

Análisis de la actividad locomotora diaria de *Acanthogonatus tacuariensis* (Araneae, Nemesiidae)

R. M. Capocasale & L. Lavarello

Capocasale, R. M. & Lavarello, L., 1999. Análisis de la actividad locomotora diaria de *Acanthogonatus tacuariensis* (Araneae, Nemesiidae). *Misc. Zool.*, 22.2: 1-9.

Analysis of the daily locomotor activity of Acanthogonatus tacuariensis (Araneae, Nemesiidae).— The daily locomotor activity of *Acanthogonatus tacuariensis* was investigated by means of an actograph apparatus. Twenty-one adult specimens (13 males and eight females) were monitored over 2,352 hours in the course of one year. The covariance analysis indicated neither significant statistical difference between specimens in the daily locomotor activity nor statistical difference between sexes. Statistical analysis of three variables was performed: duration of daily locomotor activity (hours), relation between hourly locomotor activity in darkness and in daylight and daily number of events occurring during the locomotor activity. Results suggest a possible association between daily mean temperature and the studied variables.

Key words: Araneae, *Acanthogonatus tacuariensis*, Daily locomotor activity, Chronobiology, Uruguay.

(*Rebut: 2 III 98; Acceptació condicional: 16 VIII 99; Acc. definitiva: 5 X 99*)

Roberto M. Capocasale, *Ins. de Investigaciones Biológicas Clemente Estable, Ave. Italia 3318, 11600 Montevideo, Uruguay (Uruguay).*— Luis Lavarello, *Fac. de Veterinaria, Ins. de Biociencias Veterinarias, Ave. Lasplacas 1550, 11600 Montevideo, Uruguay (Uruguay).*

E-mail: rmc@iibce.edu.uy

Esta investigación fue realizada gracias a la ayuda económica dada a uno de los autores (RMC) por Exline-Frizzell Fund for Arachnological Research.

Introducción

Acanthogonatus tacuariensis (Pérez & Capocasale) es una araña migalomorfa de la familia Nemesiidae de tamaño mediano; la longitud media del cuerpo en los machos es 17 mm y la de las hembras 28 mm, excluidas las patas. Generalmente vive bajo piedras. Allí, las hembras construyen tubos de telaraña dentro de los cuales permanecen casi la mayor parte de su vida sin salir al exterior (CAPOCASALE & PÉREZ, 1990). Los machos adultos también viven bajo piedras pero no construyen dichos tubos pudiendo ser vistos caminando en el campo.

Las observaciones de los animales criados en el laboratorio indicaron que esta especie realiza su actividad locomotora diaria, principalmente durante el periodo en el cual no hay luz y además, que ante la luz artificial permanece inmóvil.

Se sabe que las arañas del género *Lycosa* son sensibles a la luz ultravioleta y zonas azules del espectro, inmovilizándolas (SCHLEGTENDAL, 1934; DE VOE, 1972) pero no se tiene información de que eso ocurra con *A. tacuariensis* aunque es probable que así sea.

De acuerdo a lo que antecede, si se quiere saber cuál es la actividad locomotora diaria de las hembras, es imprescindible destruir el tubo de telaraña donde se alojan y hacer las observaciones con un nivel de luz bajísimo.

Estudios preliminares realizados en machos y hembras observados simultáneamente, sugirieron una doble actividad locomotora diaria, cada una asociada a un sexo; esto parecía reforzarse con el análisis visual de los actogramas obtenidos, los cuales también parecían indicar diferencias en dicha actividad.

Comprobar con más rigor lo anterior con las técnicas acostumbradas en estos estudios es prácticamente imposible, ya que las cámaras de video y la luz artificial o la infrarroja no pueden emplearse. Por esa razón, para hacer este estudio se construyó un actógrafo, considerando que a pesar de sus limitaciones era el aparato que mejor atendía los límites del problema enunciado más arriba.

