

## Talampaya, La Rioja, Argentina.

Peñaloza O. A. (1); Corronca, J. (2); Balzarini, M. (3).

### Description of epigean arthropods in two environments Talampaya National Park, La Rioja, Argentina.

---

#### Abstract

This Project studies the biodiversity composition of epigean arthropods in two habitats of the Talampaya, National Park, La Rioja, Argentina. The two studied habitats are different in the composition and vegetational structure. The habitats were designed as follow: "Site A": poor in organic matter with scarce development and structure of the soil; "Site B": is structured soil with more floristic richness.

The diversity of the epigean arthropods was considered using pit-fall trapping that gives good information about diversity of the epigean arthropods. Twenty pit-fall traps were put on each site according with the follow design: 4 traps arranged into 5 rows, separated each trap by 5 meters considering this distance between the rows and the traps. The traps were filled with a water solution with drops of detergent. The traps were active during 2 days on each season during one year, and revised three times by day: between 8:00-10:00AM; 2:00-4:00PM and 6:00-8:00PM. The statistical analysis was carried out using the software InfoStat 2004.

Two thousand three hundred and eighty five epigean arthropods of 15 orders were collected at the Talampaya National Park. Both studied sites were different in the epigean arthropod composition community in species diversity, maybe this will be relationship with the variation of the vegetation structure and the soil composition of each sites. According with them, both habitats are important to conserve in the Talampaya National Park, La Rioja (Argentina), because the have a complementary fauna.

**Key word:** Biodiversity, epigean, Talampaya, La Rioja

---

#### Resumen

Este proyecto estudia la biodiversidad y la composición de los artrópodos epigeos en dos ambientes aparentemente diferentes en cuanto a estructura y composición de la vegetación en el Parque Nacional Talampaya, La Rioja, Argentina. Los hábitat fueron designados como: "Sitio A" (pobre en materia orgánica con escaso desarrollo y estructura del suelo); y el "Sitio B" (con suelo estructurado con mayor riqueza florística).

La diversidad fue considerada usando trampas de caída que proveen buena información sobre la diversidad de los artrópodos epigeos. Veinte trampas de caída fueron colocadas en cada sitio de acuerdo con el siguiente diseño: 4 trampas dispuestas en 5 filas, separadas cada trampa por 5 metros, considerando esta distancia entre las filas y las trampas. Las trampas fueron llenadas con una solución de agua y gotas de detergente, y estuvieron activas durante 2 días en cada estación a lo largo de un año, siendo revisadas tres veces al día: entre las 8:00-10:00AM; 2:00-4:00PM y 6:00-8:00PM. Los análisis estadísticos fueron realizados por medio del software InfoStat 2004.

Dos mil trescientos ochenta y cinco artrópodos fueron colectados en el Parque Nacional Talampaya, correspondiente a 15 órdenes. Ambos sitios estudiados fueron diferentes en la composición de artrópodos epigeos en cuanto a la diversidad, posiblemente relacionado con la variación en la estructura de la vegetación y en la composición del suelo de cada sitio. De acuerdo con ello, ambos hábitats son importantes conservar en el Parque Nacional Talampaya, La Rioja (Argentina), debido a que ellos son complementarios en fauna.

**Palabras clave:** Biodiversidad, epigeos, Talampaya, La Rioja

---

(1) Cátedra de Zoología. Universidad Nacional de La Rioja. La Rioja C.P. 5300, [opealoza@yahoo.com.ar](mailto:opealoza@yahoo.com.ar)

(2) Catedra de Diversidad I. Universidad Nacional de Salta.

(3) Cátedra de Estadística. Universidad Nacional de Córdoba.

