso del recurso  $i$  por ambas especies  $j$  y  $k$ . El valor que toma este índice varía entre 0 y 1, siendo 0 sobreposición nula y 1 sobreposición completa. Para estimar la amplitud del nicho se utilizó el índice de Simpson (Krebs, 1999).

$$B = 1 / \sum (p_i^2) \quad (2)$$

Donde  $p_i$ , es la proporción del recurso  $i$ .

Se compararon las  $T_p$  entre y especies las diferentes horas mediante análisis de varianza de medidas repetidas.

Para analizar las diferencias en las preferencias térmicas de ambas especies, también se realizara ANOVA de medidas repetidas, siendo la variable respuesta  $T_p$  y los factores: las especies y los cuatro períodos de tiempo 9:00, 12:00, 18:00 y 20:00 horas (medidas repetidas). Se realizaron comparaciones múltiples mediante la prueba de TUKEY.

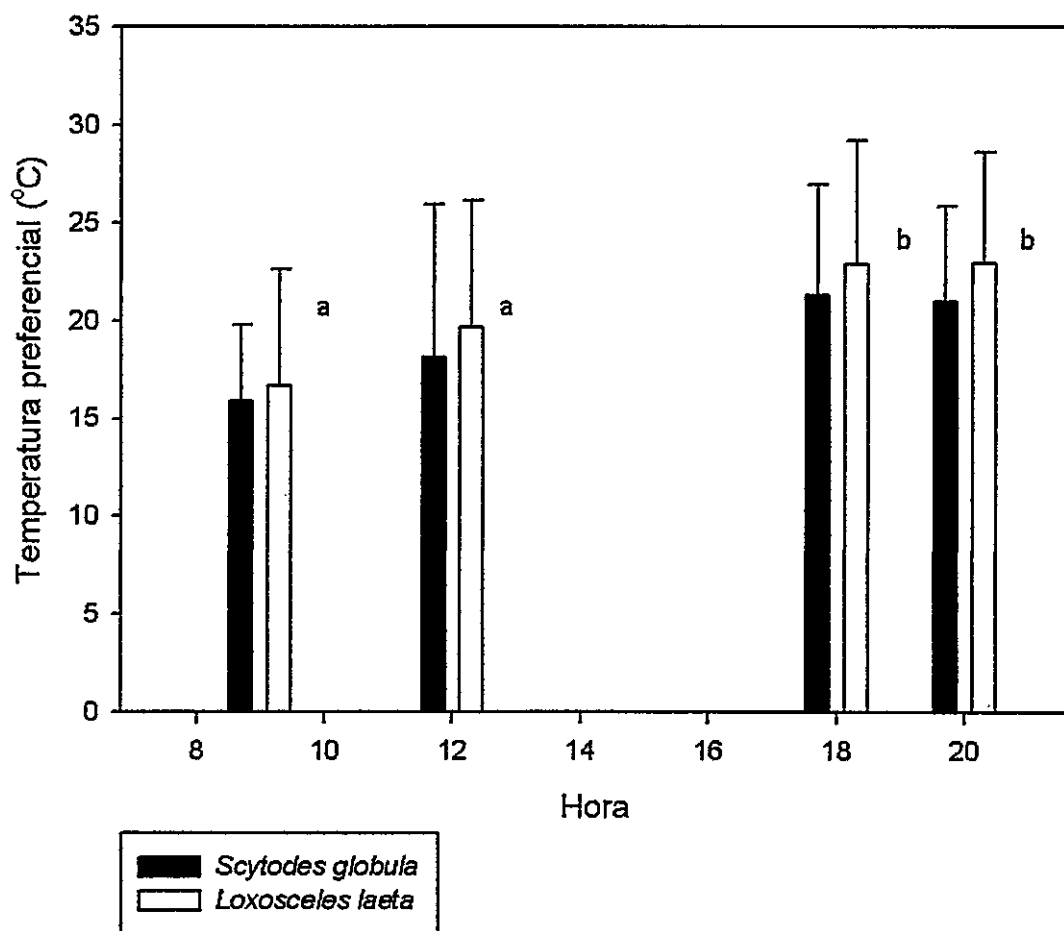
Las temperaturas críticas fueron comparadas con análisis de la varianza de dos vías, siendo los factores de análisis las especies y temperaturas de aclimatación.

La pérdida total de agua, el tiempo de cese de la actividad y la tasa promedio de pérdida de agua y masa-específica se compararon con prueba de Wilcoxon-Mann-Whitney y finalmente se realizó un análisis de regresión lineal entre la tasa de pérdida de agua y el tiempo. Todos los valores de significancia se analizaron con un valor de  $\alpha=0,05$ .

## RESULTADOS

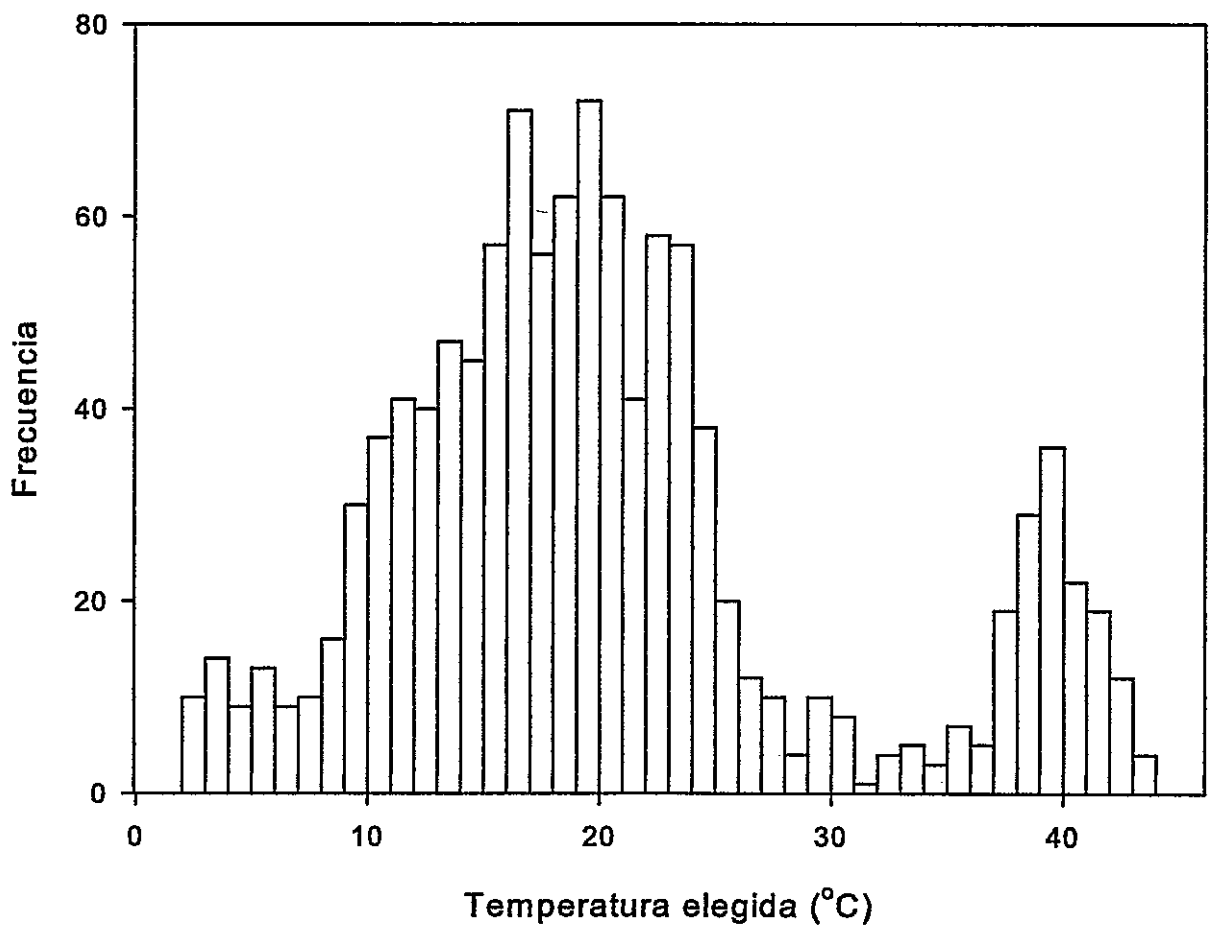
### 3.1. Temperatura preferencial

Las temperaturas preferidas por ambas arañas fueron similares ( $F_{1,44} = 0,23$ ,  $p = 0,64$ ). Ambas arañas prefieren temperaturas más bajas en horas de la mañana que en el crepúsculo ( $F_{3,132} = 17,92$ ,  $p \ll 0,001$ ), sin encontrar efectos de la interacción ( $F_{3,132} = 0,46$ ,  $p = 0,71$ ) (Figura 2). Para *S. globula* éstas fueron de 15,88 °C, 18,12 °C, 21,27 °C, 20,96 °C a las 9 , 12, 18 y 20 horas respectivamente. Para el caso de *L. laeta* las temperaturas preferidas fueron 16,70 °C, 19,62 °C, 22,89 °C Y 22,93 °C a las 9, 12, 18 y 20 horas , respectivamente.