Esta investigación se centró exclusivamente en lograr dos objetivos: reconocer la actividad locomotora diaria desarrollada por la especie en un ambiente natural, donde los factores atmosféricos (temperatura, humedad

relativa y luz) varían como en el ambiente natural donde viven los animales, y saber si existe o no alguna asociación entre el factor temperatura (como variable indicadora de la variación estacional) y la actividad locomotora diaria.

Material y métodos

En este estudio se utilizaron 21 ejemplares adultos (13 machos y ocho hembras) de *A. tacuariensis* procedentes de la localidad topotípica (Uruguay, C. Largo, Tacuari), los cuales una vez terminado el estudio fueron depositados en la Colección de Arácnidos del Museo Nacional de Historia Natural de Montevideo.

En el laboratorio los animales fueron alimentados dos veces por semana con larvas de *Tenebrio* sp. (Coleoptera) y juveniles de *Blaptica* sp. (Orthoptera). El agua se les proporcionó diariamente por medio de un algodón húmedo, inclusive mientras fueron registrados.

Para realizar esta investigación se construyó un actógrafo especialmente diseñado para el caso, de acuerdo con las especificaciones dadas en CAPOCASALE (1995). En la figura 1 se muestran esquemas de los sistemas actográficos utilizados y dónde se ubicaron los animales experimentados.

Los sistemas transformador y registrador fueron ubicados en el interior de un cuarto. Un grupo de cuatro sistemas receptores fue ubicado en el exterior de ese local, a la sombra, debajo de techo y protegidos de las corrientes de aire y de la lluvia, para que dichos factores atmosféricos no afectaran su extrema sensibilidad. Como fue explicado en CAPOCASALE (1995) fue necesario, diariamente y cuando el animal no tenía actividad, retirar la telaraña que la araña depositaba en el cilindro móvil del sistema receptor, ya que lo inmovilizaba. Esto no invalidó la efectividad del aparato ni trastornó, en absoluto, la actividad locomotora de los animales.

Observaciones preliminares con los animales dentro del sistema receptor, hechas con luz artificial y a solo tres luxes de intensidad, permitieron calibrar el aparato y saber qué informaban los actogramas obtenidos (fig. 1c).

En el lugar donde se ubicaron los sistemas receptores, cada 24 horas, se registró la

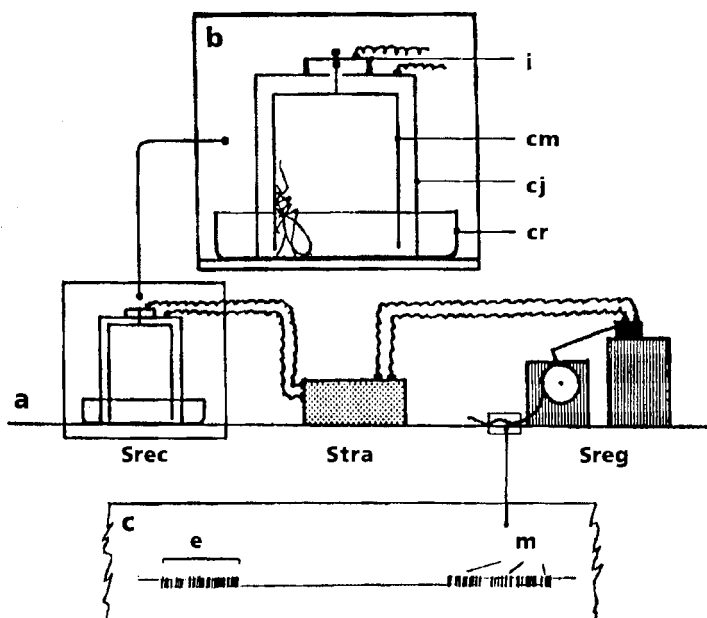


Fig. 1. a. Esquema de los sistemas utilizados en el estudio de la actividad locomotora de *A. tacuariensis*: Srec. Componentes del sistema receptor; Stra. Sistema transformador; Sreg. Sistema registrador. b. Componentes del sistema receptor: i. Interruptor; cm. Cilindro móvil; cj. Cilindro jaula; cr. Cristalizador. c. Información dada por un actograma: e. Eventos; m. Movimiento o actividad locomotora (AL).

