



CARACTERIZACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD DE HORMIGAS Y COLEÓPTEROS EN AGROECOSISTEMAS PRODUCTIVOS DE MONTAÑA

CHARACTERIZATION OF THE BIODIVERSITY OF ANTS AND COLEOPTERA IN PRODUCTIVE MOUNTAIN AGROECOSYSTEMS

AMAURI DÍAZ RODRIGUEZ, ENIDIA TÉLLEZ FUENTES, NORALBIS DÍAZ MARESMÁ

Centro de Desarrollo de la Montaña. Limonar de Monte Ruz, El Salvador. Guantánamo.CP.99500. Teléf.: (021) 82206 - 82207 - 82209
E-mail: enidia@cdm.gtmo.inf.cu

Palabras Clave:	Resumen
Diversidad biológica Hormigas Coleópteros Montañas Agroecosistemas	Una de las tendencias promisorias para enfrentar el manejo y la conservación de los recursos naturales y, en especial de la diversidad biológica, lo constituye sin dudas el establecimiento y desarrollo de sistemas productivos agroecológicos y sostenibles, como son los agroecosistemas tradicionales en montaña. El trabajo se ejecutó en el periodo de enero 2016 a octubre 2018, en importantes áreas de interés para la conservación de la biodiversidad en el macizo montañoso Nipe-Sagua-Baracoa y, tuvo como objetivo caracterizar la biodiversidad de las hormigas y los coleópteros en 15 áreas productivas pertenecientes a 7 Cooperativas de Créditos y Servicios (CCS), 1 Granja Integral del EJT y 1 Finca Forestal Integral de los municipios Yateras, Manuel Tames y Baracoa de la provincia Guantánamo y de Sagua de Tánamo de la provincia Holguín. La especie de mayor abundancia en los cuatro agroecosistemas en el caso de las hormigas fue <i>Atta insularis</i> Guérin-Méneville (bibijagua) y los coleópteros <i>Stenodontes chevrolati</i> Gahan.
Key Words:	Abstract
Biological biodiversity Ants Coleoptera Mountain Agroecosystems	One of the promising trends for dealing with the management and conservation of natural resources, and especially biological diversity, is undoubtedly the establishment and development of agroecological and sustainable production systems, such as traditional mountain agroecosystems. The work was carried out in the period from January 2016 to October 2018, in important areas of interest for the conservation of biodiversity in the Nipe-Sagua-Baracoa mountain massif, and aimed to characterize the biodiversity of ants and coleoptera in 15 productive areas belonging to 7 Credit and Service Cooperatives (CCS), 1 EJT Integral Farm and 1 Integral Forest Estate of the Yateras, Manuel Tames and Baracoa municipalities of the Guantánamo province and Sagua de Tánamo of the Holguín province. The most abundant species in the four agroecosystems in the case of ants was <i>Atta insularis</i> Guérin-Méneville (bibijagua) and the coleoptera <i>Stenodontes chevrolati</i> Gahan

Introducción

Con el impulso de la Revolución Verde (iniciada en la década de 1950) se identificó una crisis profunda en la agricultura moderna, fue entonces que el concepto de agroecosistema permitió relacionar en la producción agraria las características físicas, bióticas, sociales, económicas y culturales (Altieri, 1987; Gliessman, 2000). Desde la agroecología se revaloran las prácticas campesinas de producción y se impulsa la investigación de las formas de

producción ecológicas, tendientes a la sostenibilidad (Tilman *et al.*, 2002).

Los coleópteros constituyen el mayor orden de insectos que agrupa a una gran cantidad de especies. Estos han sido objeto de estudio durante muchos años y especialmente se han centrado en los que constituyen plagas de numerosos cultivos. Sin embargo, dentro de este orden existen ejemplares que presentan un régimen alimentario coprófago, lo cual resulta de gran interés para la ganadería (Lumaret e Ibarra, 1996; Micó y Galante, 2001).

