

DENSIDAD DE ARTRÓPODOS ACTIVOS EN LA SUPERFICIE DEL SUELO DE UN BOSQUE NOVEDOSO DE *Castilla elastica*

María M. Rivera Costa¹, Ariel E. Lugo¹ y Shalom V. Vázquez^{2, 3}

¹Instituto Internacional de Dasonomía Tropical

Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América
Jardín Botánico Sur, 1201 Calle Ceiba, Río Piedras, Puerto Rico 00926-1115

²Alianza para el Aprendizaje de Ciencias y Matemáticas
Universidad de Puerto Rico, Río Piedras, Puerto Rico

³Escuela Superior Papa Juan XXIII, Bayamón, Puerto Rico

RESUMEN

Durante el mes de junio del 2008 coleccionamos artrópodos activos en la superficie del suelo en un bosque de *Castilla elastica* localizado en el curso del norte, Reserva El Tallonal en Arecibo, Puerto Rico. En cada una de 4 parcelas de 10 m x 10 m se ubicaron 3 trampas de caída libre distribuidas aleatoriamente. Las trampas permitían el paso de organismos menores a 5 mm de ancho y permanecieron en el campo por 7 días. Las muestras colectadas en el campo se llevaron al laboratorio para su posterior conteo e identificación de organismos. Encontramos 13 taxones pertenecientes a tres clases de artrópodos con una densidad promedio de $84,783 \pm 13,523$ (SE, n = 12) organismos/m². La densidad de organismos varió espacialmente. Larvas y adultos de Coleóptera fueron los artrópodos más abundantes con una densidad relativa de 81 por ciento. La densidad de artrópodos en este estudio fue similar a lo reportado en bosques de tierras bajas y bosques secos en Puerto Rico y mayores a los humedales boscosos de Puerto Rico con la excepción de manglares y el bosque de tabonuco.

ABSTRACT

During the month of June 2008 we collected arthropods active on the surface of the ground in a forest of *Castilla elastica* located in the northern karst's Tallonal Reserve in Arecibo, Puerto Rico. In each of 4 plots of 10 m x 10 m we placed three randomly distributed pitfall traps. The traps, which allowed the passage of organisms smaller than 5 mm wide, remained on the field for seven days. The samples collected in the field were taken to the laboratory for subsequent identification and counting of organisms. We found 13 taxa belonging to three classes of arthropods, with an average density of 84.783 ± 13.523 (SE, n = 12) organisms/m². The density of organisms varied spatially. Coleoptera larvae and adults were the most abundant arthropods with a relative density of 81 percent. The density of arthropods in this study was similar to that reported in lowland forests and dry forests in Puerto Rico and over the forested wetlands in Puerto Rico with the exception of mangroves and the tabonuco forest.

INTRODUCCIÓN

Los mayores flujos de materia orgánica, nutrientes y energía en los bosques ocurren principalmente por cadenas alimenticias asociadas

a la hojarasca y los suelos (Coleman *et al.* 2004). De hecho, Baskin Y. (2005) argumentó que los organismos del suelo (incluyendo la hojarasca) son los responsables por moldear el mundo (*shape our world*). Por ejemplo, los artrópodos en la cadena

alimenticia del suelo y la hojarasca juegan un papel importante en la descomposición e incorporación de materia orgánica al suelo, mejorando en el proceso la estructura del suelo (Marasas *et al.* 2001). Regulan además la velocidad de la descomposición de la materia orgánica, el reciclaje de nutrientes y las densidades de las poblaciones microbianas y de la mesofauna (Doles *et al.* 2001). La mesofauna se define por el tamaño de los organismos e incluye taxones normalmente referidos como microartrópodos con anchos entre 0.1 y 2 mm, algunos de los cuales crecen a tamaños de entre 2 y 20 mm de ancho que los ubica como macroartrópodos o macrofauna (Coleman *et al.* 2004). Estudiar la biodiversidad y funcionamiento de los suelos no es fácil ya que el suelo y sus organismos representan un enorme reto de acceso y complejidad biótica a los estudiosos de estos sistemas. Por lo tanto, no es sorprendente lo poco que se conoce sobre los organismos y el funcionamiento del suelo.