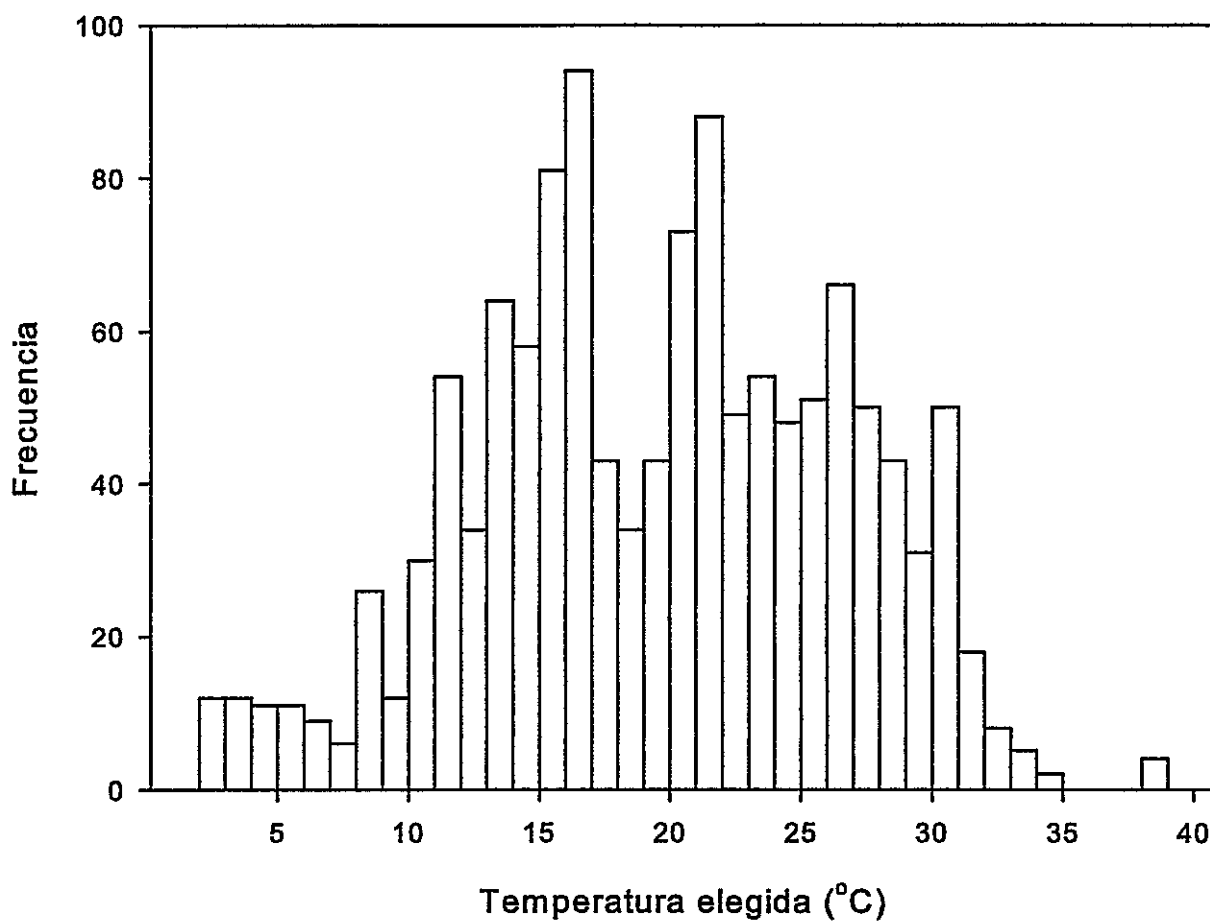
**Figura 2:** Temperaturas preferenciales de *S. globula* y *L. laeta* en diferentes horas del día (promedio y desviación estándar). Letras diferentes muestran diferencias en prueba de comparaciones múltiples de Tukey.

La distribución de frecuencias de las temperatura elegidas por *L. laeta* y *S. globula* fue diferente. Mientras *L. laeta* muestra una clara distribución bi-modal con picos de elección en las 19 °C y 39 °C , *S. globula* es más bien unimodal (figuras 3 y 4).



**Figura 3:** Histograma de frecuencia de las temperaturas preferenciales obtenidas para *L. laeta*.





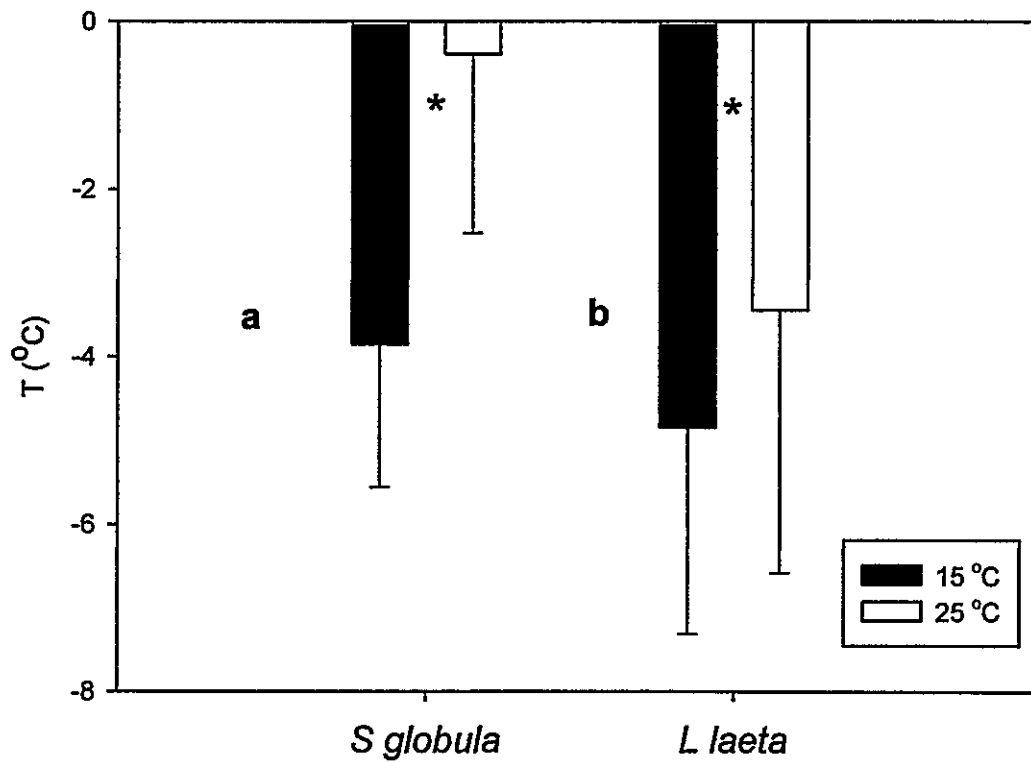
**Figura 4:** Histograma de frecuencia de las temperaturas preferenciales obtenidas para *S. globula* .

La amplitud del nicho térmico estimada con los índices de Pianka y Levins , estimados a partir de la ecuación 1 fue similar para ambas arañas: 23,2 y 26,1. La amplitud estandarizada fue de 0,62 y 0,61 para *S. globula* y *L. laeta*, respectivamente; indicando una condición relativamente euritérmica. Se detectó una importante sobreposición del nicho térmico. El índice de sobreposición fue igual a  $\alpha = 0,852$ .