## Introducción

La biodiversidad se puede definir como la variedad y la variabilidad de los seres vivos y de los ecosistemas que integran. El tema de la diversidad biológica tiene varias vertientes, originadas en diferentes perspectivas: la conservación de genotipos, la invasión en áreas protegidas y la sustentabilidad de los ecosistemas (McKane, A., Alonso, D., and Solé, R.V. 2000). Conscientes de los problemas ambientales, muchas personas se preocupan por la contaminación, el efecto invernadero o el agujero de la capa de ozono estratosférico, pero no advierten el empobrecimiento de la biodiversidad en todas sus escalas. El desconocimiento de los componentes bióticos de un ecosistema impide el establecimiento de pautas básicas de manejo (Clements 1916). Es importante remarcar la necesidad de colecciones locales que sirvan como inventario de la biodiversidad local y como medio para documentar la pérdida de biodiversidad en ambientes específicos (Shaffer et al. 1997). Un problema, siempre presente en los estudios de diversidad es la delimitación de comunidades. Un modo de definir una comunidad es en base a características climáticas y/o características de las especies dominantes (delimitación física); otro es de acuerdo a su estructura taxonómica. La distribución de la abundancia entre las distintas especies de la comunidad se denomina equitatividad. Cuando hay una especie fuertemente dominante la equitatividad de la comunidad o del ecosistema es baja, en cambio si no hay especies claramente dominantes y muchas de ellas son importantes, la equitatividad es alta. Para cuantificar diversidad por lo tanto, hay que tener en cuenta estos dos componentes: la riqueza específica y la equitatividad. La equitatividad indica si la comunidad es dominada por una o unas pocas especies o bien si la mayoría están representadas en forma más o menos equitativa. La riqueza de especies es una medida natural (May, 1988) y la forma más simple de describir la comunidad y la diversidad regional (Magurran, 1998), constituyendo la base para la comparación entre sitios. Algunos taxones, como los vertebrados, han recibido por distintas razones más atención, en cuanto a análisis de biodiversidad, que otros.

Según la UNESCO (1994 a), entre los grupos taxonómicos menos conocidos se encuentran los insectos y los arácnidos con porcentaje de identificación menor al 10% de las especies estimadas. El mundo podría contener treinta millones de especies de insectos y sólo se han detallado un millón a la fecha (Erwin 1988). Los invertebrados y entre ellos principalmente los artrópodos, juegan un rol importante en el manejo y conservación efectiva de la biodiversidad (Churchill 1997) por 3 razones: 1) Es la fauna dominante en términos de riqueza y abundancia de especies; 2) Están ligados a procesos ecológicos críticos; 3) Pueden proveer datos cuantitativos a partir de pequeñas escalas espaciales.

Tomando como marco conceptual lo anteriormente expuesto, se analiza la diversidad de la fauna de artrópodos epigeos del Parque de Talampaya en dos ambientes desérticos representados por distintas composiciones florísticas, pertenecientes a la Provincia del Monte del Dominio Chaqueño.

El estudio comparativo de la estructura y composición de comunidades de artrópodos pertenecientes a diferentes microhabitats del Parque puede contribuir al desarrollo de un mejor entendimiento para realizar predicciones de interés para el manejo y conservación de esta área en referencia a la interacción de la artrópodofauna y el ambiente.

## Material y métodos

### Región de Parque Nacional Talampaya

Los sitios seleccionados para este estudio pertenecen al Parque Nacional Talampaya. El Parque se encuentra ubicado al Sudoeste de la Provincia de La Rioja, entre los Departamentos Coronel Felipe Varela e Independencia. Las localidades vecinas más cercanas son: Pagancillo a 20 km del límite Norte del parque, Villa Unión a 50 km del mismo límite y Baldecitos (San Juan) a 5 km del límite Sur del parque.

El clima es desértico. Las temperaturas casi extremas predominan tanto en verano como en invierno. Sensibles variaciones son detectadas durante el día y entre este y la noche, las diferencias son notorias. Los veranos son cálidos, con máximas de 45°C, e inviernos con mínimas de -10°C. El promedio anual de temperatura oscila de 13°C a 16°C. Los meses con probabilidad de heladas van de mayo a octubre. La región de estudio recibe escasa precipitación entre 80-200mm, concentrados en los meses de verano, con un clima predominantemente seco y cálido (Cabrera 1976). II.1.2

Geológicamente, la región no posee grandes diferencias en altura, salvo la presencia de algunos cerros aislados. La orografía del Parque Nacional Talampaya se asocia estrechamente con los rasgos tectónicos. El control estructural muestra los bloques ascendidos como las líneas dominantes topográficamente (Figura 1).



Figura 1. Orografía del Parque Nacional de Talampaya, al sudoeste de la Provincia de La Rioja, Argentina.

En lo que respecta al valle del Parque de Talampaya su suelo responde a los suelos semidesérticos grises, donde las altas temperaturas y falta de humedad propias de las condiciones climáticas de aridez, impiden la humificación de la Materia Orgánica.