Nuestro objetivo fue explorar la superficie del suelo para establecer preliminarmente la composición y densidad de los artrópodos activos en esa superficie en un bosque de *Castilla elastica* en la zona de vida subtropical húmeda del carso de Puerto Rico. El bosque, ubicado en la Reserva El Tallonal, Municipio de Arecibo, era motivo de estudio por un grupo de estudiantes de varias escuelas públicas de Puerto Rico como parte de un campamento de ciencias. Este estudio presenta datos preliminares sobre la densidad de artrópodos en la superficie del suelo de un bosque novedoso a Puerto Rico por estar dominado por una especie introducida, *C. elastica* (Fonseca da Silva 2007).

METODOLOGÍA

Se marcaron cuatro parcelas de 10 m x 10 m y en cada una establecimos tres trampas de caída libre (*pitfall*) para capturar los artrópodos activos en la superficie del suelo. El diseño de las trampas y procesamiento de muestras siguió las pautas establecidas por González *et al.* (SFa). El método de caída libre consiste de un embudo plástico de área conocida, cubierto con una maya plástica con orificios de 5 mm que proveen suficiente espacio

para permitirle el paso a organismos entre 0.1 y 2 mm, el rango de tamaño generalmente asociado a los microartrópodos. En la parte angosta del embudo se coloca un frasco de cristal con alcohol etílico al 70 por ciento. Este embudo es la trampa. Para instalarla en la parcela, se cava un hoyo en el suelo y se hunde la trampa con la boca ancha quedando plana con la superficie del suelo. Esto permite la caída de los organismos en el embudo y luego en el frasco de cristal. El método requiere que el organismo llegue al embudo, por lo que estimamos fue la abundancia de los artrópodos activos en la superficie del suelo. Las trampas permanecieron en el campo por 7 días durante el mes de junio del 2008. Los organismos capturados se llevaron al laboratorio donde bajo un microscopio se contaron e identificaron a nivel de clase, orden y sub-orden.

El número de organismos en las trampas se dividió por el área de la trampa (32.6 cm²) para obtener la densidad de organismos obtenida durante el transcurso de los 7 días. Para comparar los datos con otros estimados de densidad de artrópodos fue necesario estimar la densidad relativa debido al uso de distintos métodos de colección. La densidad relativa de un taxón es su densidad dividida por la suma de la densidad de todos los taxones estudiados, expresado en por ciento. Los valores relativos reportados aparecen distintos para los mismos taxones en los dos análisis reportados porque en cada análisis varió la densidad total que se estaba comparando.

RESULTADOS

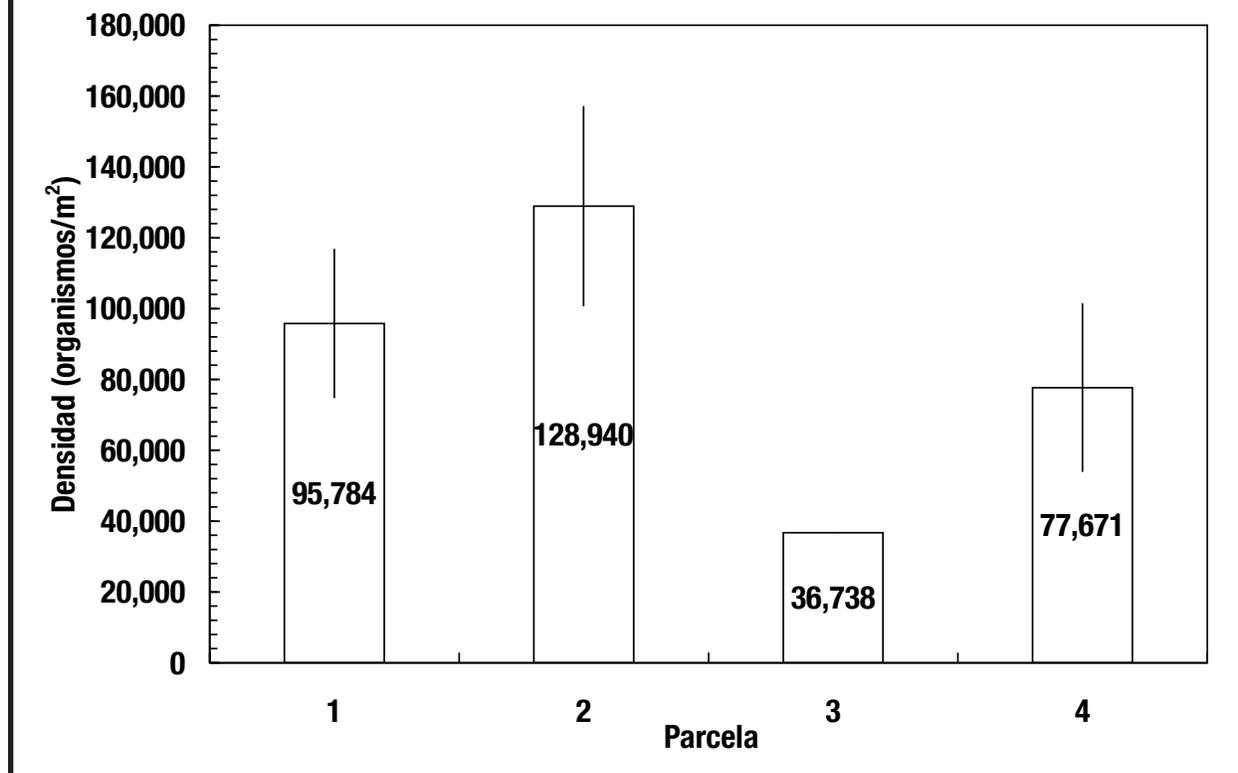
Capturamos organismos pertenecientes a trece taxones (Tabla 1) incluyendo tres clases de artrópodos: Insecta, Arácnida y Diplópoda. La mayoría pertenecía a la clase de insectos y clasificaron como microartrópodos. Sin embargo, un diplópodo y algunos coleópteros tenían tamaños superiores a lo esperado para microartrópodos.