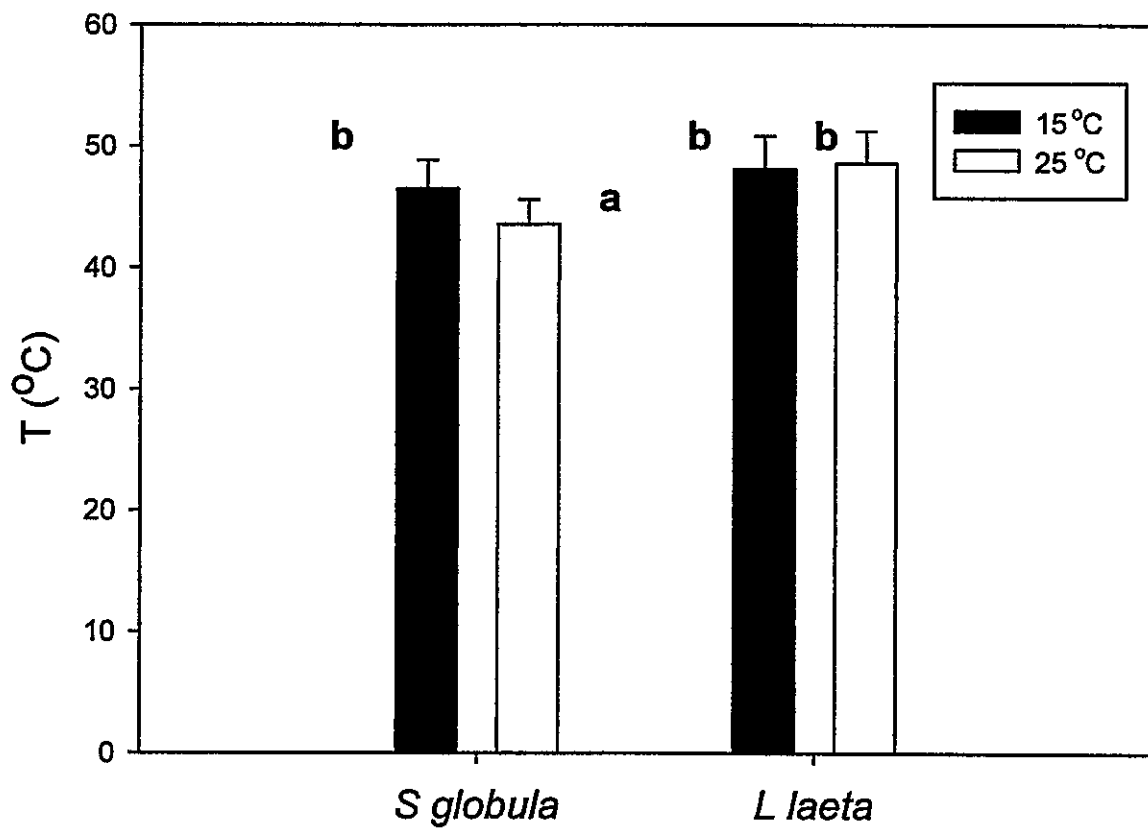
### 3.2 Temperaturas críticas

Los experimentos no tuvieron una duración menor de 15 minutos para el caso de TCi y de 30 minutos para el caso de TCs . Ambas arañas presentaron un cambio en el comportamiento, conforme se acercaban el punto crítico. Siendo más notable para el caso de *L. laeta* , la cual adoptaba una postura de recogimiento de sus patas hacia el cuerpo, conforme se acercaba el punto de TCi y un aumento excesivo de sus movimientos conforme de acercaba el punto crítico máximo. Las temperaturas críticas inferiores de *L. laeta*,  $-4,84 \pm 2,46^{\circ} \text{C}$  a  $15^{\circ} \text{C}$  y  $-3,44 \pm 3,13^{\circ} \text{C}$  en animales mantenidos a  $25^{\circ} \text{C}$ , fueron menores que las de *S. globula*,  $-3,85 \pm 1,70^{\circ} \text{C}$  a  $15^{\circ} \text{C}$  y  $-0,39 \pm 2,13^{\circ} \text{C}$  a  $25^{\circ} \text{C}$  ( $F_{1,41} = 7,87$ ,  $p < 0,05$  ). Además, las temperaturas críticas inferiores fueron más altas en las arañas aclimatadas a temperaturas superiores ( $25^{\circ} \text{C}$ ) ( $F_{1,41} = 11,34$ ,  $p < 0,05$ ) (Figura 5).

Las temperaturas críticas superiores (TCs) de *L. laeta* fueron de :  $48,1 \pm 2,8^{\circ} \text{C}$  y  $48,6 \pm 2,7^{\circ} \text{C}$  cuando estuvieron aclimatadas a  $15^{\circ} \text{C}$  y  $25^{\circ} \text{C}$  respectivamente. Estas temperaturas fueron superiores a las de *S. globula* :  $46,5 \pm 2,4^{\circ} \text{C}$  y  $43,5 \pm 2,0^{\circ} \text{C}$  cuando estuvieron aclimatadas a  $15^{\circ} \text{C}$  y  $25^{\circ} \text{C}$  respectivamente (  $F_{1,38} = 19,28$  ,  $p < 0,001$ ) y se detectó un efecto de interacción entre la especie y la temperatura de aclimatación  $25^{\circ} \text{C}$  y  $15^{\circ} \text{C}$  ( $F_{1,38} = 5,26$ ,  $p < 0,05$ ). Mientras la temperatura crítica superior de *L. laeta* es independiente de la temperatura de aclimatación , la de *S. globula* disminuye a altas temperaturas de aclimatación (Figura 6).

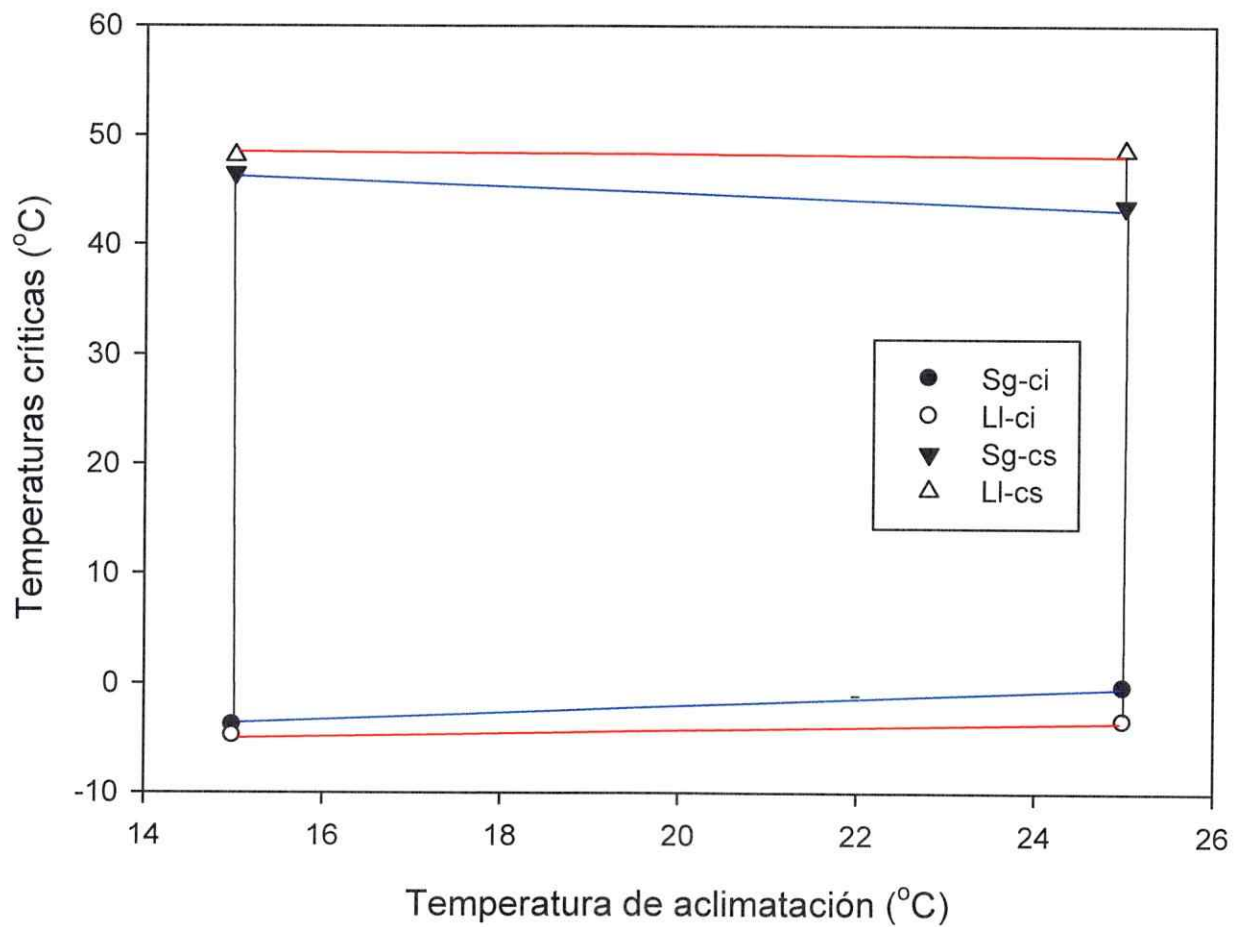


**Figura 5.-** Temperaturas críticas inferiores de *S globula* y *L laeta* expuestas a dos temperaturas de aclimatación. Letras diferentes indican diferencias entre especies y el asterisco diferencias entre temperaturas de aclimatación.



**Figura 6.-** Temperaturas críticas superiores de *S globula* y *L laeta* expuestas a dos temperaturas de aclimatación. Letras diferentes indican diferencias entre distintas condiciones con prueba de Tukey.

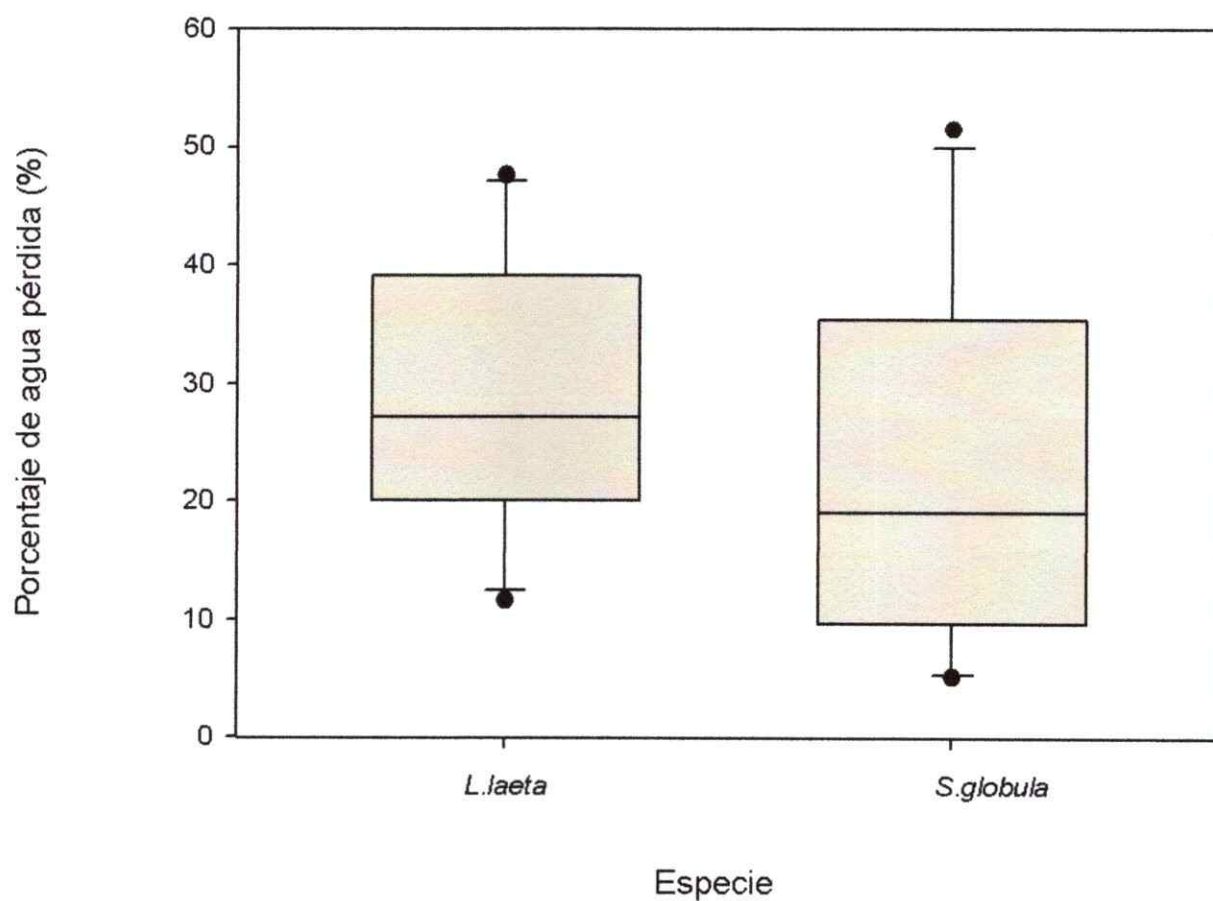
El polígono de tolerancia muestra un alto grado de sobreposición en el nicho térmico de ambas especies (Figura 7)