Recibido: 20 de abril de 2021

Aceptado: 18 de mayo de 2021

Este artículo se encuentra bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution License CCBY-NC (4.0) internacional.

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



Su importancia radica en que estos insectos utilizan una porción del excremento para alimentarse o enterrarlo en el interior del suelo y forman pequeñas estructuras esféricas compuestas por estiércol y tierra, en cuyo interior se desarrolla su estadio larval, acelerando de este modo el retorno de nutrientes al suelo (Bornemissza, 1976), lo que impide la volatilización del nitrógeno (Lobo y veiga, 1990).

La acción enterradora de los coleópteros disminuye la contaminación que provoca la acumulación del excremento sobre el pastizal y conduce a un mayor aprovechamiento de la cantidad disponible de pasto (CSIRO, 1979; Fincher, 1981). Ello tiene una gran importancia, ya que el forraje contaminado por la deposición de las excretas tiende a ser rechazado por los animales y afecta también el área circundante, la cual puede ser de 6 a 12 veces mayor que el área manchada por las excretas (Pezo e Ibrahim, 1999).

La macrofauna edáfica desempeña un papel primordial en el ecosistema, debido a que sus funciones están íntimamente relacionadas con los principales procesos que ocurren en el suelo.

El rasgo más significativo de este Macizo lo es sin dudas su complejidad físico geográfica, la cual condicionó una gran variedad de paisajes naturales con gran diversidad biológica y elevado endemismo florístico y faunístico.

Por todo lo anteriormente expuesto, el objetivo de esta investigación es caracterizar la biodiversidad de las hormigas y coleópteros en agroecosistemas productivos de montaña.

Materiales y Métodos

Composición y diversidad de hormigas

Las hormigas son insectos indicados para monitorear cambios ambientales, debido a que son poco tolerantes a los mismos. La técnica de muestreo empleada fue el enfoque de capturas pasivas, con el empleo de trampas estandarizadas de interceptación, de caída y de cebo, colocadas a lo largo de los recorridos. En cada uno de los sitios se seleccionaron 10 puntos de muestreo. Las colectas se realizaron en un área localizada dentro de un radio de 25 metros alrededor de cada uno de estos puntos.

La nomenclatura científica de géneros y especies se consultó en línea a partir de las bases de datos Catalogue of life ITIS. La diversidad alfa se estimó como el número de especies de hormigas a nivel de agroecosistemas.

Para analizar la variación en riqueza de hormigas entre los agroecosistemas y lo completo del inventario de especies, se empleó el programa EstimateS versión 9.1.0 (Colwell, 2016). Este programa calcula curvas de acumulación de especies esperadas, con intervalos de confianza al 95%.

Las curvas de acumulación de especies, tanto esperadas como estimadas, se trazaron para todos los sitios en

conjunto y por categoría de agroecosistema. Para inferir si los inventarios estaban completos se utilizaron Jack 1 y Bootstrap, que son estimadores no paramétricos de riqueza de especies.

La estimación de la riqueza de especies de hormigas por categoría de agroecosistema se corroboró con el Programa Good-Turing (Chao, 2018).

La diversidad beta se estimó a partir de la construcción de una matriz pareada entre tipos de agroecosistemas con las especies de hormigas comunes y el índice de Sorensen, que se calculó con el programa EstimateS versión 9.1.0 (Colwell, 2016).

Para determinar la variación en la diversidad de hormigas entre los distintos tipos de agroecosistemas se construyó un dendrograma de similaridad, estimado de acuerdo al índice de Jaccard, para lo que se emplearon datos de abundancias por especie, en cada uno de los agroecosistemas.

Composición y diversidad de coleópteros

Debido a que los insectos en estado adulto presentan una distribución temporal, no es adecuado realizar un muestreo intensivo único por finca, por lo cual se realizó el muestreo durante ciclos anuales. El muestreo se realizó en 10 puntos separados a 100 metros uno del otro. La colocación de trampas se realizó cada 2 m por punto de muestreo.