Encontramos que en promedio el bosque tenía 84,783 artrópodos activos sobre la superficie del suelo/m² \pm 13,523 (SE, n = 12). Sin embargo, las densidades variaron dentro y entre las cuatro

TABLA 1. Algunas observaciones sobre los artrópodos del suelo basado en Coleman *et al.* (2004). La lista está en orden descendente de densidad en el área de estudio en El Tallonal, Arecibo, Puerto Rico.

Taxón	Descripción
Coleóptera	El grupo de los escarabajos, el orden más grande de los insectos. En el suelo pueden ser predadores, alimentarse de materia muerta o de semillas.
Himenóptera	Un orden de insectos muy grande que incluye las hormigas y las avispas. Las hormigas influyen la estructura del suelo y depredan pequeños invertebrados.
Acarina	El grupo de los ácaros, insectos relacionados a las arañas. Son generalmente los microartrópodos más abundantes en los suelos. El grupo es extremadamente diverso taxonómicamente.
Prostigmata	Un sub orden de ácaros. Muchos son predadores, algunos se alimentan de hongos, de otros microbios, de plantas o pueden ser parásitos. Algunas familias son oportunistas y se desarrollan rápidamente después de disturbios.
Colémbola	Estos insectos pueden ser tan abundantes como los ácaros. Se conocen como springtails porque pueden brincar gracias a una estructura ubicada en la parte baja del abdomen. Los miembros de este orden se alimentan de hongos.
Díptera	El grupo de las moscas. Los insectos de este orden se alimentan de materia muerta en suelos ricos en materia orgánica.
Oribátida	Un orden primitivo de ácaros, datan de hace 350 a 400 millones de años y son los microartrópodos más numerosos en los suelos. Se alimentan de hongos y secuestran Ca. También se alimentan de materia orgánica muerta. Fragmentan el detrito.
Araneae	El orden de las arañas en la clase Arácnida, no son insectos. Las arañas son carnívoras.
Mesostigmata	Otro orden de ácaros. Son poco abundantes, mayormente predadores o parásitos en vertebrados. Se pueden alimentar de hongos, nemátodos e insectos juveniles.
Homóptera	El orden de áfidos y cícadas. Estos insectos son herbívoros y mueven el suelo.
Diplópoda	La clase de los milípedos que se alimentan de materia muerta, no son insectos.
Lepidóptera	Insectos del orden de las mariposas y polillas.
Ortóptera	Insectos del orden de los saltamontes y grillos.

FIGURA 1. Densidad promedio de artrópodos activos en la superficie del suelo de un bosque de *Castilla elastica* en la Reserva El Tallonal, Arecibo, Puerto Rico. Cada promedio está basado en tres colecciones aleatorias. La línea vertical es un error estándar.



parcelas, aunque la variación dentro de la parcela tres fue muy baja (Fig. 1). Las densidades más bajas se midieron en la parcela tres, mientras que la parcela 1 tendió hacia las densidades más altas. Al estimar la densidad promedio de los taxones de artrópodos capturados encontramos que las larvas de Coleóptera fue el orden con la densidad más alta seguido por los adultos de Coleóptera con una densidad muy inferior al de las larvas (Fig. 2). Las densidades se redujeron aproximadamente por un factor de dos entre cada grupo subsiguiente en abundancia entre Coleóptera y Araneae. Los ácaros se reportaron como clase (Acarina), orden (Oribátida y Mesostigmata) y por sub-orden (Prostigmata).