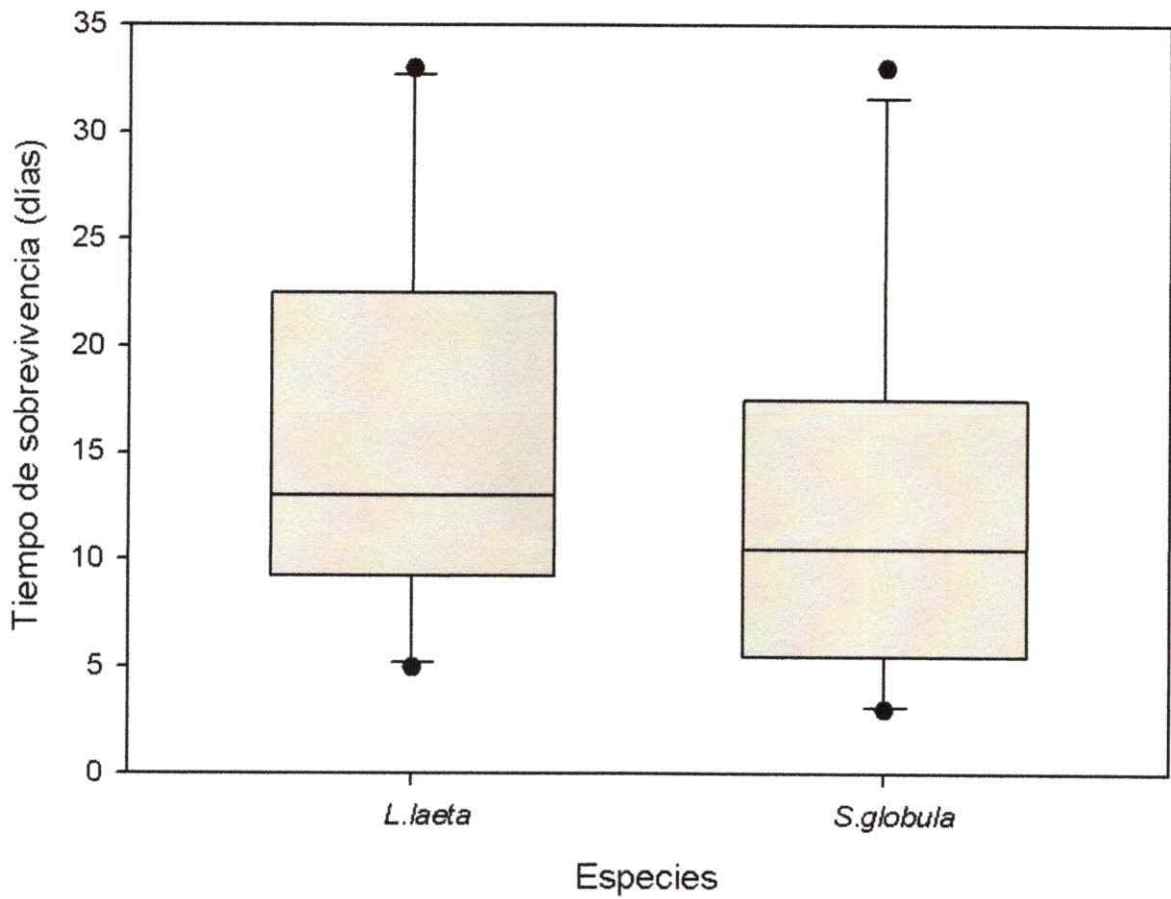
**Figura 7:** Polígono de tolerancia de *S. globula* (azul) y *L. laeta* (rojo). Los círculos llenos representan a las temperaturas críticas inferiores de *S. globula* aclimatadas a dos temperaturas 15 °C y 25 °C. Los círculos en blanco representan las temperaturas críticas inferiores de *L. laeta*. Los triángulos vacíos representan a las temperaturas críticas superiores de *L. laeta* a dos temperaturas de aclimatación 15 °C y 25 °C. Los triángulos invertidos llenos representan a las temperaturas críticas superiores de *S. globula* a dos temperaturas de aclimatación 15 °C y 25 °C.

### 3.3. Desección

El porcentaje de agua pérdida durante el experimento por ambas especies fue similar ( $U = 36, p = 0,29$ ). Para *S.globula* fue de  $22,5 \pm 15,4 \%$  y *L. laeta* de  $29,1 \pm 11,2 \%$  (Figura 8). El tiempo transcurrido hasta el cese de las respuesta locomotora también fue muy variable y similar en ambas especies ( $U = 40, p = 0,45$ ):  $15,5 \pm 9,4$  y  $12,5 \pm 9,1$  días para *L. laeta* y *S. globula* respectivamente (Figura 9). Definiendo tolerancia a la desecación como  $T_o = T/\%AC$ , donde T es el tiempo hasta el cese locomotor y %AC el porcentaje de agua conservada, no encontramos diferencias en esta variable ( $U = 37, p = 0,33$ ). La tasa de pérdida de agua fue mayor en *L. laeta* ( $0,101 \pm 0,05$  mg/h) que en *S. globula* ( $0,04 \pm 0,022$  mg/h) ( $U = 7, p = 0,001$ ) (Figura 10), pero la tasa de pérdida de agua masa-específica fue similar ( $U = 31, p = 0,15$ ) para ambas especies siendo de  $0,0009 \pm 0,0002$  h<sup>-1</sup> y  $0,001 \pm 0,001$  h<sup>-1</sup> para *L. laeta* y *S. globula* respectivamente (Figura 11). Además a partir de datos preliminares de construyeron gráficos de cambios en la tasa de pérdida de agua masa-específica para ambas especies *L. laeta* y *S. globula* Figura 12 y 13 respectivamente.

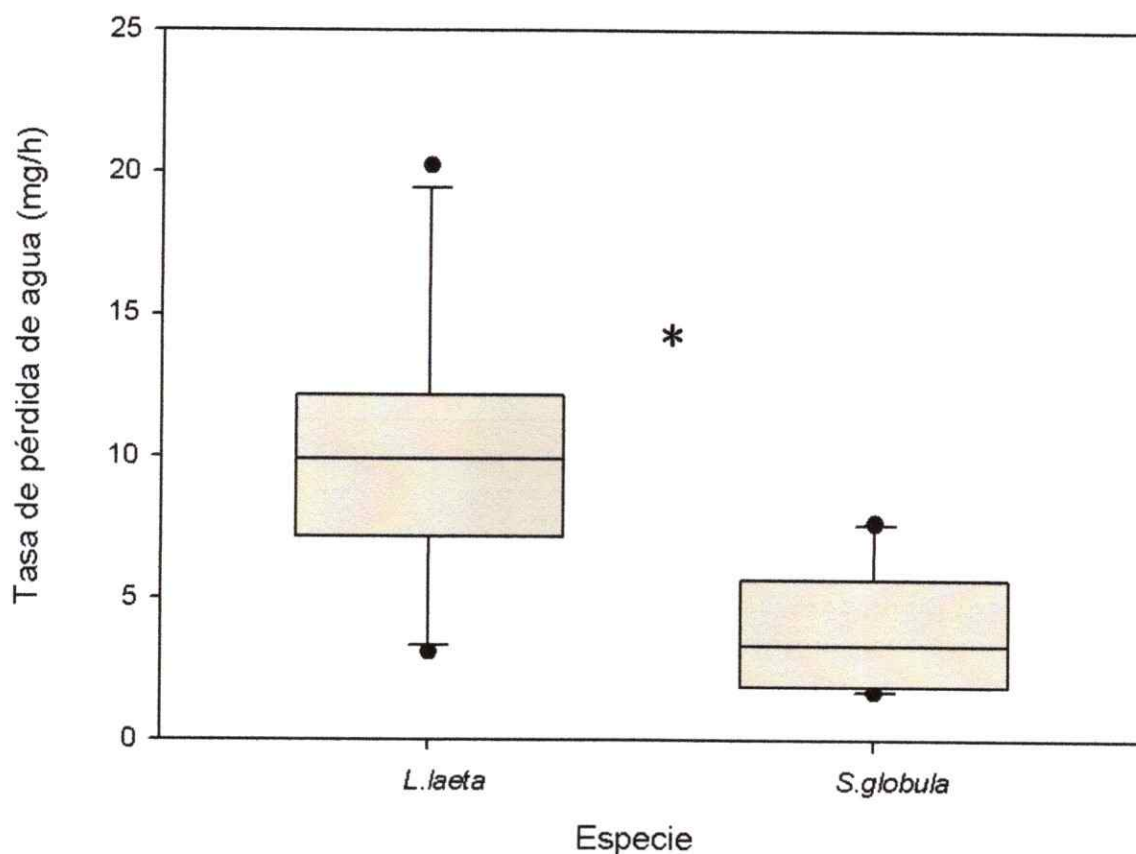


**Figura 8.-** Diagrama de caja del porcentaje de pérdida de agua *L. laeta* y *S. globula* cuando son confrontadas a un ambiente de sequedad extrema. La línea central representa la mediana, las líneas extremas de la caja los percentiles 25 y 75, las barras los percentiles 10 y 90 y los puntos corresponden a los valores fuera de éstos límites.