Diagram of the systems used in the study of the locomotor activity of A. tacuariensis: Srec. Receiver system components; Stra. Transformer system; Sreg. Recording system. b. Receiver system components: i. Switch; cm. Mobile cylinder; cj. Jail Cage; cr. Crystalizer. c. Information provided by an actogram: e. Events; m. Movement or locomotor activity (AL).

temperatura y el fotoperiodo (puesta y salida del sol) ($\bar{x} = L14:D10$).

La temperatura se midió con un termómetro de máxima-mínima (precisión 1°C).

El porcentaje de humedad relativa no se consideró porque los animales, en el ambiente natural, tienen un porcentaje de humedad relativa más o menos estable y diferente al que tenían dentro del sistema receptor. Además, el microclima, dentro del sistema receptor, se vio afectado por el aumento de tensión de vapor de agua producido por el algodón húmedo que se puso para proporcionar agua durante el experimento.

El periodo de oscuridad se midió con un fotómetro Instel (LX-101, precisión 5%) considerándose oscuridad total cuando el aparato

indicó cero. Para saber a qué hora se inició el periodo de luz, se tomó el momento en el cual el aparato indicó el primer dígito distinto de cero. La expresión actividad locomotora (AL) se utilizó como sinónimo de movimiento. Conjuntamente con el tiempo fueron los únicos dos datos que informó el actógrafo. Actividad locomotora diaria (ALD) es el total de movimiento, en horas, realizado por el animal en un periodo de 24 horas. El término evento (E) (= racha) define una secuencia ininterrumpida de movimiento cuya duración es menor de 24 horas. Ambos tipos de actividad se distinguen por su duración. En la figura 1c se muestra un esquema de una porción de un actograma y cómo en él, se materializan los eventos. Como el número de días registrados en cada mes

fue bajo, la variación diaria del fotoperiodo fue prácticamente nula. Por esa razón la duración (inicio y fin) del fotoperiodo se consideró constante dentro de cada mes.

El experimento cubrió un total de 2.352 horas en el curso de 12 meses consecutivos. En cada mes fueron registrados entre dos y siete ejemplares elegidos al azar, obteniéndose en total 284 actogramas. No se realizaron registros durante 20 días entre observaciones consecutivas para cada individuo (periodo de descanso), ni durante los primeros cinco días que permaneció dentro del cilindro móvil, del sistema receptor (periodo de habituación).

En la tabla 1 se da la cantidad de ejemplares registrados cada mes, pudiéndose observar cómo la muestra se vio afectada por la mortalidad, particularmente en los machos (marzo, abril, octubre, noviembre). El diseño experimental quedó así desequilibrado, presentando medidas repetidas sobre un mismo sujeto a intervalos irregulares. En la tabla 2 se muestra la frecuencia con que fue utilizada cada espécimen.

Las variables estudiadas estadísticamente

Tabla 1. Cantidad de ejemplares de *A. tacuariensis* registrados en cada mes.
Quantity of A. tacuariensis specimens recorded each month.

Meses	♂	♀	Total
I	3	2	5
II	2	6	8
III	0	6	6
IV	0	6	6
V	4	7	11
VI	4	7	11
VII	4	3	7
VIII	4	4	8
IX	2	7	9
X	1	7	8
XI	1	5	6
XII	4	6	10

fueron: (a) duración, en horas, de la actividad locomotora diaria (DALD); (b) cociente de la media horaria de la actividad locomotora desarrollada durante el periodo de oscuridad (MHALO) sobre la media horaria de la actividad locomotora diaria (MHALD); y (c) número de eventos realizados durante la actividad locomotora diaria (NEALD).