La densidad de los taxones también varió espacialmente entre las cuatro parcelas (Fig. 3). Los ordenes encontrados en la parcela tres generalmente exhibieron su menor densidad o no aparecieron

en la parcela con la excepción de los adultos de Coleóptera, Himenóptera, Colémbola, Díptera y Araneae. La reducción más significativa fue en las larvas de Coleóptera. Homóptera, Lepidóptera y Ortóptera sólo aparecieron en la parcela tres, aunque en muy baja densidad.

DISCUSIÓN

La densidad de artrópodos activos en la superficie del suelo en el bosque de *C. elastica* (Fig. 3) aparenta ser alta comparada con las densidades reportadas por González *et al.* (SFb) para un transecto desde los manglares de Ceiba hasta el bosque elfino en las Montañas de Luquillo. Los valores más altos reportados por González *et al.* (SFb) fueron para los manglares y el bosque seco en Ceiba (aproximadamente 70,000 a 75,000 organismos/m²). Sin embargo, las diferencias en los totales son variables debido a la variación

FIGURA 2. Densidad promedio de varios taxones de artrópodos activos en la superficie del suelo en un bosque de *Castilla elastica* en la Reserva El Tallonal, Arecibo, Puerto Rico. Cada promedio está basado en 12 colecciones aleatorias. La línea vertical es un error estándar.

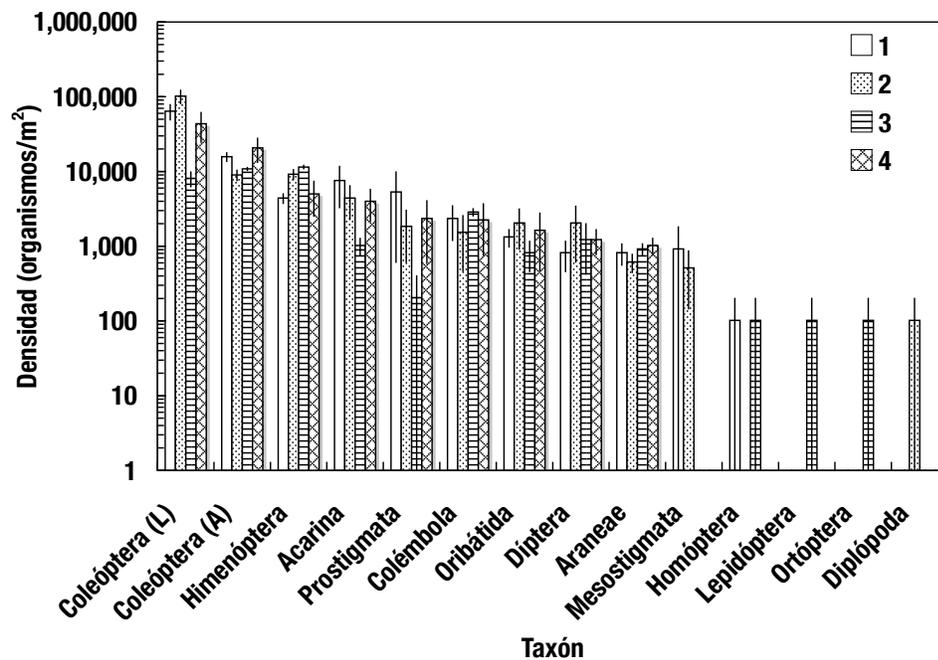
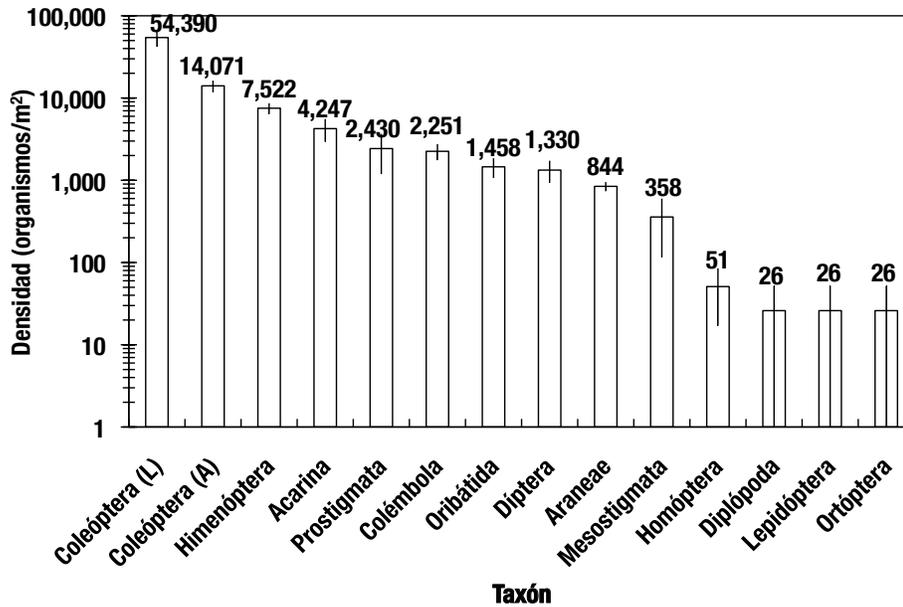