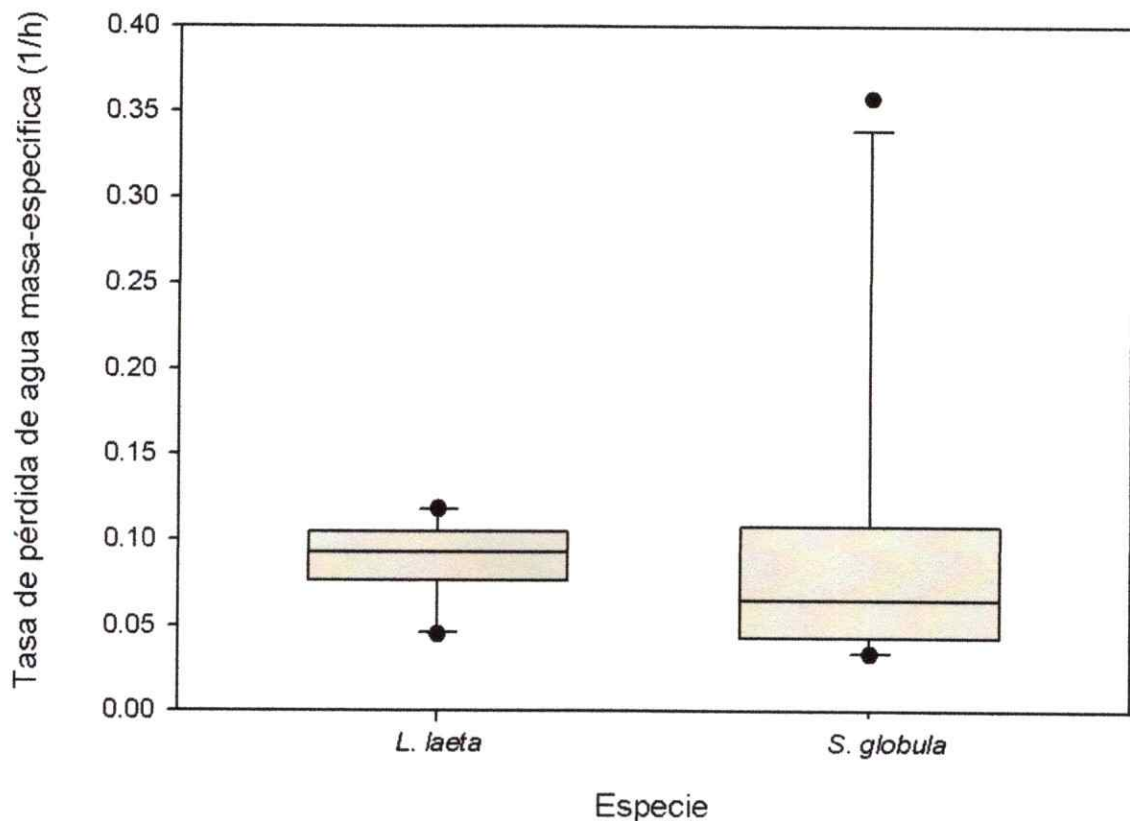


**Figura 9.-** Diagrama de caja del tiempo hasta el cese de la actividad locomotora de *L. laeta* y *S. globula* cuando son confrontadas a un ambiente de sequedad extrema. La línea central representa la mediana, las líneas extremas de la caja los percentiles 25 y 75, las barras los percentiles 10 y 90 y los puntos los valores fuera de éstos límites.





**Figura 10.-** Diagrama de caja de la tasa de pérdida de agua de *L. laeta* y *S. globula* cuando son confrontadas a un ambiente de sequedad extrema. La línea central representa la mediana, las líneas extremas de la caja los percentiles 25 y 75, las barras los percentiles 10 y 90 y los puntos los valores fuera de éstos límites. El asterisco indica diferencia significativa con prueba de Wilcoxon-Mann-Whitney.



**Figura 11.-** Diagrama de caja de la tasa de pérdida de agua masa-específica de *L. laeta* y *S. globula* cuando son confrontadas a un ambiente de sequedad extrema. La línea central representa la mediana, las líneas extremas de la caja los percentiles 25 y 75, las barras los percentiles 10 y 90 y los puntos los valores fuera de éstos límites.

La tasa de pérdida de agua masa-específica fue aumentando con el tiempo de permanencia en ambiente seco ( $F_{1,106} = 47,5$ ,  $p \ll 0,001$ ), en forma similar en ambas especies ( $F_{1,106} = 1,78$ ,  $p = 0,19$ ). En ambas especies el análisis de regresión entre la tasa de pérdida de agua masa específica y el tiempo mostró la tendencia ascendente ( $F_{1,61} = 27,11$ ,  $p \ll 0,001$  y  $R^2 = 0,31$  para *L. laeta* y  $F_{1,45} = 24,9$ ,  $p \ll 0,001$  y  $R^2 = 0,36$  para *S. globula*) (Figuras 11 y 12).

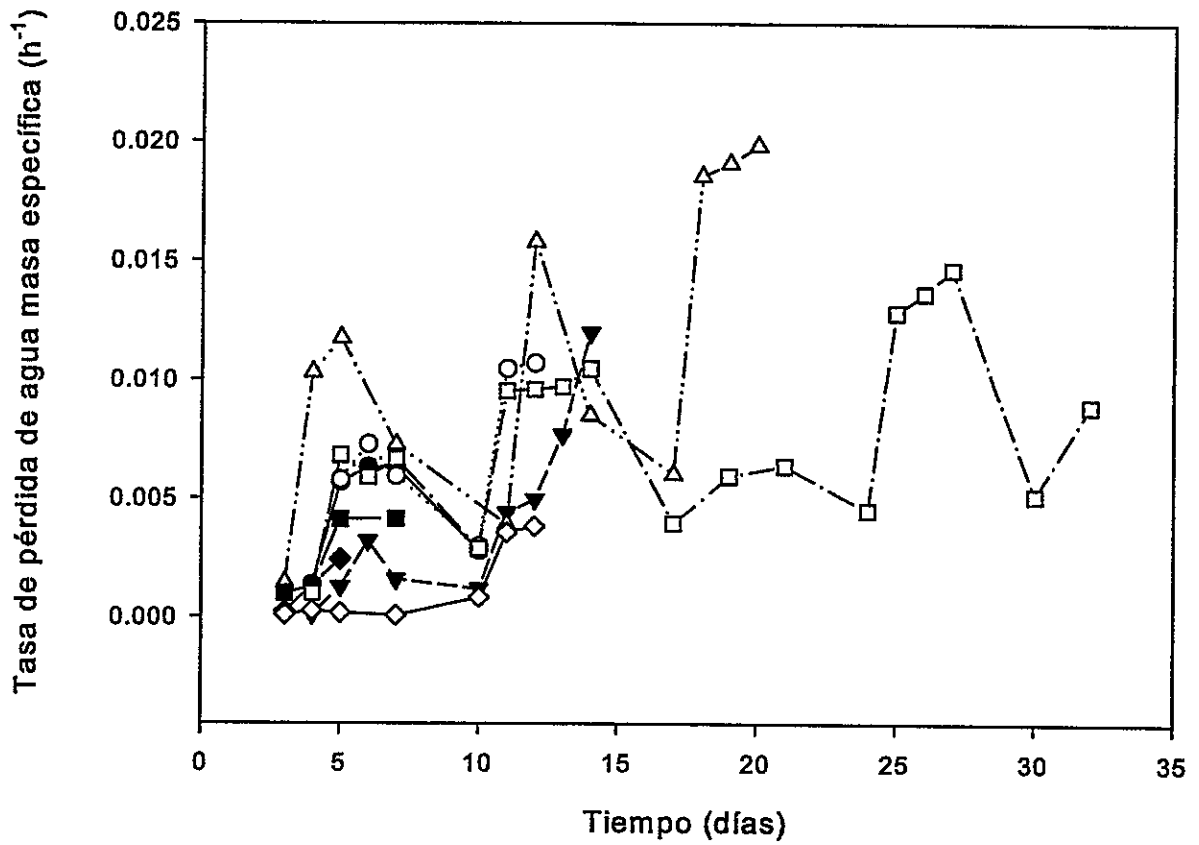
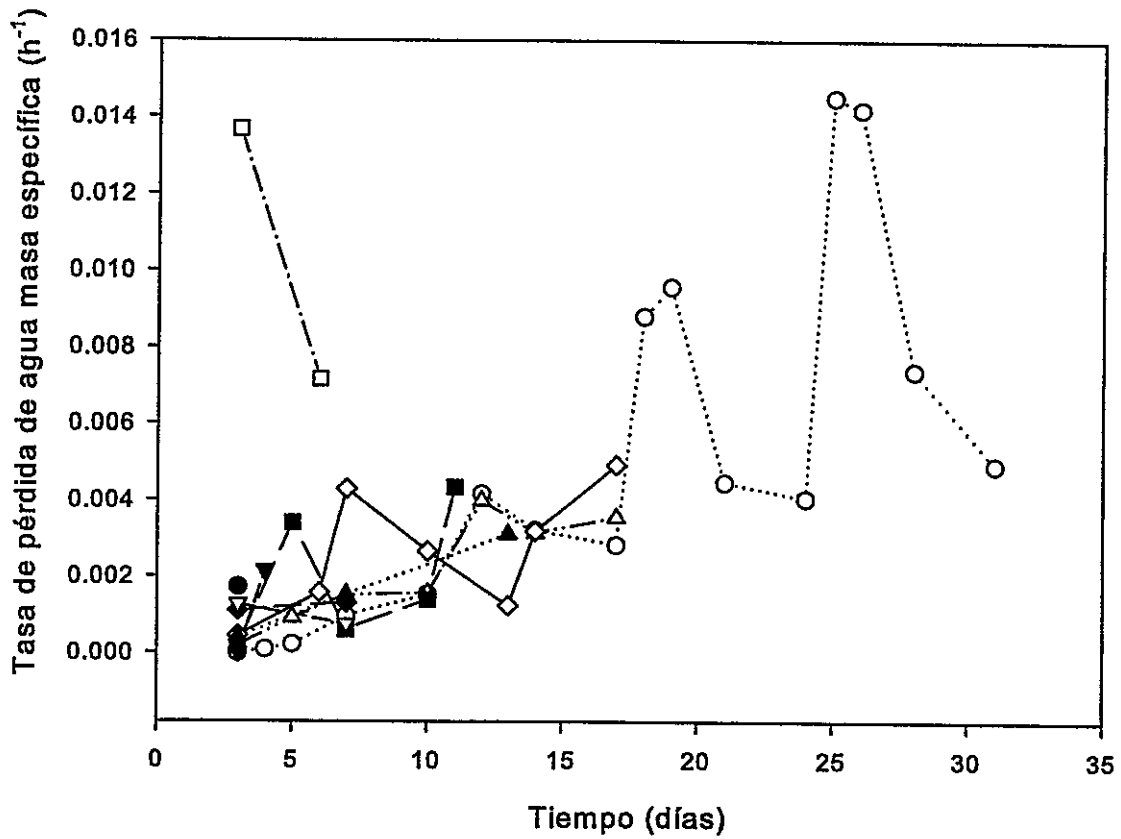