La identificación de los especímenes recolectados se realizó por los especialistas del Centro Oriental de Ecosistemas y Biodiversidad (BIOECO).

La nomenclatura científica de géneros y especies se consultó en línea a partir de las bases de datos Catalogue of life ITIS.

La diversidad alfa se estimó como el número de especies de coleópteros a nivel de agroecosistemas.

Para analizar la variación en riqueza de coleópteros entre los agroecosistemas y lo completo del inventario de especies, se empleó el programa EstimateS versión 9.1.0 (Colwell, 2016). Este programa calcula curvas de acumulación de especies esperadas, con intervalos de confianza al 95%.

Las curvas de acumulación de especies, tanto esperadas como estimadas, se trazaron para todos los sitios en conjunto y por categoría de agroecosistema. Para inferir si los inventarios estaban completos se utilizaron Chao 1 y Chao 2, que son estimadores no paramétricos de riqueza de especies.

La estimación de la riqueza de especies de coleópteros por categoría de agroecosistema se corroboró con el Programa Good-Turing (Chao, 2018).

Composición y diversidad de hormigas

En todos los agroecosistemas muestreados se colectaron un total de 36,280 individuos pertenecientes a 5 géneros y 6 especies. Solo el género *Paratrechina* estuvo representado

por dos especies. Los 4 géneros restantes estuvieron representados por una sola especie

La bibijagua (*Atta insularis* Guérin-Méneville) fue la única especie observada, y la más abundante, en todos los sitios de muestreo, con incidencia negativa en los cultivos, fundamentalmente en el café y los cultivos varios (viandas, hortalizas y granos).

Especies que poseen una amplia distribución en el país tales como *Solenopsis geminata* Fabricius, *Paratrechina longicornis* Latreille y *Paratrechina vividula* Nylander presentaron una distribución restringida que correspondió al 33.3%, 53.3% y 46.7% de las áreas muestreadas, respectivamente.

Varios factores pudieron incidir en la distribución de estas especies tales como la aplicación de plaguicidas químicos en algunas áreas, la ubicación geográfica y la estructura del paisaje.

En todos los casos las curvas de acumulación de especies obtenidas alcanzaron la asíntota. Los resultados muestran que la eficiencia del muestreo no varió entre los diferentes sitios, lo que sugiere que el inventario de hormigas fue completo, con un 100% de representatividad.

Sin embargo, la riqueza considerada por los estimadores no paramétricos mostraron una tendencia inicial de un número mayor de especies con relación a la riqueza observada y, ello puede indicar sesgos en la realización de los muestreos. En estos resultados pudo influir la selección de las técnicas de muestreo, pues en dependencia de ellas se pueden segregar determinados grupos, tanto a nivel de órdenes como de familias y, el éxito de los muestreos puede no ser favorable.

Además, las áreas de muestreo por tipo de agroecosistema no fueron escogidas proporcionalmente y, en ello incidieron fundamentalmente los dos huracanes que afectaron la región donde se realizó el estudio en los años 2016 y 2017.

Los formicidos constituyen un grupo muy diverso en especies, que son capaces de colonizar un amplio espectro de hábitats, por tanto un inventario del grupo en determinada área o localidad, implicaría el uso de diferentes técnicas de muestreo, para poder abarcar la mayor cantidad

de especies en sus respectivos nichos (Portuondo y Reyes, 1998).