A ello se agrega la acción del viento, que levanta, transporta y deposita materiales finos; y de las lluvias, escasas, pero generalmente torrenciales. El suelo, no alcanza a evolucionar normalmente y ofrece un aspecto esquelético que procede de la directa disgregación de la roca madre con presencia de canto rodado y otro material pedregoso que acentúan los efectos de las altas temperaturas y sequedad ambiental. Así la aridez, limita la evolución de los suelos, los que son predominantemente arenosos, pobres en materia orgánica y salinos, siendo frecuentes los afloramientos rocosos y la pedregosidad (Administración de Parques Nacionales 1997). En lo que respecta al valle del Parque de Talampaya su suelo responde a los suelos semidesérticos grises, donde las altas temperaturas y falta de humedad propias de las condiciones climáticas de aridez, impiden la humificación de la Materia Orgánica.

### Ambientes en Estudio

Se seleccionaron dos ambientes del área de estudio del Parque Nacional de Talampaya; la principal diferencia entre ambos fue a nivel florístico. Se realizaron muestreos de insectos en un ambiente típicamente de Monte (Cuenca de Talampaya), denominado ambiente "A" (Figura 2 - izquierda) y en un segundo ambiente perteneciente a un pastizal (Aguada de los Caballos), denominado ambiente "B". (Figura 2 - derecha).

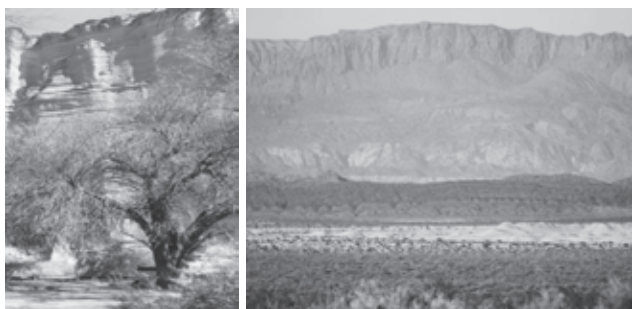


Figura 2. Ambiente de estudio "A" perteneciente a la Cuenca de Talampaya, donde predomina el Monte (izquierda) y Ambiente de estudio "B", perteneciente a un pastizal; Aguada de los Caballos (derecha). Ambos Ambientes se encuentran en el Parque Nacional de Talampaya, al sudoeste de la Provincia de La Rioja, Argentina.

El ambiente "A" se encuentra a 5 km al Este de la entrada al Parque Nacional y a 400 m al Sur del mismo. El suelo es arenoso, más de un metro de arena fina, y rojizo. El ambiente "B" se encuentra a 600 m al Sur de la misma y a 500 m al Oeste de la Ruta Nacional N°46. La utilización de trampas de caída para estudios de comunidades de artrópodos terrestres epigeos como las arañas (Curtis 1980), escorpiones (Höfer et al. 1996) o escarabajos (Krasnov y Shenbrot 1997), demostró ser un método relativamente eficiente, con una adecuada relación costo beneficio. Para el presente estudio, se colocaron trampas de caída en los sitios mencionados, consistentes en recipientes plásticos de 12cm de diámetro por 20cm de profundidad, enterrados hasta el borde superior, y con una solución de agua con detergente.

En cada sitio de muestreo se dispusieron 20 trampas de caída (pit-fall) de acuerdo al siguiente diseño: 5 filas de 4 trampas, separadas por 5 metros tanto las filas como las trampas de la correspondiente fila. Cada grupo de trampa fue abierto estacionalmente, entre noviembre de 1999 y julio de 2000, y fue mantenido activo también por intervalos regulares de tiempo durante dos días consecutivos en cada muestreo. Durante el tiempo en que las trampas permanecieron abiertas fueron revisadas tres veces por día: entre las 8:00 y 10:00 hs, entre las 14:00 y 16:00 hs y entre las 18:00 y 20:00 hs; con el objeto de determinar qué grupo animal presentaba actividad entre esos períodos de tiempo.

### Medición de la Diversidad

La determinación de la biodiversidad a cualquier nivel de organización es una herramienta eurística en manejo ambiental. La biodiversidad se compone de dos elementos: variación y abundancia relativa de las especies. Las medidas de la diversidad por lo tanto deben considerar dos factores: riqueza de especies (número de especies en la comunidad) y abundancia (frecuencia de especies) (Magurran 1988). Para describir la estructura de la comunidad de artrópodos asociados a los dos ambientes de interés se realizó una clasificación taxonómica de todos los artrópodos epigeos capturados durante los periodos de muestreo según Orden. En una primera instancia se analizó la biodiversidad total, es decir, combinando la información obtenida en ambos ambientes. Para ello, se realizaron tablas y gráficos sugiriendo la abundancia jerarquizada, se estimó riqueza y se obtuvo mediante análisis de rarefacción las curvas de acumulación de especies. El análisis se complementó con el cálculo de índices de diversidad.

### Índice de Diversidad de Shannon

El índice más común de diversidad es el de la entropía de Shannon (Shannon y Waver 1949), en donde S es el número de especies que conforman la comunidad (riqueza),  $p_i$  es la contribución proporcional a S de la especie i en una muestra donde se detectan n especies, i.e.,  $p_i = (n_i/N)$  donde  $n_i$  es el número de individuos en la i-ésima especie. La expresión del índice es:

$$H = -\sum_{i=1}^n p_i \ln p_i$$

El índice es utilizado para caracterizar la diversidad de especies en una comunidad y tiene en cuenta tanto la abundancia como la equitatividad de las mismas.

En general, este índice se utiliza bajo el supuesto de que los individuos se muestrean al azar a partir de una población indefinidamente grande y que todas las especies están representadas en la muestra (Magurran 1988).

Cuanto mayor es el valor del índice de Shannon, más diversa es la comunidad. En la medida que la heterogeneidad aumenta, ya sea por un incremento en el número de especies y/o porque los individuos se distribuyen más equitativamente entre las especies, aumenta el valor del índice. Para un número de especies e individuos fijo, la función tendrá un valor mínimo, cuando todos los individuos pertenezcan a una sola especie, y un valor máximo, cuando todas las especies tengan la misma cantidad de individuos.

#### Índice de Equitatividad

$$E_H = H' / H'_{\max} = H' / \ln S$$

El Índice de equitatividad  $E_H$  puede ser calculado si se divide  $H'$  por  $H'_{\max}$  (donde  $H'_{\max} = \ln S$ ). La Equitatividad toma valores entre 0 y 1, siendo el valor 1 el de una distribución equitativa de todas las especies.

#### Resultados y discusión

Este estudio de biodiversidad de artrópodos epigeos del Parque Nacional Talampaya, La Rioja (Argentina), identificó a través de los distintos muestreos realizados en el área de estudio en su totalidad (ambientes "A" y "B") 2385 individuos ( $n = 2385$ ). La mayor abundancia absoluta y relativa, en el ambiente "B", de insectos del orden Hymenóptera y Hemíptera (Tabla 1 y 2) podría deberse a la mayor diversidad florística, estructura y composición textural del suelo del ambiente "B" respecto del ambiente "A" donde la vegetación es exclusivamente arbustiva y existe sólo un horizonte superficial constituido por una capa de gran espesor de arena fina.

Orden	Abundancia Absoluta	Abundancia Relativa (%)
Hymenóptera	457	44.28
Collémbola	258	25.00
Díptera	106	10.27
Acari	53	5.14
Hemíptera	45	4.36
Orthóptera	30	2.91
Araneae	22	2.13
Psocóptera	17	1.65
Trichóptera	15	1.45
Coleóptera	12	1.16
Siphonáptera	5	0.48
Lepidóptera	5	0.48
Pseudoscorpionida	4	0.39
Thysanóptera	2	0.19
Embióptera	1	0.10
Total	1032	100.00

Tabla 1. Abundancia jerarquizada de Órdenes de Artrópodos en el Ambiente "A"

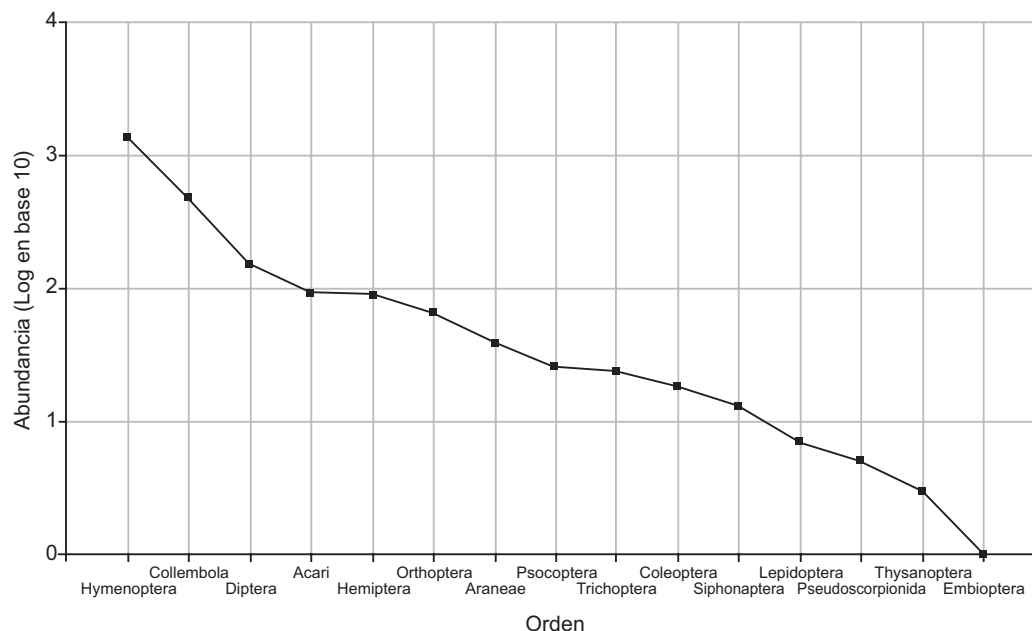
Los órdenes con mayor dominancia fueron Hymenóptera (57 %) seguido del orden Collémbola que se presenta con una abundancia relativa del 20% y Díptera, Acari y Hemíptera, con una abundancia relativa superior al 3%. Hymenóptera es uno de los órdenes más diversos y abundantes del planeta, considerados por otros autores como uno de los órdenes hiperdiversos (Gibson et al., 1992; Coddington y Young, 1996; Gaston et al., 1999; Martín-Piera y Lobo, 2000). La abundancia y riqueza de especies de Formicidae (Hymenóptera) fue también importante en el área de estudio y de acuerdo con nuestros resultados, se concluye que existe una comunidad madura, poco asociada con la intervención humana.

Orden	Abundancia Absoluta	Abundancia Relativa (%)
Hymenóptera	903	66.74
Collémbola	227	16.78
Díptera	61	4.51
Acari	49	3.62
Hemíptera	48	3.55
Orthóptera	22	1.63
Araneae	21	1.55
Psocóptera	12	0.89
Trichóptera	3	0.22
Coleóptera	3	0.22
Siphonáptera	2	0.15
Lepidóptera	1	0.07
Pseudoscorpionida	1	0.07
Thysanóptera	0	0.00
Embióptera	0	0.00
Total	1353	100.00

Tabla 2. Abundancia jerarquizada de Órdenes de Artrópodos en el Ambiente "B".

Orden	Abundancia Absoluta	Abundancia Relativa (%)
Hymenoptera	1360	57.02
Collembola	485	20.34
Díptera	154	6.46
Acari	94	3.94
Hemiptera	91	3.82
Orthoptera	65	2.73
Araneae	39	1.64
Psocoptera	26	1.09
Trichoptera	24	1.01
Coleoptera	18	0.75
Siphonaptera	13	0.55
Lepidoptera	7	0.29
Pseudoscorpionida	5	0.21
Thysanoptera	3	0.13
Embioptera	1	0.04
Total	2385	100.00

Tabla 3. Órdenes de artrópodos capturados en el área de estudio del Parque Nacional Talampaya.



Los resultados en su totalidad permiten concluir que los ambientes estudiados del Parque Nacional de Talampaya son diferentes en la composición y estructura de la comunidad de artrópodos epigeos tanto a nivel de órdenes como de especies.

La variación en la biodiversidad podría atribuirse a diferencias en la composición florística de cada ambiente y posiblemente a las diferencias de suelos y cobertura. Los resultados mostrados en la Tabla 3 sugieren que existe dominancia. El orden Hymenoptera fue el más importante en términos de abundancia relativa ( $p = 0.57$  o 57%), seguido por Collembola ( $p = 0.20$  o 20%). Otros tres órdenes que mostraron abundancia relativamente alta (mayor al 3%) fueron Díptera, Acari y Hemiptera.

Dentro de los Hymenoptera, los Formicidae mostraron una mayor abundancia ya que por su condición de caminadores respondieron a las trampas de caída que se utilizaron en el muestreo. Se recolectó un total de 14 morfoespecies de esta familia. La abundancia de dichos órdenes se representa en forma jerarquizada, es decir ordenando los mismos desde los más abundantes hacia los menos abundantes, para evidenciar la dominancia de algunos Órdenes (Tabla 1, Gráfico 1).

A partir de los registros de abundancias de los distintos órdenes encontrados en el total de los muestreos, se evaluó el ajuste del modelo log-normal mediante la prueba Chi-cuadrado y se concluyó que esta es una función plausible para modelar la distribución de frecuencias de órdenes de artrópodos en estas comunidades (Chi-cuadrado,  $P < 0,05$ ).

Este modelo es generalmente un buen indicador para comunidades naturales extensas, maduras y variadas, probablemente el ajuste a este tipo de distribución en el área de estudio se asocie a la no intervención del hombre en el ecosistema.

Ambiente "A"		Ambiente "B"	
Índice de Shannon	1.67	Índice de Shannon	1.17
Varianza de Shannon	0.00132	Varianza de Shannon	0.00115

Tabla 4. Cálculo de diversidad para el ambiente "A" y "B" mediante el Índice de Shannon.

Para saber cuán significativa es la diferencia entre la diversidad de los dos ambientes muestreados, se realizó una prueba de hipótesis para dos muestras independientes. Bajo hipótesis nula ( $H_0$ ), se espera que no haya diferencias estadísticamente significativas entre la diversidad del ambiente "A" y la diversidad del ambiente "B". Para probar la hipótesis nula, se calculó el estadístico "t" de Student de la siguiente manera:

$$t_c = \frac{H(A) - H(B)}{\sqrt{\text{var } H(A) + \text{var } H(B)}} = 10,06$$

El valor  $t_c$  fue comparado con los valores de tabla ( $t_t$ ) para dos niveles de significación (0.05 y 0.01). Los valores teóricos o tabulados fueron  $t_t(0.05) = 1.645$  y  $t_t(0.01) = 2.326$ , para grados de libertad considerados como infinito (aproximación asintótica). Independientemente del nivel de significación, como el valor  $t_c > t_t$ , se rechaza la  $H_0$ , concluyendo que existen diferencias estadísticamente significativas en la diversidad entre el ambiente "A" y "B".



## Agradecimientos

Al Sr. Rector de la Universidad Nacional de La Rioja Prof. Dr. Tello Roldán, Enrique Daniel Nicolás, por haber permitido el aporte financiero Institucional. Al Sr. Director Prof. Dr. Biol. Corronca, José por haber sido el soporte principal en este trabajo.

A la Sra. Co-Directora Prof. Dra. Ing. Balsarini, Mónica por el tiempo dedicado al análisis estadístico del trabajo. Muchas gracias a quien me ayudó en las correcciones y diseño de esta Tesis. A los alumnos de la Sede Universitaria Villa Unión, por la colaboración en la recolección de datos.

## Bibliografía

Administración de Parques Nacionales. 1997. Ley 24.846, decreto Poder Ejecutivo de la Nación.

Andersen, A.N. 1990. The use of ant communities to evaluate change in Australian terrestrial ecosystems: A review and a recipe. *Proc. Ecol. Soc. Aust.* 16: 347-357.

Archivo Intendencia Parque Nacional Talampaya. 2001. Guardaparque (Intendente) Romero Dindorf, Jorge.

Basharin, G. 1959. On a statistical estimate for the entropy of a sequence of independent random variables. *Theory of Probability and Its Applications*, Vol. 17 N°4, pp 333-336.

Beattie, A.J, Majer, J. and Oliver, I. 1993. Rapid biodiversity assessment: a review. In *Rapid Biodiversity Assessment*. Research Unit for Biodiversity and Bio-Resources, Macquarie University, Sydney.

Cabrera, A.L. y Willink, A. 1973. Biogeografía de América Latina. Colección Monográfica Científica de la O.E.A., Biología, 13:1-122.

Cabrera, Ángel. 1976. Regiones fitogeográficas argentinas. Ed. ACME S.A.C.I. Bs. As. Pág. 1-27.

Churchill, T.B. 1997. Spiders as ecological indicators: an overview for Australia. *Memoirs of the Museum of Victoria* 56(2): 331-337.

Clements, F.E. 1916. *Plant Succession: An Analysis of the Development of Vegetation*. Carnegie Institution of Washington Publication 242, Washington, D. C., USA.

Delettre, Y.; Trehen, P. and P. Grootaert. 1992. Space heterogeneity, space use and short-range dispersal in Diptera: A case study. *Landscape Ecology*. 6 (3): 175-181.

Eisenbeis, G. and W. Wichard. 1987. *Atlas on the biology of soil arthropods*. Springer\_Verlag. Berlín. Alemania. 437 pp.

Erwin, T.L. 1988. The tropical forest canopy: the heart of biotic diversity. En E.O. Wilson, ed. *Biodiversity*. Washington, D.C. National Academy Press.

Ferguson, S. 2001. Changes in trophic abundance of soil arthropods along a grass-shrub-forest gradient. *Can. J. Zool.* 79: 457-464. Gaston, K.; Blackburn, T. and R. Gregory. 1999. Does variation in census area confound density comparisons? *J. Appl. Ecol.* 36:191-204.

Höfer, H.; Vollscheid, E. and T. Gasnier. 1996. The relative abundance of *Brotheas amazonicus* (Chactidae, Scorpiones) in different habitat types of a central amazon rainforest. *Journal of Arachnology*. 24: 34-38.

Holloway, J.D. and N.E. Stork. 1991. The dimensions of biodiversity: the use of invertebrates as indicators of human impact, p. 37-62. In D. L. Hawksworth (ed.). *The biodiversity of microorganisms and invertebrates: its role in sustainable agriculture*. Cab International, Wallingford, Inglaterra.

InfoStat. 2004. InfoStat Profesional versión 1.6. Grupo InfoSat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

Jordan, T.; Burns, M.; Veiga, R.; Pángaro, F.; Copeland, P.; Kelley, S. and C. Mpodozis. 2001. Extension and basin formation in the southern Andes caused by increased convergence rate: A mid-Cenozoic trigger for the Andes. *Tectonics*, Vol. 20, No. 3, p. 308-324.

Kempton, R. 1979. Structure of species abundance and measurement of diversity. *Biometrics*. 35:307-22.

Lawton, J.H.; Bignell, D.E.; Bolton, B.; Bloemers, G.F.; Eggleton, P.; Hammond, P.M.; Hodda, R.D.; Holt, T.B.; Larsen, N.A.; Mawdsley, N.E.; Stork, D.; Srivastava, S. and A.D. Watt. 1998. Biodiversity inventories, indicator taxa and effects of habitat modification in tropical forest. *Nature* 391: 72-75.

Magurran, A.E. 2004. *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Publishing, U.K., 256pp.

Ojeda, R. 1994. Problemática del taladrador gigante de la caña de azúcar (*Castnia liciodes* Boid) en el Distrito Guanare, Edo. Portuguesa. *Venezuela Azucarera* 50: 15-16.

Pla, L. 2003. Bootstrap confidence interval for Shannon biodiversity Index: a simulation study. *Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics*.

Pla, L. Biodiversidade: Inferência baseada no índice de Shannon e a riqueza. INCI, ago. 2006, vol.31, no.8, p.583-590. ISSN 0378-1844.

Room, P.M. 1975. Diversity and organization of the ground foraging ant faunas of forest grassland and tree crops in Padua New Guinea. Austral. J. Zool. 23:71-89.

Root, R.B. 1973. Organization of a plant-arthropod association in a simple and diverse habitats: the fauna of collards (*Brassica oleracea*). Ecol. Monographs 43: 95-121.

Shannon, C.E. and W. Weaver. 1949. The mathematical theory of communication. University of Illinois Press, Urbana, IL.

Simpson, E.H. 1949. Measurement of diversity. Nature 163: 688.

Tilman, D.; Reich, P.; Phillips, H.; Menton, M.; Patel, A.; Vos, E.; Peterson, D. and J. Knops. 2000. Fire suppression and ecosystem carbon storage. Ecology 81: 2680-2685.

Udvardy, M.D.F. 1975. A classification of the biogeographic provinces of the world. IUCN Occasional Paper 18: 1-49.

UNESCO, 1994a. Biodiversity, environment and development briefs N°7, UNESCO, París.

Williams, P.H. 1993. Measuring more of biodiversity for choosing conservation areas, using taxonomic relatedness. International Symposium on Biodiversity and Conservation (KEI) Korean Entomological Institute, Seoul, pp. 194-227 in Moon, T.-Y. (ed.).