Figura 12.- Cambios en la tasa de pérdida de agua masa-específica de *L. laeta* en función del tiempo, en ambiente de sequedad extrema.



**Figura 13.-** Cambios en la tasa de pérdida de agua masa-específica de *S. globula* en función del tiempo, en ambiente de sequedad extrema. El individuo arriba a la izquierda (cuadrado blanco) no fue incluido en la regresión. La línea describe sólo la tendencia general, ya que estos datos son preliminares.

## DISCUSIÓN

### 1. Tolerancia térmica

Los estudios de preferencias y tolerancias térmicas permiten describir la ecología de un animal y nos permite evaluar la idoneidad del hábitat ( Hertz et al., 1993) . Según Sevacherian y Lowrie (1972) los límites individuales y los procesos fisiológicos determinan las condiciones en la cual un organismo puede sobrevivir y su éxito en adaptarse a un determinado ambiente ( Fisher y Vasconcellos, 2003) . En este estudio se observó que ambas especies de arañas tienen temperaturas preferenciales comunes, lo que es consistente con el hallazgo habitual de estas especies en ambientes muy similares, en particular en el ambiente doméstico de la zona central de Chile (Schenone, 2003). Ambas arañas prefirieron temperaturas más elevadas en las horas del crepúsculo, lo que probablemente se encuentre relacionado con la actividad crepuscular y nocturna reportada para arañas de éstos géneros (Zambrano et al., 2005 ; Vetter, 2008 ). En Chile, aunque no existen estudios de ritmo de actividad para estas especies, existen numerosos reportes que proponen una actividad crepuscular y nocturna (Fernández, 2002). Esto también coincide con los datos epidemiológicos reportados para *L. laeta* que documentan períodos de actividad de esta naturaleza. Así, Schenone (2003) encontró una mayor prevalencia de mordeduras por *L. laeta* mientras se duerme y al vestirse (70,6%). En las horas nocturnas (22:00-06:00) y entre la mañana y tarde (6:00-14:00) ocurre el 73,7 % de las mordeduras (Schenone, 2003). Las temperaturas preferidas por *L. laeta* y *S. globula* , en general, se encuentra en el rango descrito para otras especies de araneomorfos, aunque más cercanas al rango inferior. La variación en la temperatura preferida a lo largo del día no había sido reportada para arañas araneomorfos, pero sí ha sido descrito en arañas migalomorfos de actividad crepuscular y nocturna (Alfaro et al., 2012). La temperatura seleccionada en las tardes se encuentra en el rango inferior de las

temperaturas preferidas de las araneomorfas. Por ejemplo, entre 23 °C y 23,5 °C en Agelenidae (Pulz, 1987), entre 16 °C y 22,3 °C en Clubionidae (Almquist, 1970) y entre 19,22 °C y 26,2 °C en Lycosidae (Almquist, 1970, Sevacherian y Lowrie, 1972, Pulz, 1987). Sin embargo las temperaturas preferidas en las mañanas se encuentran levemente bajo este rango. Esto es consistente una menor temperatura preferencial en especies nocturnas como lo documentado por Schmalhoffer en Thomisidae (1999). Otro ejemplo es *Euophrys frontalis* (Salticidae) de actividad diurna , cuya  $T_p$  es de 27,5 °C (Almquist 1970), comparando con *Clubiona trivialis* (Clubionidae), cuya actividad es nocturna y presenta una  $T_p$  de 16 °C . Una especie con actividad diurna-nocturna es *Pardosa pullata* (Lycosidae) quien presenta una  $T_p$  de 23,7 °C ( Pulz, 1970).

En cuanto a las preferencias térmicas ambas especies tienen, una amplitud estandarizada del nicho en valores algo mayores que 0,6, se ha propuesto como el límite entre especialistas y generalistas. Así *L. laeta* y *S. globula*, serían más bien euritérmicas en sus preferencias de temperatura lo que es consistente con los amplios polígonos de tolerancia presentados. A pesar de una amplitud similar, los histogramas de frecuencias de elección de temperaturas fueron diferentes, evidenciándose una marcada bi-modalidad en *L. laeta*, lo que revela un cambio más marcado en sus temperaturas preferidas en horas de actividad (durante el crepúsculo). La sobreposición del nicho térmico fue amplia ( $\alpha = 0,852$ ) entre ambas especies lo que implica la posibilidad de escoger micro-ambientes térmicos similares.

Las temperaturas críticas inferiores para estas especies fueron bajas, pero más altas que las temperaturas letales inferiores documentadas para otras especies, entre -6,8 °C y -11,1 °C en araneomorfas (Schmalhoffer, 1999). El motivo de esto sería que en este trabajo se estudió la temperatura crítica para la supresión de la actividad y no la temperatura letal. Las arañas aquí estudiadas se recuperaban rápidamente. Por el mismo motivo, los valores reportados en este trabajo son superiores a los -7 °C reportados para

TL<sub>50</sub> en *L. laeta* y *L. intermedia* (Fisher y Vasconcellos-Neto, 2003). *Loxosceles laeta* mostró una mayor tolerancia a bajas temperaturas que *S. globula*.

Las temperaturas críticas superiores fueron muy altas y sólo comparables a las documentadas para *Cyrtophora citricola* (46 °C) (Pulz, 1987) y *Hogna carolinensis* (Moeur y Ericksen, 1972). Las temperaturas encontradas se encuentran mas bien en el rango de temperaturas reportadas como letales para otras araneomorfas sobre los 47 °C a 48 °C (Schmalhoffer, 1999). Estos valores también estas se encuentran sobre las TL<sub>50</sub> reportadas para *L. intermedia* (42 °C) y *L. laeta* (40 °C) (Fisher y Vasconcellos-Neto, 2003). Esto probablemente se encuentra relacionado con la metodología de elevación de la temperatura a una tasa de 5 °C por minuto, sin mantener a las arañas por tiempo prolongado a temperaturas elevadas.

El polígono de tolerancia térmica es una representación del nicho térmico fundamental de ambas especies. Mientras mayor sea el área, mayor es el rango de tolerancia térmica de las especies (Beitinger y Wayne, 2000; Beitinger, 2005; Calosi et al., 2008). El área de *S. globula* fue 471,2 °C<sup>2</sup> y la de *L. laeta* fue 524,9 °C<sup>2</sup> con una sobreposición de un 89,77%, lo que es consistente con la sobreposición del nicho estimada a través de las temperaturas preferidas, representando estas últimas el nicho realizado ( Hutchinson, 1965).

Las temperaturas críticas superiores de *L. laeta* no variaron con la aclimatación, mientras que las temperaturas críticas superiores de *S. globula* descendieron levemente. En cambio las temperaturas críticas inferiores de ambas especies fueron más altas cuando estas fueron aclimatadas a temperaturas superiores. Aunque se ha documentado que las temperaturas de aclimatación no afectarían las tolerancias térmicas de las arañas araneomorfas (Licosidae) y migalomorfas (Sevacherian y Lowrie, 1972; Seymour y Vinegar, 1973), estudios actuales han documentado aclimatación en las temperaturas preferidas en la mygalomorfa *P. parvula* (Alfaro et al., 2012) y nuestro estudio muestra

aclimatación de las temperaturas críticas inferiores en ambas especies de araneomorfos. Nuestros resultados coinciden con lo documentado para límites letales en insectos, donde la variación en los límites letales superiores es mucho menor que la variación en los límites letales inferiores (Addo-Bediako et al., 2000). Al respecto se ha propuesto que las respuestas al calentamiento y al enfriamiento obedecerían a mecanismos diferentes y estarían desacoplados (Chen et al., 1990; Gaston y Chown, 1999; Addo-Bediako et al., 2000; Hercus et al., 2000; Kimura, 2004; Deere et al., 2006; Chown y Nicolson, 2004; Ragland y Kingsolver, 2008, Boher et al., 2010).