Las medias mensuales de las temperaturas medias diarias de (TMD), así como sus valores extremos, se presentan en la figura 2.

Para cada variable se representaron gráficamente las medias mensuales y sus respectivos errores estándar y se hizo un análisis de

Tabla 2. Número de veces registrados cada ejemplar de *A. tacuariensis*.
Number of times each specimens of A. tacuariensis was recorded.

Ejemplar	Sexo	Frecuencia
27	♂	3
26	♂	3
8	♂	6
13	♂	3
183	♂	17
182	♂	12
184	♂	15
185	♂	12
9	♂	3
29	♂	3
47	♂	3
88	♂	2
89	♂	4
6	♀	31
16	♀	5
5	♀	30
20	♀	30
22	♀	30
7	♀	33
1007	♀	21
81	♀	18

covarianza jeràrquico con la temperatura media como covariable y el sexo como factor de clasificación. Dado que las características mencionadas más arriba (desbalance, medidas repetidas) del diseño podían afectar negativamente los resultados del análisis, se realizó un análisis de covarianza simple con la misma covariable y el individuo (IDENT) como factor de clasificación, con finalidad confirmatoria. Los tests se efectuaron en todos los casos a nivel de significación $\alpha = 0.05$.

Resultados

En la figura 3 se muestra que el nivel de duración de la actividad locomotora diaria (DALD) de *A. tacuariensis* tiene tendencia significativa a aumentar o disminuir de acuerdo a la temperatura media diaria (TMD). En la tabla 3 se observa que la variable referida (DALD) no presenta asociación estadísticamente significativa ni con los individuos ni con el sexo.

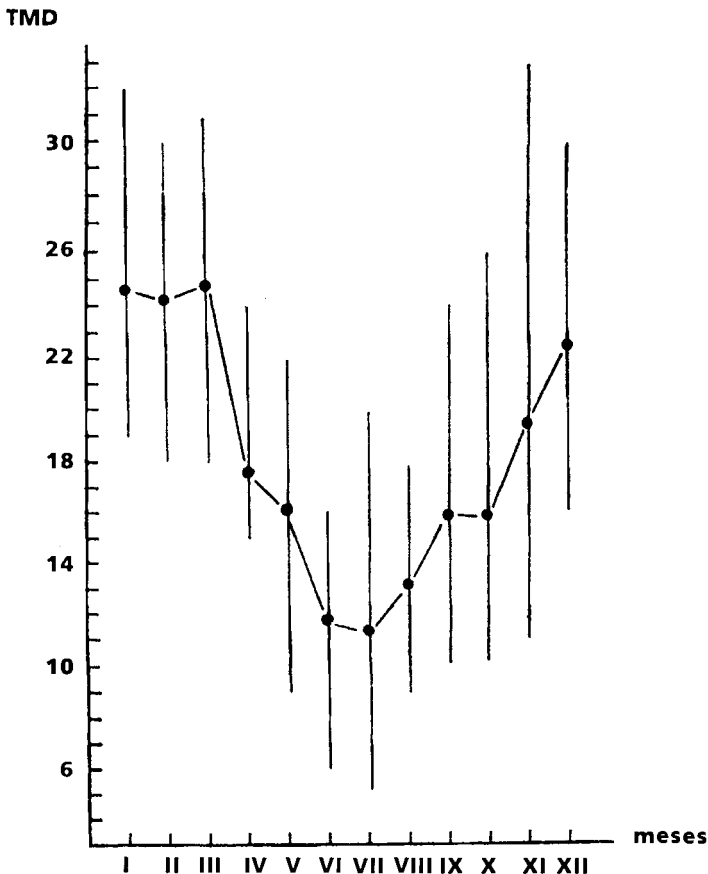


Fig. 2. Promedios mensuales y valores máximos y mínimos de temperaturas medias diarias (TMD) durante el periodo que se hizo el estudio de la actividad locomotora diaria (ALD) de *A. tacuariensis*.