Los resultados del análisis de la riqueza de especies de hormigas por categoría de agroecosistema, realizado con el Programa Good-Turing (Tabla 1) mostraron que el agroecosistema cafetalero presentó la mayor riqueza de hormigas (6 especies), mientras que el agroecosistema silvopastoril registró el menor número de especies (3). En general, se apreció cierta tendencia hacia el incremento de la riqueza y la abundancia conforme se incrementa la complejidad de la vegetación arbórea en los agroecosistemas. Estos resultados coinciden con estudios que mostraron que existe una tendencia al aumento en la riqueza de hormigas, conforme se incrementa la complejidad estructural de los agroecosistemas (Perfecto y Vandermeer, 2002; Valenzuela-González et al., 2008).

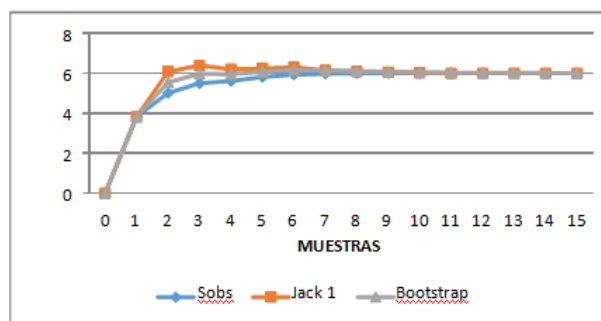


Figura 1. Curvas de acumulación de especies de riqueza observada (Sobs) y riqueza estimada por los estimadores no paramétricos Jack 1 y Bootstrap.

Figure 1. Species accumulation curves of observed richness (Sobs) and richness estimated by the nom-parametric estimators Jack 1 and Bootstrap.

Sin embargo, Valenzuela-González et al. (2008) indicaron que la abundancia de hormigas disminuye conforme se incrementa la complejidad de la estructura arbórea de los agroecosistemas y, que el incremento en el número de individuos no se relaciona con una mayor riqueza, sino con una alta dominancia y, citaron a la especie

Tabla 1. Especies estimadas de hormigas y riqueza de especies no detectadas por categoría de agroecosistema.

Table 1. Estimated ant species and undetected species richness by agroecosystem category.

Categoría de Agroecosistema	Abundancia	Riqueza de Especies Observada	Riqueza de Especies no detectadas	Estimador de Riqueza de especies Chao1
Café	22976	6	0	6
Silvopastoril	1075	3	0	3
Coco	7477	4	0	4
Cacao	4752	4	0	4

generalista y oportunista *S. geminata*, como una especie muy abundante en pastizales y en cafetales.

Portuondo y Reyes (1998) encontraron que las áreas antropizadas aportan una mayor cantidad de individuos que las formaciones naturales, lo cual atribuyeron al incremento de especies colonizadoras y vagabundas, como son *Brachymyrmex heeri*, *Pheidole megacephala*, *S. geminata* y *W. auropunctata*.

El total de individuos de hormigas vagabundas capturados correspondió al 35% de la mirmecofauna cuantificada, de ellas la especie *Paratrechina longicornis* fue la más abundante (46%) seguida de las especies *Wasmania auropunctata* y *Paratrechina vividula* (10,2% y 6,8% respectivamente). De estas especies, *W. auropunctata* es considerada destructiva para la fauna autóctona.

Portuondo y Reyes (1998) inventariaron en el macizo montañoso Nipe-Sagua-Baracoa, 76 especies de formicidos, de ellas 25 fueron endémicas (33%) y 12 vagabundas (16%). Estos autores al comparar la riqueza de hormigas en diferentes categorías de uso del suelo (bosques, cafetales y pastizales) registraron 20 especies de hormigas y, observaron que las especies vagabundas fueron predominantes en las áreas antropizadas.

Diversidad beta

El análisis de similitud por medio del índice de Sorensen indicó que en general fue baja la diversidad compartida y que hubo una marcada diferencia en la riqueza y abundancia de especies de hormigas entre los agroecosistemas (Tabla 2). Solo la especie *Atta insularis* estuvo compartida en los cuatro agroecosistemas muestreados.