## **2. Tolerancia hídrica**

Las estrategias de pérdida de agua en arañas puede ser parte de un conjunto de adaptaciones fisiológicas para tolerar ambientes impredecibles (McNab, 2002). La desecación es un significativo estrés para los artrópodos terrestres y se han propuesto numerosos mecanismos para aumentar la tolerancia a la desecación. Entre ellos, i) reducción en la tasa de pérdida de agua, ii) aumento del contenido de agua, iii) aumentos en la tolerancia a la desecación (Gibbs et al., 1997; Bazinet et al., 2010). Por ejemplo, en insectos, se ha propuesto que la pérdida de agua respiratoria puede ser reducida controlando los patrones respiratorios (Chown, 2002; White et al., 2007) y que la pérdida de agua cuticular puede ser controlada por variaciones en la permeabilidad o en los lípidos epicuticulares (Gibbs, 2002). El agua contenida puede ser incrementada, aumentando el volumen de hemolinfa (Hadley, 1994) o por acumulación de glicógeno (Gibbs, 2002). Los mecanismos que determinan la tolerancia a la pérdida de agua no están bien comprendidos, aunque se ha propuesto un rol de la trehalosa y de las proteínas de shock térmico en la protección celular del organismo que sobrevive perdiendo grandes cantidades de agua (Watanabe, 2006; Benoit et al., 2010). También se ha propuesto que las diapausas fotoperiódicas pueden aumentar la resistencia a la



deseccación en insectos. Por ejemplo, en *Aedes albopictus* los huevos en diapausa tienen un 33% más hidratos de carbono y la mitad de la pérdida de agua que los huevos que no están en diapausa (Benoit et al., 2010). Algunos trabajos han estudiado la relación entre pérdida de agua y el ambiente en que viven las especies (Vollmer y Mac Mahon, 1974; Edney, 1977; Hadley et al., 1981; Hadley y quinlan, 1989). Así por ejemplo Hadley y colaboradores (1989) sugirieron que la baja tasa de evaporación en la viuda negra (*Latrodectus heperus*) le permitió invadir hábitats desérticos en Norteamérica.

La tolerancia a la desecación tiene una relación estricta con el microhabitat en que viven las arañas (Vollmer y McMahan, 1974; De Vito y Formarowics, 2003; De Vito et al., 2004). Por ejemplo De Vito y colaboradores (2004) compararon la tolerancia al estrés térmico y a la desecación en tres especies de arañas lobo (Lycosidae) *Pirata sedentarius*, *Pardosa lapidicina* y *Pardosa fuscata* y las correlacionaron con el microhabitat de cada especie, encontrando que *P. sedentarius* tiene una menor tolerancia a la desecación y se encuentra entonces más restringida a la cercanía del agua que las dos especies de *Pardosa*.

Nuestros resultados muestran que *L. laeta* y *S. globula* tienen una tolerancia similar a la desecación. Tanto la pérdida de agua, los días de sobrevivencia, la tolerancia a la desecación y la tasa de pérdida de agua masa específica fueron similares en ambas arañas. La pérdida crítica de agua, que en definitiva resultó mortal para las arañas ya que no se pudieron recuperar fue de  $22,5 \pm 15,4$  % en *S. globula* y  $29,1 \pm 11,2$  % en *L. laeta*, valores mayores a lo documentado para otras arañas araneomorfas, en las que se han documentado pérdidas letales de agua entre el 16 y 26% (Nentwig, 1987). Esta gran tolerancia podría ser una adaptación a ambientes xéricos caracterizados por veranos secos y de alta temperatura con variaciones de más de 6 °C en verano e invierno (Van Wambeke y Luzio, 1982). Por ejemplo en Chile se ha documentado este tipo de régimen para Santiago y sus alrededores con temperaturas medias de suelos de alrededor de

22 °C y en el interior de casas en La Pintana se han documentado promedios de humedad de  $61,0 \pm 2,3\%$  y temperaturas de  $15,0 \text{ °C} \pm 0,6 \text{ °C}$  en el interior de las casas (Cáceres et al., 2001). En este sentido las arañas estudiadas tienen una gran y similar tolerancia a la desecación lo que les permitiría compartir microhábitats similares en regímenes xéricos.

Ambas arañas presentaron un aumento progresivo de la tasa de pérdida de agua en función del tiempo de exposición en ambiente seco. Esto puede ser explicado por una baja progresiva en la eficiencia de los mecanismos fisiológicos que evitan la pérdida de agua. De las tres fuentes de pérdida de agua en arañas: cuticular, respiratoria y líquida (por secreción o excreción) (Nentwig, 1987) la pérdida cuticular es la más importante (Nentwig 1987; Figueroa et al., 2010; Canals et al., 2011) y la más probable causa del aumento en la tasa de pérdida de agua. Las arañas con el paso del tiempo en la cámara seca se van volviendo más y más sensibles a la pérdida y es probable que el metabolismo se vaya deprimiendo con la consiguiente menor pérdida de agua respiratoria. El volumen de agua fue disminuyendo lo que hace improbable la pérdida por secreción o excreción. De manera que probablemente con la desecación se haya ido alterando la permeabilidad cuticular acelerando el proceso de pérdida de agua.

Así, en resumen *L. laeta* y *S. globula* tanto desde el punto de vista térmico como de la tolerancia a la desecación presentan características muy similares. El nicho térmico realizado, medido a través de las temperaturas preferidas, y el nicho térmico fundamental estimado a través de las tolerancias máximas, muestran gran sobreposición. También la tolerancia a la desecación fue muy similar. Esto en parte era un hecho esperado ya que ambas especies comparten el hábitat y son arañas muy habituales en microambientes domésticos de la zona central de Chile. Sin embargo, estas características implican que sus elecciones de microhábitat son también muy similares, lo que indica una alta probabilidad de encuentro, posibilitando la interacción de depredación.

Las similitudes en las preferencias y la capacidad de tolerar condiciones extremas, permiten afirmar que *L. laeta* y *S. globula* comparten el microhabitat y proponer una potencial interacción de tipo depredador- presa entre ambas especies, siendo *S. globula* un potencial depredador de *L. laeta*. Para corroborar fehacientemente dicha interacción es necesario continuar con estudios conductuales , que permitan observar que es lo que ocurre cuando se les confronta en un montaje bajo condiciones ambientales controladas , para posteriormente realizar una estudio a nivel de control de las poblaciones de *L. laeta* por parte de *S. globula*.

## BIBLIOGRAFIA

- ADES C RAMIRES (2002). Asymmetry of leg use during prey handling in the spider *Scytodes globula* (Scytodidae). *Journal Insect Behavior*, 15(4): 563-570
- ADDO-BEDIAKO A, CHOWN S & GASTON K (2000). Thermal tolerance, climatic variability and latitude. *Proc. R. Soc. Lond. B*, 267: 739-745
- ALFARO CARMEN, FIGUEROA DANIENA, TORRES HUG, VELOSO CLAUDIO , VENEGAS FANNY , CANALS LUCIA & CANALS MAURICIO (2012). Effect of thermal acclimation on preferred temperatures in two mygalomorph spiders inhabiting contrasting habitats. *Physiological Entomology*, 38; 20-25
- ANGILLETTA M, NIEWIAROWSKI P, NAVAS C (2002). The evolution of thermal physiology in ectotherms. *Journal of Thermal Biology*, 249-268
- ARAUJO D, RHEIMS A, BRESCOVIT D & CELLA D (2008). Extreme degree of chromosome number variability in species of the spider genus *Scytodes* (Araneae, Haplogynae, Scytodidae) 46: 89-95
- BAZINET A, MARSHALL K , MACMILLAN H , WILLIAM C & SINCLAIR B (2010). Rapid changes in desiccation resistance in *Drosophila melanogaster* are facilitated by changes in cuticular permeability. *J. Insect Physiol*, 56: 2006-2012.
- BEITINGER THOMAS & BENNETTA WAYNE (2000). Quantification of the role of acclimation temperature in temperature tolerance of fishes *Environmental Biology of Fishes*, 58: 277-288.
- BEITINGER & CORTEMEGLIA C ( 2005). The upper and lower thermal tolerances of wildtype and transgenic zebra danios *Danio rerio*, American Fisheries Society Texas Chapter annual meeting. Grapevine, Texas.
- BOHER F, GODOY-HERRERA, BOZINOVIC F (2010). The interplay between thermal tolerance and life-history is associated with the biogeography of *Drosophila* species. *Evol. Ecol. Res*, 12: 1-14.
- BOWDEN K (1991). The evolution of sociality in the spitting spider *Scytodes fusca* (Araneae, Scytodidae)—evidence from observations of intraspecific interactions. *J. Zool*, 223: 161- 172.
- CALOSI P, BILTON D, SPICER J (2008). Thermal tolerance, acclimatory capacity and vulnerability to global climate change. *Biology Letters*, 4(1):99-102.
- CANALS M. , CASANUEVA ME & AGUILERA M (2004). Cuales son las especies de arañas peligrosas en Chile?. *Revista Medica de Chile*, 132: 773-776.
- CANALS M, CASANUEVA ME & AGUILERA M(2008). Arañas y escorpiones. En *Zoología Médica II. Invertebrados*. (Canals M & Cattán PE Eds) Pp. 145-183. Editorial Universitaria, Santiago, Chile.