*Monthly means and maximum and minimum values of daily mean temperatures (TMD) recorded during the period in which the daily locomotor activity (ALD) study of *A. tacuariensis* was performed.*

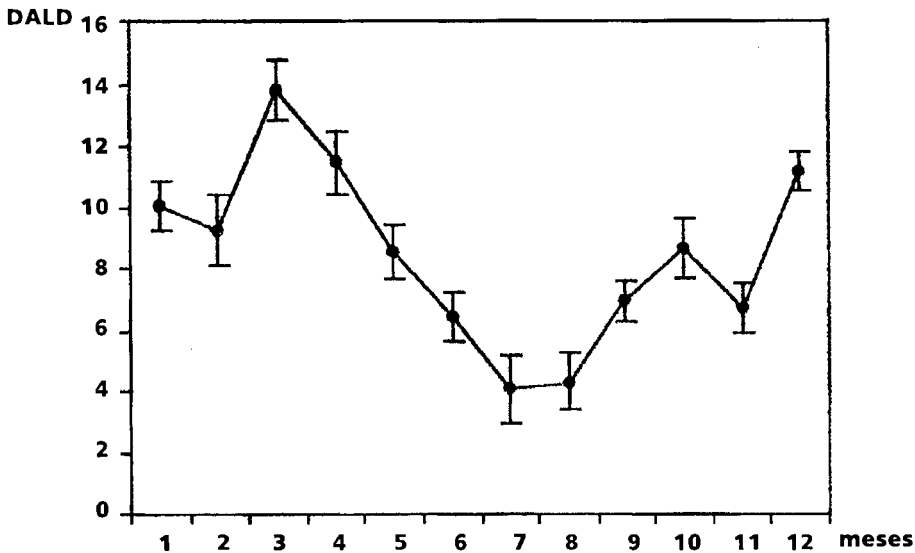


Fig. 3. Medias mensuales (\pm error estándar) de la duración de la actividad locomotora diaria (DALD) (horas) de *A. tacuariensis*.

Monthly means (\pm standard error) of daily locomotor activity duration (DALD) (hours) of *A. tacuariensis*.

En la figura 4 se ve que la relación entre la actividad locomotora diaria durante el periodo de oscuridad (MHALO) y la actividad locomotora diaria (MHALD) de *A. tacuariensis* disminuye a partir del mes de marzo, manteniéndose relativamente estable hasta el mes de agosto. A partir de dicho mes aumenta nuevamente sin alcanzar los valores del mes de enero. En la tabla 3 se observa que la variable referida (MHALO/MHALD) presenta asociación estadísticamente significativa con la temperatura media diaria (TMD). En cambio dicha variable no está asociada significativamente ni con los individuos ni con el sexo.

En la figura 5 se muestra que el número de eventos de la actividad locomotora diaria (NEALD) de *A. tacuariensis* durante el periodo comprendido entre enero y mayo presenta una tendencia significativa a aumentar. Entre mayo-agosto el periodo es de muy bajo nivel de actividad. Entre agosto-octubre aumenta la actividad, para disminuir significativamente en noviembre, y en diciembre alcanzar su máximo nivel de aumento. En la tabla 3 se observa que la variable

referida (NEALD) está asociada estadísticamente a la temperatura media diaria (TMD) y no presenta asociación significativa ni con los individuos ni con el sexo.

Discusión

Prácticamente todos los estudios en Araneae, realizados con actógrafos fueron hechos en ambientes artificiales donde, generalmente, los factores atmosféricos se controlaron experimentalmente (CLOUDSLEY-THOMPSON, 1978, 1987). Si bien existen trabajos que informen sobre la actividad locomotora de las arañas realizados con aparatos actográficos, ni el diseño de esos aparatos ni las especies investigadas son los mismos que los utilizados en esta investigación. Esas razones inhiben hacer comparaciones con cualquier otro estudio anterior referido en la bibliografía.