El agroecosistema silvopastoril presentó un grado de recambio de especies de 0.667, con relación al agroecosistema cafetalero y, la diferencia aumentó con relación a los agroecosistemas cocoteros y cacaoteros (0.286, respectivamente), lo que indica la heterogeneidad de hábitats que estos agroecosistemas proporcionan a la mirmecofauna

La similitud en la composición de hormigas entre los agroecosistemas fue por lo geneneral alta a excepción de los agroecosistemas silvopastoriles, que solo compartieron una

especie, de las seis registradas, con los agroecosistemas cocoteros y cacaoteros.

El dendrograma obtenido con el análisis de conglomerados basado en el índice de similitud de Jaccard (Figura 2), indicó que en el nivel más bajo de similitud (50% aproximadamente) se forman dos ramas, una constituida solo por los agroecosistemas cafetaleros y la otra por el resto de los agroecosistemas. En este último grupo, a un mayor grado de similitud se forman dos subgrupos; el primero comprende los agroecosistemas cocoteros y cacaoteros, con un porcentaje de similitud superior al 70 % y, en el segundo y sin un orden de agrupamiento se encuentra el agroecosistema silvopastoril.

Composición y diversidad de coleópteros

Durante los muestreos en tres tipos de agroecosistemas (cafetaleros, cocoteros y cacaoteros) se capturaron 385 ejemplares de coleópteros que representan a 3 familias, 3 géneros y 3 especies. La mayor abundancia se registró en áreas de muestreos correspondientes a cafetales, seguido por cocotales y cacaotales.

La especie más abundante fue el *Stenodontes chevrolati* Gahan, perteneciente a la familia *Cerambycidae*, la que se encontró fundamentalmente en excretas de animales y troncos en fase de putrefacción. Esta fue la única especie registrada en todos los sitios de muestreo.

En todos los casos, las curvas de acumulación de especies obtenidas alcanzaron la asíntota. Los resultados muestran que la eficiencia del muestreo no varió entre los diferentes sitios, lo que sugiere que el inventario de coleópteros fue completo, con un 100% de representatividad (Figura 3).

Los resultados del análisis de la riqueza de especies de coleópteros por categoría de agroecosistema, realizado con el Programa Good-Turing (Tabla 3), mostraron que los agroecosistemas cafetaleros, cocoteros y cacaoteros presentaron una riqueza de coleópteros similar (3 especies) y, que la mayor abundancia se encontró en los cafetales.

En estos resultados pudo influir la selección de las técnicas de muestreo, y la no proporcionalidad entre las áreas de muestreo por tipo de agroecosistema y, en ello incidieron fundamentalmente las afectaciones que provocaron los huracanes que afectaron la región donde se realizó el estudio en los años 2016 y 2017.

Tabla 2. Matriz pareada de la diversidad beta entre los sitios de estudio (Por encima de la diagonal se presentan las especies comunes entre sitios y por debajo de la diagonal el índice de Sorensen). Los valores van de 0 (diferentes) a 1 (similares)

Table 2. Paried matriz of beta diversity between study sites (common species between sites are shown above the diagonal and Sorensen index below the diagonal. Values range from 0 (different) to 1 (similar)

Agroecosistemas	Cafetaleros	Silvopastoril	Cocoteros	Cacaoteros
Cafetaleros		3	4	4
Silvopastoril	0.667		1	1
Cocoteros	0.800	0.286		4
Cacaoteros	0.800	0.286	1.000	