- CANALS M. , CASANUEVA ME & AGUILERA M (2004). Cuales son las especies de arañas peligrasas en Chile?. *Revista Medica de Chile*, 132: 773-776.
- CHEN C, RUO Y & CHUNG C Chen C.T (1990). Marine chemistry and sedimentation rate in the Philippine Sea. *Proceedings, Atomic Energy Council Conference*, Dec, 1-21
- CHOWN S, ADDO-BEDIAKO A, GASTON KJ (2002). Physiological variation in insects: large-scale patterns and their implications. *Comp. Biochem. Phys. B*, 131:587- 602.
- CHOWN S & NICOLSON (2004). *Insect Physiological Ecology: Mechanisms and Patterns*. Oxford University Press, 1-243
- CHOWN S & GASTON K (1999). Exploring links between physiology and ecology at macro-scales: the role of respiratory metabolism in insects. *Biol. Rev. Camb. Phil. Soc.*, 74:87-120.
- DEERE J.A., SINCALIR,B.J.,MARSHALL,D.J AND CHOWN,S.L (2006). Phenotypic plasticity of thermal tolerances in five oribatid mite species from sub-Antarctic Marion Island. *J. Ins. Physiol.*, 52: 693-700.
- DEVITO, J. & D.R. JR. FORMANOWICZ (2003). The effects of size, sex, and reproductive condition on thermal and desiccation streee in a riparian spider (*Pirata sedentarius*, Araneae, Lycosidae). *The Journal of Arachnology*, 31: 278-284.
- DEVITO J, MEIK J, GERON M, FORMANOWICA JR (2004). Physiological tolerances of three sympatric riparian wolf spiders (Araneae: Lycosidae) correspond with microhabitat distribution. *Canadian Journal of Zoology*, 82:1119-1125
- EDNEY R (1977). *Water balance in land arthropods* . Springer-Verlag, 9: 282
- FERNANDEZ D, RUZ L, TORO H (2002). Aspectos de la biología de *Scytodes globula* Nicolet, 1949 (Araneae : Scytodidae), un activo depredador de Chile Central. *Acta entomológica Chilena*, 17-25.
- FIGUEROA DP, SABAT P, TORRES-CONTRERAS H,VELOSO (2010). Participation of book lungs in evaporative water loss in *Paraphysa parvula*, a migalomorph spider from Chilean Andes. *Journal of Insect Physiology*, 56: 731-735
- FISHER ML VASCONCELLOS-NETO J (2003). Determination of the maximum and minimal lethal temperatures (LT50) for *Loxosceles intermedia* Mello-Leitao 1934 and *L. laeta* Nicolet 1849 (Araneae, Sicariidae). *J. Termal Biol* 28: 563-570.
- FOELIX RE (1996). *Biology of Spiders*. Oxford University Press.
- GALIANO M HALL M (1973). Datos adicionales sobre el ciclo vital de *Loxosceles laeta*. *Phycis C*, 32: 277-88
- GERTSCH WJ. (1967) The spider genus *Loxosceles* in South America (Araneae, Scytodidae). *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 136:117-174.

GIBBS A CHIPPINDALE K & ROSE R (1997). Physiological mechanisms of evolved desiccation resistance in *Drosophila melanogaster*. *Journal Exp Biol.* 200:1821-1832.

GILBERT C RAYOR LS. (1985) Predatory behavior of spitting spiders (Araneae, Scytodidae) and the evolution of prey wrapping *Journal Arachnology*, 13,231-241.

GERTSCH WJ & F ENNIK (1983) The spider genus *Loxosceles* in North America, Central America and the West Indies (Araneae, *Loxoscelidae*). *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 175: 264-360

HADLEY NF(1994). *Water relations of terrestrial arthropods*. Academic Press.

HADLEY, N.F., G.A. AHEARN & F.G. HOWARTH (1981). Water and metabolic relations of cave-adapted and epigeal lycosid spiders in Hawaii. *The Journal of Arachnology*, 9:215-222.

HADLEY, N.F. & M.C. QUINLAN(1989). Cuticular permeability of the black widow spider *Latrodectus Hesperus*. *Journal of Comparative Physiology*, 159:243-248.

HANNA, CH.J. & V.A. COBB (2007). Critical thermal maximum of the green lynx spider *Peucetia viridians* (Araneae, Oxyopidae). *The Journal of Arachnology*, 35:193-196.

HERCUS, M.J., BERRIGAN, D., BLOWS M.W., MAGIAFOGLOU, A AND HOFFMANN, A (2000). Resistance to temperature extremes between and within life cycle stages in *Drosophila serrata*, *D. birchii* and their hybrids: intraspecific and interspecific comparisons. *Biol. J. Linn. Soc*, 71:403-416.

HERTZ P, HUEY R & STEVENSON R (1993). Evaluating temperature regulation by field-active ectotherms: the fallacy of the inappropriate questions. *American Naturalist*, 142: 796-818.

HUMPHREYS, W.F (1987). Behavioral temperature regulation. pp.56-65. *In: Ecophysiology of spiders*. (W. Nentwig, ed.) Springer Verlag, Berlin.

HUTCHINSON GE (1965). The niche: an abstractly inhabited hypervolume. pp. 26-78. *In: The Ecological Theatre and the Evolutionary Play*, Yale University Press, New Haven.

HUTCHISON VH (1976). Factors influencing thermal tolerance of individual organisms. 10-26. *In: Esch & Mc Farlane Eds. Thermal ecology II US Nat Tech Inf Serv*. Springfield.

IANNACONE J & ALVARIÑO L(2007). Influencia de la aclimatación en la tolerancia a altas temperaturas del chanchito de la humedad *Porcellio laevis* ( isopoda: Porcellionidae) . *Biologist* ,5:60-64

KIMURA M (2004). Cold and heat tolerance of drosophilid flies with reference to their latitudinal distributions. *Oecología*, 140:442-449.

LEVI HW SPIELMAN A (1964). The biology and control of the south american brown spider *Loxosceles laeta* (Nicolet) in a north American focus, 132-136

LOWEIE D (1980). Starvation longevity of *Loxosceles laeta* (Nicolet) (Araneae). *Entomological News*, 91:130-132

LOPEZ J & BLE (2008). Modelo depredador-presa. *Revista de Ciencias Básicas UJAT*, 7:25-34.

MOEUR J & ERIKSEN C (1972). Metabolic responses to temperature of desert spider, *Lycosa* ( *Pardosa*) *carolinensis* ( *Lycosidae*). *Physiological Zoology*, 45: 290-301

PIANKA E (1974). Niche Overlap and Diffuse Competition. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 71: 2141-2145.

PARRA D, TORRES M, MORILLAS J & ESPINOZA P (2002). *Loxosceles laeta*, identificación y una Mirada bajo microscopía de barrido. *Parasitología Latinoamericana* 57:75-78.

PULZ, R (1987). Thermal and wáter relations. pp 26-55. *In* *Ecophysiology of spiders* (W. Nentwig, ed.). Springer-Verlag, Berlin.

RAGLAND G, KINGSOLVER J (2008). Evolution of thermotolerance in seasonal environments: The effects of annual temperature variation and life-history timing in *Wyeomyia smithii*. *Evolution*, 62: 1345-1357.

REYES H, I NOEMI & B GOTTLIEB (1991). Arácnidos y otros artrópodos ponzoñosos. En *Atías A* (ed): *Parasitología clínica*: 553-565. Mediterraneo, Santiago, Chile.

SEVECHERIAN V & LOWRIE D (1972). Preferred temperatura of two species of lycosid spiders, *Pardosa sierra* and *P. ramulosa*. *Annals of the Entomological Society of America*, 65:111-114

SCHENONE H (2003). Cuadros tóxicos producidos por mordedura de araña en Chile: latrodectismo y loxoscelismo. *Revista Médica de Chile*, 131:437-444.

SCHENONE H (1998). Loxoscelismo cutáneo de predominio edematoso. *Boletín Chileno de parasitología*, 53: 78-83.

SCHENONE H RUBIO S SAAVEDRA T ROJAS A (2001). Loxoscelismo en pediatría: Region metropolitana, Chile *Rev Chil Pediatr* doi: 10.4067/S0370-41062001000200004

SCHENONE H, LETONJA T (1975). Notas sobre la biología y distribución geográfica de las arañas del género *Loxosceles*. *Bol Chil Parasitol*, 30:27-9.

SCHMALHOFER, V.R (1999). Thermal tolerances and preferences of the crab spiders *Misumenops asperatus* and *Misumenops formosipes* (Araneae, Thomisidae). *The Journal of Arachnology*, 27:470-480.

URBANSKI J, BENOIT J & MICHAUD R ( 2010). The molecular physiology of increased egg desiccation resistance during diapause in the invasive mosquito, *Aedes albopictus* Proc. R. Soc. B ,277: 2683-2692.

VETTER RICHAR (2008). Spiders of the genus *Loxosceles* (Araneae, Sicariidae): a review of biological, medical and psychological aspects regarding envenomations The Journal of Arachnology, 36:150–163.

VOLLMER A, MACMAHON J (1974). Comparative water relations of five species of spiders from different habitats. Comp Biochem Physiol , 1;47(2):753-65

WHITE E, MORGAN E , KERKHOFF & ENQUISTE B (2007). Relationships between body size and abundance in ecology. Ecology and Evolution, 8:323-330

ZAMBRANO A, GONZALEZ C & CALLEJAS G ( 2005 ). Desenlace fatal por loxoscelismo cutáneo visceral. Rev Méd Chile 2005, 133:219-223