Es obligatorio hacer un breve comentario sobre las técnicas actográficas en general utilizadas en este tipo de estudios. Los actógrafos, ya sean mecánicos, electrónicos

MHALO / MHALD

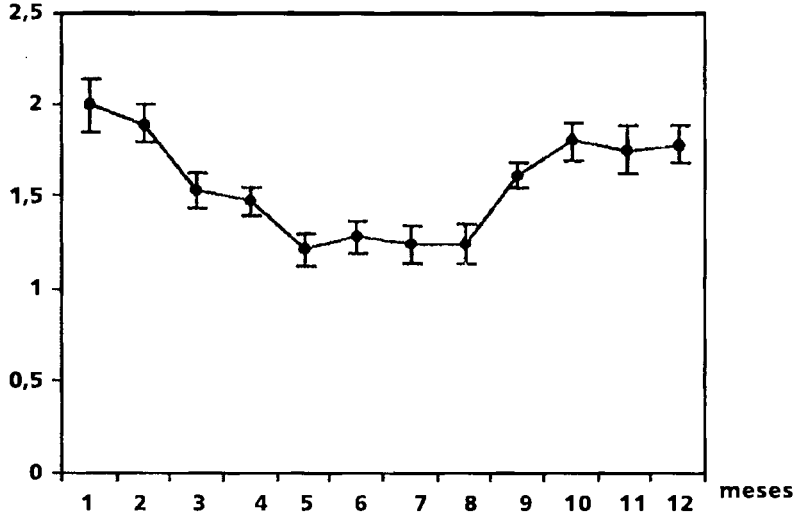


Fig. 4. Medias mensuales (\pm error estándar) de la relación entre la actividad locomotora durante el periodo de oscuridad (MHALO) y la actividad locomotora diaria (MHALD) de *A. tuacuariensis*.

Monthly means (\pm standard error) of relation between daylight (MHALD) and darkness locomotor activity (MHALO) of *A. tuacuariensis*.

NEALD

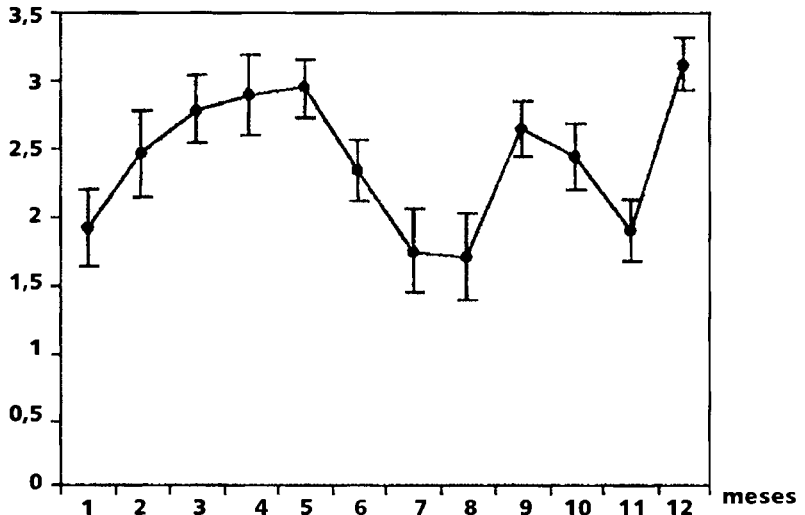


Fig. 5. Medias mensuales (\pm error estándar) del número de eventos de la actividad locomotora diaria (NEALD) de *A. tuacuariensis*.

Monthly means (\pm standard error) of the number of daily locomotor activity events (NEALD) of *A. tuacuariensis*.

Tabla 3. Análisis de covarianza jerárquico de duración de la actividad locomotora diaria (DALD), cociente de la media horaria de la actividad locomotora diaria durante el periodo de oscuridad (MHALO) sobre la media horaria de actividad locomotora diaria (MHALD) y número de eventos (E) de *A. tacuariensis* versus temperatura media diaria (TMD), individuos observados y sexo: GL. Grados de libertad; n = 284 observaciones.