FIGURA 3. Densidad promedio de varios taxones de artrópodos activos e la superficie del suelo en cuatro parcelas dentro de un bosque de *Castilla elastica* en la Reserva El Tallonal, Arecibo, Puerto Rico. Cada promedio está basado en tres colecciones aleatorias.

espacial en cada bosque. Por ejemplo, aunque las cuatro parcelas de nuestro estudio estaban ubicadas relativamente cerca unas de las otras (menos de 100 m de distancia), la parcela tres tenía menos artrópodos que las otras parcelas (Fig. 1). Topográficamente, esa parcela estaba un poco más bajo que las otras y es posible que fuese sujeta a saturación de agua durante aguaceros fuertes, lo que posiblemente afecta la abundancia de artrópodos. Períodos de saturación reducen la cantidad de oxígeno en el suelo (Silver *et al.* 1999), lo cual debe afectar el metabolismo y abundancia de organismos aeróbicos como los artrópodos del suelo. Esta sugerencia está apoyada por el hecho de que los valores bajos de la parcela tres en nuestro estudio comparan con valores similares en los humedales boscosos estudiados por González *et al.* (SFb) o sea, el bosque elfino, bosque colorado y los palmares. Sorpresivamente, los datos de González *et al.* (SFb) indican que el bosque de tabonuco, con suelos aereados, también exhibió baja densidad de artrópodos activos sobre la superficie del suelo.

Nuestros resultados de densidad también aparentan ser más altos que los reportados por Coleman *et al.* (2004) para varios ecosistemas de zona templada y Barberena Arias (2008) para tres bosques en Puerto Rico. Sin embargo, es difícil comparar estos datos de densidad debido a diferencias en la metodología utilizada en cada estudio. Cuando se extraen los artrópodos directamente del suelo con el método de Tullgren, se obtienen densidades más altas a las obtenidas por el método de caída libre que utilizamos en este estudio (ver la Tabla 4.4, p. 110 de Coleman *et al.* 2004 y comparar con Fig. 2). Coleman *et al.* (2004) no indican el método utilizado para los números en su Tabla 4.2 (p. 100) pero el rango de densidades reportados por ellos es de 1,000 a 149,000 organismos/m². Sin embargo, todos los lugares estudiados con la excepción de una plantación de cedro en Japón tienen menos de 70,000 organismos/m². En nuestro estudio el rango de variación fue entre 36,738 y 128,940 organismos/m² con un promedio de 84,782 (Fig. 3).

Barberena Arias (2008) encontró densidades bajas de artrópodos en bosques secos (Ceiba y

Guánica) y bosque muy húmedo (Luquillo) en Puerto Rico. Sin embargo, ella obtuvo densidades altas cuando el método de extracción se extendía con luz. Además, otra diferencia metodológica fue el tiempo de muestreo pues en este estudio utilizando el método de caída libre se coleccionó por siete días, mientras que las extracciones de suelo y hojarasca con el método Tullgren generalmente representan densidades instantáneas. Por esas diferencias metodológicas es necesario enfocar las comparaciones no en los números absolutos de densidad, sino en la densidad relativa de los organismos de los distintos taxones.

Nuestros resultados, expresados en densidad relativa (Fig. 4), reflejan una alta dominancia por las larvas de Coleóptera quienes junto a los adultos son responsables por el 81 por ciento de la densidad total de artrópodos activos al momento del estudio en El Tallonal. Coleman *et al.* (2004) señalan que las densidades de los artrópodos responden a la cantidad de materia orgánica en la hojarasca y Covarrubias (2009) relacionó su asociación a las plantas. Es posible que las altas densidades de artrópodos que encontramos reflejan la alta acumulación de hojarasca en el sitio de estudio (8.4 Mg/ha, Fonseca da Silva [2007]). Por otro lado, la alta densidad de larvas de Coleóptera sugiere que el estudio coincidió con un pulso reproductivo de estos organismos. De hecho, la tasa de caída de flores y frutos entre el 6 y 23 de junio cuando llevamos a cabo el estudio fue de 2.45 g/m². día o cinco veces mayor a la tasa las dos semanas antes del estudio (datos de Fonseca da Silva). La caída de los frutos de *C. elastica* durante nuestro estudio era notable a simple vista y es muy probable que los coleópteros estuviesen respondiendo a este pulso de alimento.

Aunque los grupos taxonómicos que encontramos en este estudio (Tabla 1) son los mismos reportados en otros estudios de zona templada y los trópicos, el orden de abundancia relativa en otros lugares no es el mismo que en nuestro estudio. En el bosque de *C. elastica* los escarabajos (Coleóptera) fueron el grupo de organismos más abundante mientras que los ácaros

(Acarina) exhibieron densidades relativamente bajas (Fig. 2). En la comparación con los bosques de Guánica y Luquillo (Fig. 5) los ácaros y Colémbola dominan esos bosques pero no así en el bosque de *C. elastica*. En zonas templadas los ácaros son generalmente los organismos más abundantes en el suelo como se refleja en la comparación de densidad relativa en la Fig. 4. En la Fig. 4 los ácaros del orden Oribátida exhiben alta densidad relativa en los cuatro bosques templados pero no así en el bosque de *C. elastica*. Además, tanto Colémbola como Prostigmata y Mesostigmata exhibieron más

dominancia en *C. elastica* que en los otros bosques en la Fig. 5. Es posible que las diferencias en densidad relativa se deban a la mayor diversidad de organismos en el suelo en los trópicos y/o a la mayor riqueza de sustratos orgánicos (riqueza química del alimento disponible) en los trópicos a causa de la mayor diversidad de plantas. El punto que queremos resaltar no es la diferencia cuantitativa entre bosques, sino la diferencia en la densidad relativa de los grupos. Es razonable esperar que con diferencias en clima y calidad de recursos, la densidad relativa de las especies cambie.

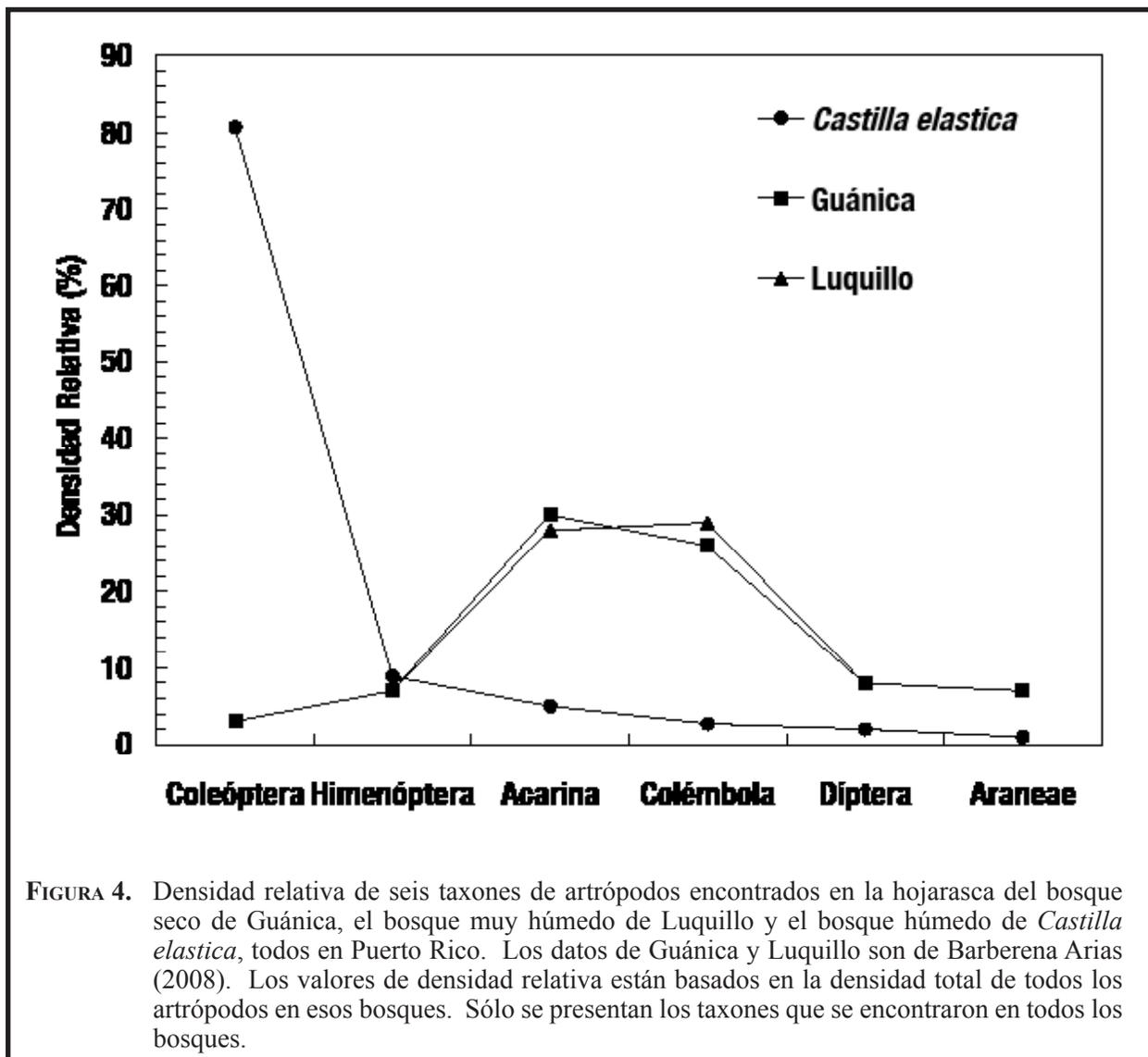
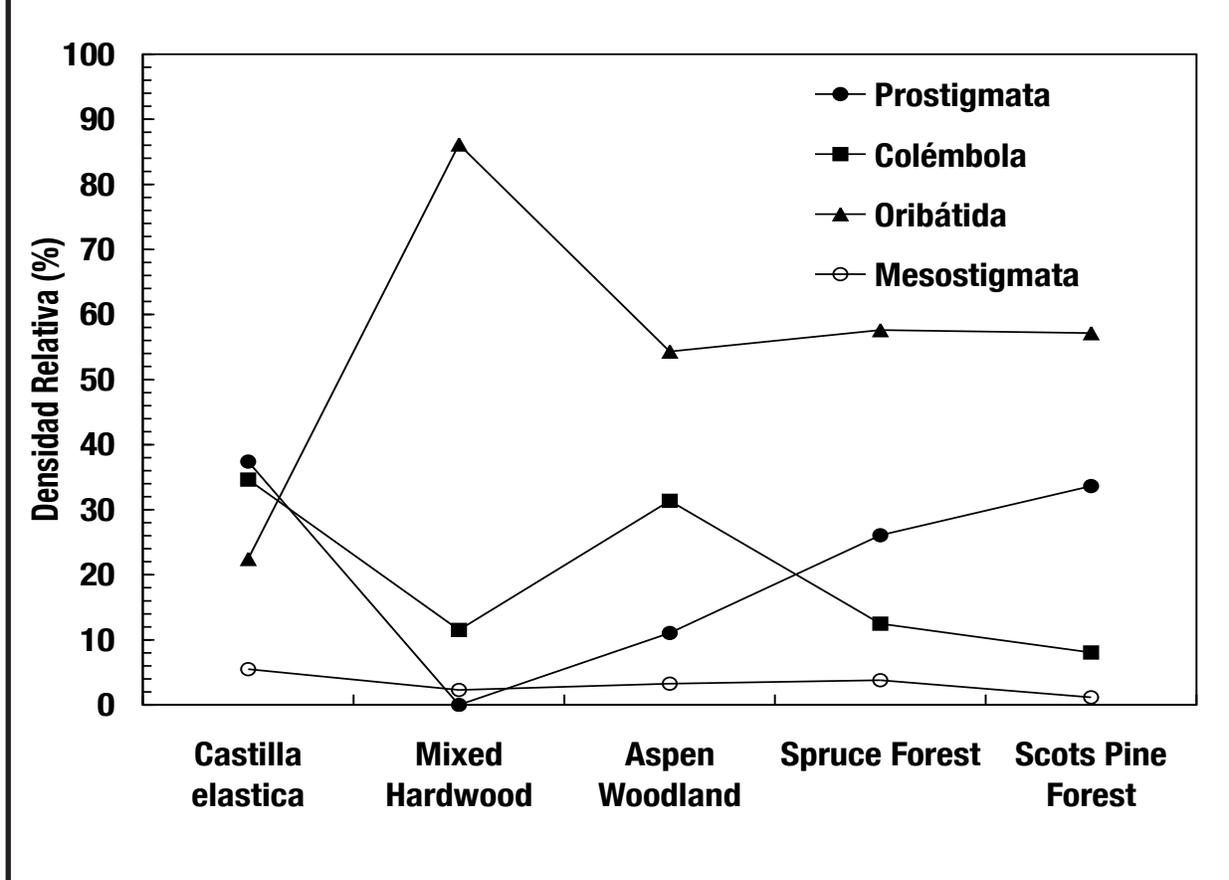


FIGURA 5. Densidad relativa de cuatro taxones de artrópodos en varios bosques de zona templada y tropical (*Castilla elastica*). Los datos de zona templada son de Coleman *et al.* (2004). Los valores de densidad relativa están basados en la densidad total de los cuatro grupos incluidos en la figura.



AGRADECIMIENTOS

Este estudio se llevó a cabo en colaboración con la Universidad de Puerto Rico. Fue parte de un campamento de ciencias auspiciado por el programa ALACIMA de la Universidad de Puerto Rico y la Fundación Nacional de Ciencias de los Estados Unidos de América. Lucy Gaspar y la Dra. Josefina Árce, junto a sus empleados en ALACIMA, apoyaron toda la infraestructura y logística del campamento. Mildred Alayón editó el manuscrito y Abel Vale nos permitió acceso a la Reserva El Tallonal. Los siguientes colegas comentaron y mejoraron el artículo: O. Abelleira Martínez, W. Gould, F.H. Wadsworth, G. González y E. Medina.

LITERATURA CITADA

- Baskin, Y. 2005. Under ground: how creatures of mud and dirt shape our world. Island Press, Washington, DC.
- Barberena Arias, M.F. 2008. Single tree species effects on temperature, nutrients and arthropod diversity in litter and humus in the Guánica dry forest. Dissertation. University of Puerto Rico, Río Piedras.
- Coleman, D.C., D.A. Crossley, y P.F. Hendrix. 2004. Fundamentals of soil ecology, second edition. Elsevier Academic Press, Burlington, MA.
- Covarrubias, R. 2009. Microartrópodos de la estepa altoandina altiplánica, con detalle de especies de oribátidos (Oribatida: Acarina). Neotropical Entomology 38:482-490.

- Doles, J.D., R.J. Zimmerman, y J.C. Moore. 2001. Soil microarthropod community structure and dynamics in organic and conventionally managed apple orchards in western Colorado, USA. *Applied Soil Ecology* 18:83-96.
- Fonseca da Silva, J. 2007. Dinámica de hojarasca y respuestas fotosintéticas en un bosque secundario del karso húmedo. *Acta Científica* 21:86.
- González, G., M.M. Rivera, W.A. Gould, y J. Ramírez. SFA. Soil fauna, microbes and ecosystem properties along an elevational gradient in eastern Puerto Rico. Afiche disponible en el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical en Río Piedras, PR.
- González, G., S.A. Cantrell, D.J. Lodge, W.L. Silver, C.M. Murphy, B.A. Richardson, W.H. McDowell, y R.B. Waide. SFB. Climate, biota, and ecosystem processes along an elevational gradient in Puerto Rico. Afiche disponible en el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical en Río Piedras, PR.
- Marasas, M.E., S.J. Sarandon, y A.C. Cicchino. 2001. Changes in soil arthropod functional group in a wheat crop under conventional and no tillage systems in Argentina. *Applied Soil Ecology* 18:61-68.
- Silver, W.L., A.E. Lugo, y M. Keller. 1999. Soil oxygen availability and biogeochemistry along rainfall and topographic gradients in upland wet tropical forest soils. *Biogeochemistry* 44:301-328.