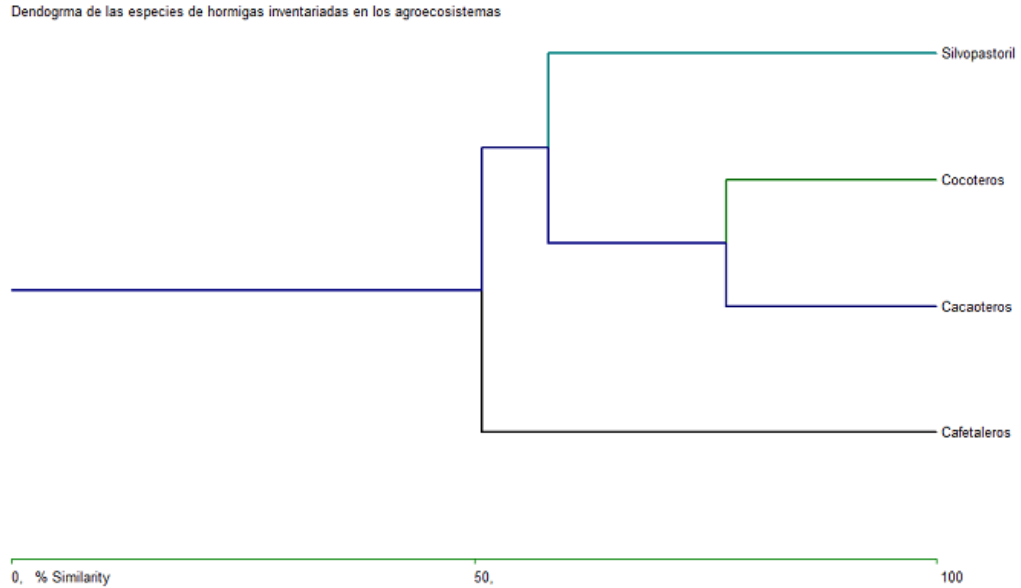


Figura 2. Dendrograma de similaridad entre agroecosistemas basado en el índice de Jaccard

Figure 2. Dendrogram of similarity between agroecosystems based on the Jaccard index.

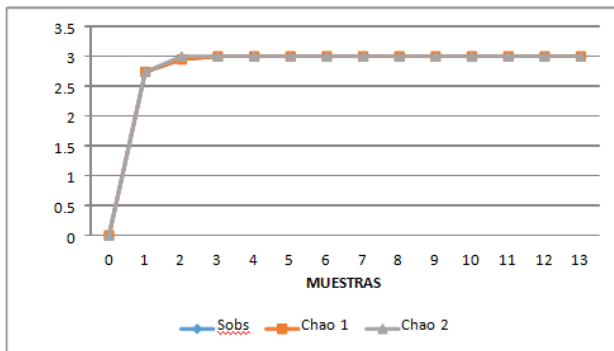


Figura 3. Curvas de acumulación de especies de riqueza observada (Sobs) y riqueza estimada por los estimadores no paramétricos Chao 1 y Chao 2

Figure 3. Species accumulation curves of observed richness (Sobs) and richness estimated by the non-parametric estimados Chao 1 and Chao 2.

La diversidad compartida de coleópteros fue alta entre los agroecosistemas y no se presentó recambio de especies, aunque si se observaron diferencias en la abundancia de especies entre los agroecosistemas, lo que pudiera indicar que las especies observadas son generalistas, debido a que los agroecosistemas proporcionan diferentes condiciones de hábitats.

Los coleópteros constituyen el mayor orden de insectos que agrupa a una gran cantidad de especies. Estos han sido objeto de estudio durante muchos años, en especial los que constituyen plagas de cultivos. Sin embargo, dentro de este orden existen ejemplares que presentan un régimen alimentario coprófago, lo cual resulta de gran interés para la ganadería (Lumaret e Ibarra, 1996; Micó y Galante, 2001, citados por Sánchez y Reinés, 2001).

La importancia de los escarabajos coprófagos radica en que estos insectos utilizan una porción del excremento para alimentarse o enterrarlo en el interior del suelo y forman

Tabla 3. Especies estimadas de coleópteros y riqueza de especies no detectadas por categoría de Agroecosistema

Table 3. Estimated coleoptera species and undetected species richness by agroecosystem category

Categoría de Agroecosistema	Abundancia	Riqueza de Especies Observada	Riqueza de Especies no detectadas	Estimador de Riqueza de especies Chao1
Café	293	3	0	3
Coco	62	3	0	3
Cacao	30	3	0	3

pequeñas estructuras esféricas compuestas por estiércol y tierra, en cuyo interior se desarrolla su estadio larval, lo que acelera de este modo el retorno de nutrientes al suelo, e impide la volatilización del nitrógeno (Lobo y Veiga, 1990).