Hierarchical covariance analysis of daily locomotor activity duration (DALD), quotient of the locomotor activity hourly means during darkness (MHALO) on the hourly means of daily locomotor activity (MHALD) and number of events (E) of A. tacuariensis versus daily mean temperature (TMD), specimens observed and sex: GL. Degrees of freedom; n = 284 observations.

	F	GL	P
Fuente de variación			
DALD			
Temperatura	68,93	1	0,000
Individuos	1,25	20	0,211
Sexo	0,84	1	0,381
MHALO / MHALD			
Temperatura	44,56	1	0,000
Individuos	0,99	20	0,479
Sexo	0,32	1	0,584
E			
Temperatura	6,09	1	0,014
Individuos	0,68	20	0,846
Sexo	0,15	1	0,707

o combinando ambos, no dan toda la información que a veces se desea. Sin embargo, esa información parcial, desde el enfoque cronobiológico, es precisa y significativa.

El actógrafo diseñado para este estudio, a pesar de tener las limitaciones que tienen todos los actógrafos similares, permitió obte-

ner una información que hizo que *A. tacuariensis* dejara de ser una especie cuyo comportamiento se califique como críptico.

Los resultados obtenidos con este estudio se pueden analizar desde diferentes enfoques: desde el punto de vista taxonómico, el comprobar que las variables estudiadas no se asocian ni con el sexo ni con los individuos, abre la posibilidad de que esas variables puedan ser elegidas como verdaderos caracteres etológicos, para separar taxones; lamentablemente no existen estudios de este tipo en otras especies del género como para comparar o verificar ese supuesto. Desde el punto de vista cronobiológico, una vez más las variables estudiadas y su asociación estadística significativa con el mes (el cual está representado por la temperatura media diaria) es una información interesante que hasta el momento tampoco se sabía sobre esta especie. Finalmente, en términos de comportamiento ecológico, los resultados obtenidos sobre *A. tacuariensis* con esta investigación indican que existe una asociación de la actividad locomotora diaria con la temperatura; dichos resultados de alguna manera, no necesariamente causal, dan una explicación sobre la variación de la actividad de la especie en el medio natural donde vive; es necesario destacar que no se debe ser categórico en este tema ya que la temperatura forma un sistema extremadamente compacto con otros factores abióticos como la humedad relativa, la luz, la tensión de vapor, la velocidad de las corrientes de aire, etc., y que no se puede separar en el medio natural sin afectar los otros factores.

Agradecimientos

A los Drs. C. Dondale y J. Ortega Escobar por las sugerencias y comentarios hechos en las primeras versiones del manuscrito de este artículo.

Referencias

- CAPOCASALE, R. M., 1995. Un actógrafo para estudiar la actividad del comportamiento locomotor y de evasión en las arañas que viven en el suelo. *Aracnología Supl.*, 10: 1-6.

- CAPOCASALE, R. M. & PÉREZ, F., 1990. Behavioural Ecology of *Acanthogonatus tacuariensis* (Pérez & Capocasale) (Araneae, Nemesiidae). *Stud. Neotrop. Fauna Environ.*, 25: 41-47.
- CLOUDSLEY-THOMPSON, J. L., 1978. Biological Clocks in Arachnida. *Bull. British arachnol. Soc.*, 4: 184-191.
- 1987. The Biorhythms of Spiders. In: *Ecophysiology of Spiders: 371-389* (W. Nentwig, Ed.). Springer-Verlag, Berlin.
- DE VOE, R. D., 1972. Dual sensitivities of cells in wolf spiders eyes. *Physiol.*, 59: 247-269.
- SCHLEGTENDAL, A., 1934. Beitrag zum Farbsinn der Arthropoden. *Zeits. ver. Physiol.*, 20: 545-581.
-