En este sentido, Bornemissza y Williams (1970) demostraron, en condiciones experimentales, la labor beneficiosa del coleóptero australiano *Onthophagus australis* en el rendimiento de las cosechas de mijo japonés. Fincher, Monson y Burton (1981), al estudiar los efectos del enterramiento rápido del excremento por 11 especies de escarabeidos coprófagos en el rendimiento y la calidad de dos especies de gramíneas, concluyeron que la presencia de estas especies de coprófagos es equivalente a la adición de 224 kg de N/ha en forma de nitrato amónico.

Conclusiones

1. El agroecosistema cafetalero fue el de mayor abundancia y cantidad de especies de hormigas y coleópteros.
2. La especie de mayor abundancia en los cuatro agroecosistemas, en el caso de las hormigas, fue *Atta insularis* Guérin-Méneville (bibijagua) y de los coleópteros *Stenodontes chevrolati* Gahan

Referencias

- Altieri, M. A. (1987). *Agroecology: The Scientific Basis of Alternative Agriculture* (2da ed.). Westview Press, Boulder CO. 227 p.
- Bornemissza, G.F. & Williams, C.H. An effect of dung beetle activity on plant yield. *Pedobiología*. 10:1. 1970
- Colwell, R. K. (2016). *EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9.1.0*. User's Guide and application
- CSIRO. Dung beetles on the move. *Rural Research in CSIRO*. 75:2. 1979
- Gliessman, S. R. (2000). *Agroecology*. FL., Boca Raton: CRC Press. 384 p.
- Chao, A. (2018). *Good-Turing (species data and richness estimates) Online: Software for richness estimates*. Program published at <https://chao.shinyapps.io/GoodTuring/>.
- Fincher, G.T.; Monson, W.G. & Burton, G.W. (1981). Effects of cattle feces rapidly buried by dung beetles on yield and quality of coastal bermudagrass. *Agron. J.* 73:775.
- Sánchez, S. & Reinés, M. (2001). Papel de la macrofauna edáfica en los ecosistemas ganaderos. *Pastos y Forrajes*, 24, 3.
- Lobo, J. M. & Veiga, C. M. (1990). Interés ecológico y económico de la fauna coprófaga en pastos de uso ganadero. *Ecología*, 4, 313.
- Lumaret, J.P. & Ibarra, O.(1996). Separation of tropic niches by dung beetles (*Coleoptera, Scarabaeoidea*) in overlapping habitats. *Pedobiología*. 40:392.
- Perfecto, I. & Vandermeer, J. (2002). The quality of the agroecological matrix in a tropical montane landscape: ants in coffee plantations in southern Mexico. *Conservation Biology*, 16, 174-182.
- Pezo, D.A. & Ibrahim, M. Módulo de Enseñanza Agroforestal No 2. Sistemas Silvopastoriles. Segunda Edición. CATIE, Costa Rica. p. 83. 1999
- Tilman, D., Cassman, K. G., Matson, P. A., Naylor, R. & Polasky, S. (2002). Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature*, 418, 671-677.
- Valenzuela-González, J., Quiroz-Robledo, L. & Martínez-Tlapa, D. L. (2008). Hormigas (Insecta: Hymenoptera: Formicidae). En: R. H. Manson, V. Hernández-Ortiz, S. Gallina, & K. Mehlreter (eds.), *Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz: Biodiversidad, manejo y conservación*, (pp. 107-121). México: Instituto de Ecología A.C. (INECOL) e Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT).