

Artículo de
InvestigaciónEvaluación de la macrofauna en cinco leñosas perennes en el
Centro de Investigaciones Amazónicas "Cesar Augusto Estrada"
CIMAZ MacagualCesar Augusto Nuñez-Cano¹
Víctor Hugo Calderón-Soto¹
Faver Álvarez-Carrillo²¹Estudiante de Ingeniería Agroecológica. Universidad de la Amazonia. Facultad de Ingeniería. Florencia - Caquetá (Colombia).²Docente Facultad Ciencias Agropecuarias, Semillero de Investigación en Agroforestería y Cambio Climático. Universidad de la Amazonia. Florencia (Caquetá). Colombia.Autor para Correspondencia*:
cesar.cano117@gmail.comRecibido 30 de mayo de 2014.
Aceptado 28 de agosto 2014.

Resumen

Se realizaron los muestreos para biología del suelo en cinco especies arbóreas diferentes en distintas zonas del centro de investigaciones amazónicas Macagual, arboles tales como Guayaba (*Psidium guajava*); Carbón (*Zygia longifolia*); Bilibil (*Guarea guidonia*); Guayabo Coronillo (*Bellucia* sp.); Cobre (*Andira inermis*). Para la extracción de la macrofauna del suelo, se implementó la metodología del monolito el cual se realizó ocho veces por árbol, las cuales se realizaron cuatro repeticiones dentro de la copa del árbol y cuatro a exposición total fuera del árbol, teniendo en cuenta los puntos cardinales (Norte, Sur, Oriente, Occidente). Las muestras de suelo se analizaron para la extracción de la macrofauna y su posterior identificación por órdenes, de los cuales las himenopteras y las haplotaxias presentaron los mayores rangos de diversidad en macrofauna.

Palabras claves: Macagual, macrofauna, monolito, himenopteras, haplotaxias.

Abstract

Samples were taken from soil biology in five tree species in different areas of Amazonian Research Center Macagual, trees such as guava (*Psidium guajava*), Coal (*Zygia longifolia*); Bilibil (*Guarea guidonia*) Coronillo Guava (*Bellucia* sp.) and Copper (*Andira inermis*). For the extraction of soil macrofauna, the monolith method was implemented and performed eight times per tree, which were performed four replicates within the tree canopy and four out of the tree's total exposure, taking into account the cardinal points (North, South, East, West). The soil samples were analyzed for the extraction of the soil macrofauna and its subsequent identification by orders. Of which the Hymenopteras and the Haplotaxias displayed highest ranges of diversity in macrofauna.

Key words: Macagual, soil fauna, monolith, hymenopteras, haplotaxias

Introducción

La Amazonia colombiana se caracteriza por ser una vasta región que cubre un territorio de 477.274 km², y que hoy día la mayor parte sigue cubierta por ecosistemas naturales, sin embargo es innegable el rápido proceso de transformación de sus coberturas boscosas y el avance de los pastizales, principalmente en la zona noroccidental, como en el departamento del Caquetá (Sinchi 2007).

El proceso de deforestación de los bosques como la tumba y quema generada por las actividades antrópicas de los pobladores, contribuye a elevar los niveles de dióxido de carbono creando emisiones que terminan en la atmósfera, dando un aporte considerable a la elevación de la temperatura. A su vez, se genera un impacto negativo en el ciclaje de nutrientes por la macrofauna presente, esta actividad antrópica se genera a partir de la implementación de modelos de pastoreo en donde el uso de la tierra no es el adecuado por parte de los ganaderos, los bosques son deforestados y quemados para la implementación de pastizales, en donde el aporte de carbono por parte de la quema, genera un incremento considerable de nutrientes para el suelo, por otra parte, las altas temperaturas generadas por este proceso hace que la actividad microbiana y la macrofauna presente en el suelo se disminuya considerablemente reduciendo la riqueza y abundancia de individuos.

La mayoría de las prácticas de manejo del suelo, independientemente de sus efectos sobre el pH de este, tiene un efecto negativo sobre su macrofauna. Esto se debe a que las comunidades de la macrofauna del suelo son muy

sensibles a los cambios de la cobertura del suelo (Lavelle *et al.* 1992). En trabajos realizados por Lavelle y Pashanasi (1989), en la Amazonia Peruana, observaron que después de la instalación de pastizales y cultivos anuales ocurre un cambio muy drástico en la biomasa y diversidad de los macro artrópodos. En los ambientes naturales del trópico húmedo, los macro-invertebrados del suelo son los mejores agentes reguladores de los procesos físico-químicos que afectan la fertilidad de los suelos (Lavelle 1984; Lee 1985).

La capa superficial de hojarasca también confiere protección física al suelo contra la erosión y ayuda en el mantenimiento de su humedad (Ross *et al.* 1992). De esta forma, dicha capa también está contribuyendo al mantenimiento de la actividad de los organismos del suelo. Por otro lado, estudios recientes demuestran la importancia de la biota del suelo en la recuperación de las áreas degradadas (Barros 1999; Tapia-Coral *et al.* 1999; Barros *et al.* 2000; Araujo-Vergara 2000; Castilho 2000). Según Swift *et al.*, (1979), la tasa de descomposición de los residuos vegetales está influenciada por la calidad del recurso, por los organismos descompositores presentes y por las condiciones ambientales. Los macroinvertebrados edáficos (mayores de 2 mm de diámetro) actúan como agentes determinantes en la fertilidad del suelo y, por ende, en el funcionamiento global del sistema edáfico, esta fauna puede ser afectada por diferentes usos y manejos de la tierra. (Lavelle *et al.*, 2003).

La materia orgánica del suelo mantiene diversos procesos biológicos en éste, por ser un sustrato para los organismos descomponedores y los ingenieros del ecosistema, tales

como las lombrices de tierra y termitas, que juegan un papel importante en la formación de la estructura del suelo, la descomposición de la materia orgánica y la mineralización de nutrientes (Swift y Woomer 1992; Dudal y Deckers 1993). Los suelos con alto contenido de materia orgánica y una gran actividad biológica por lo general exhiben buena fertilidad (Nicholls y Altieri 2006).

Así mismo, los invertebrados del suelo constituyen otro componente biológico que regula procesos básicos del suelo tales como la agregación del suelo, la porosidad y la materia orgánica dinámica. Su manejo se considera importante, sobre todo porque la mayoría de las prácticas actuales del uso de la tierra, destruyen las comunidades de fauna del suelo o afectan gravemente su diversidad, a menudo con consecuencias negativas para la fertilidad del suelo (Chauvel *et al.* 1999, Lavelle *et al.* 1999).

Este trabajo de investigación tuvo como objetivo la evaluación de la macrofauna presente en cinco leñosas perennes en el centro de investigaciones amazónicas Macagual, CIMAZ.

Materiales y métodos

Área de estudio

El estudio se llevó a cabo, en el Centro de Investigaciones Amazónicas Macagual (CIMAZ), ubicado a 20 Km de Florencia, al sur del Departamento del Caquetá. Con cerca de 300 hectáreas. Localizado geográficamente en la Amazonia Colombiana a 1°37' N y 75° 36' W, a 300 msnm, el sitio cuenta con una temperatura media anual de 25,5 °C, humedad relativa media del 85%, precipitación media anuales de 3600 mm/año, brillo solar de 1707 horas/año, en suelos ultisoles con drenaje moderado a pobre, arcilloso con pH 4,7. Según la clasificación de copen. (Estrada-C. & Rosas-G. 2007).

Caracterización arbórea

Se realizó un censo de los árboles con diámetro a la altura del pecho (dap) ≥ 5 cm a su vez se identificaron las especies de cada individuo, el arreglo espacial (individual y en grupo: cuando son dos o más árboles tocan sus copas), se midió el dap, la altura de fuste, la altura total, y se estimó el área de copa mediante la medición perpendicular del diámetro mayor y el menor; considerando como una sola copa para los árboles en grupo. Se tomó la muestra botánica en campo para su posterior identificación por familia, género y especie en el herbario (HUAZ) de la Universidad de la Amazonia. Por consiguiente se realizó el filtro donde se escogieron cinco especies arbóreas más representativas para realizarles el respectivo muestreo de macroinvertebrados.

Caracterización de los macroinvertebrados

La recolección de la macrofauna se realizó según la Metodología del Programa Internacional "Biología y Fertilidad del Suelo Tropical" o TSBF (sigla en inglés)

(Anderson e Ingram 1993; Lavelle *et al.* 2003). Se tomó un monolito de suelo de 25 x 25 cm de lado a una profundidad de 30 cm por cada punto cardinal, a su vez dentro y fuera de la copa del árbol; para la extracción de este monolito se utilizó un marco en ángulo metálico con las mismas dimensiones del monolito. Se caracterizó la macrofauna del suelo de los siguientes tres compartimientos:

- a. A una profundidad de 0 a 10 cm.
- b. A una profundidad de 10 a 20 cm.
- c. A una profundidad de 20 a 30 cm.

En cada una de las profundidades se tomaron los macroinvertebrados inmaduros e insectos de cuerpo blando y de cuerpo endurecido y se depositaron en frascos de plástico rotulados por sitio, ubicación y horizonte, con una solución de alcohol al 96%. Posteriormente se realizó una descripción morfológica y una clasificación taxonómica de las especies encontradas a nivel de orden y se cuantificaron las poblaciones encontradas de macro invertebrados.

Resultados y discusión

Los diferentes árboles se escogieron en diferentes paisajes presentes en el CIMAZ, para el caso del Guayabo coronillo (*Bellucia* sp.); se encuentra en un paisaje de lomerío. A su vez, la especie Guayaba (*Psidium guajaba*) y Bilibil (*Guarea guidonia*), se encuentran en Mesón y Carbón (*Zygia longifolia*), Cobre (*Andira inermis*) se encuentran en suelos de valles aluviales o suelos de vega.

Los resultados de la macrofauna presente se ven reflejados en la figura 1, para las cinco especies arbóreas en donde el mayor número se ve reflejado en el G. Coronillo (*Bellucia* sp), con un total de 1178 individuos dentro de la copa, a su vez, fuera del árbol el total de individuos fue de 495, en donde se presentan diferencias significativas con la presencia de la macrofauna a exposición total y bajo la copa del árbol (Lavelle, Senapati y Barros 2003). A sí mismo las comunidades de la macrofauna varían en su composición, abundancia y diversidad, (Ruiz 2007) en dependencia del estado de perturbación del suelo causado por el cambio de uso de la tierra, (Cabrera, Robaina y Ponce de León 2011b) lo que permite valorar estas comunidades como bioindicadores de calidad o alteración ambiental (Pashanasi 2001; Velásquez *et al.* 2009).

Ellos, por acción de la ingestión y deyección del suelo, contribuyen a la conformación de estructuras macro-agregadas resistentes, para mantener esta diversidad vegetal, como un componente fundamental en el suelo, actúa reciclando los nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas, fragmentando y mezclando hojarasca con el suelo (Oliveira 1996).

El orden hymenoptera con el mayor rango entre la demás macrofauna, en donde G. Coronillo (*Bellucia* sp.) tiene un total de 891 individuos dentro de la copa del árbol, por otra

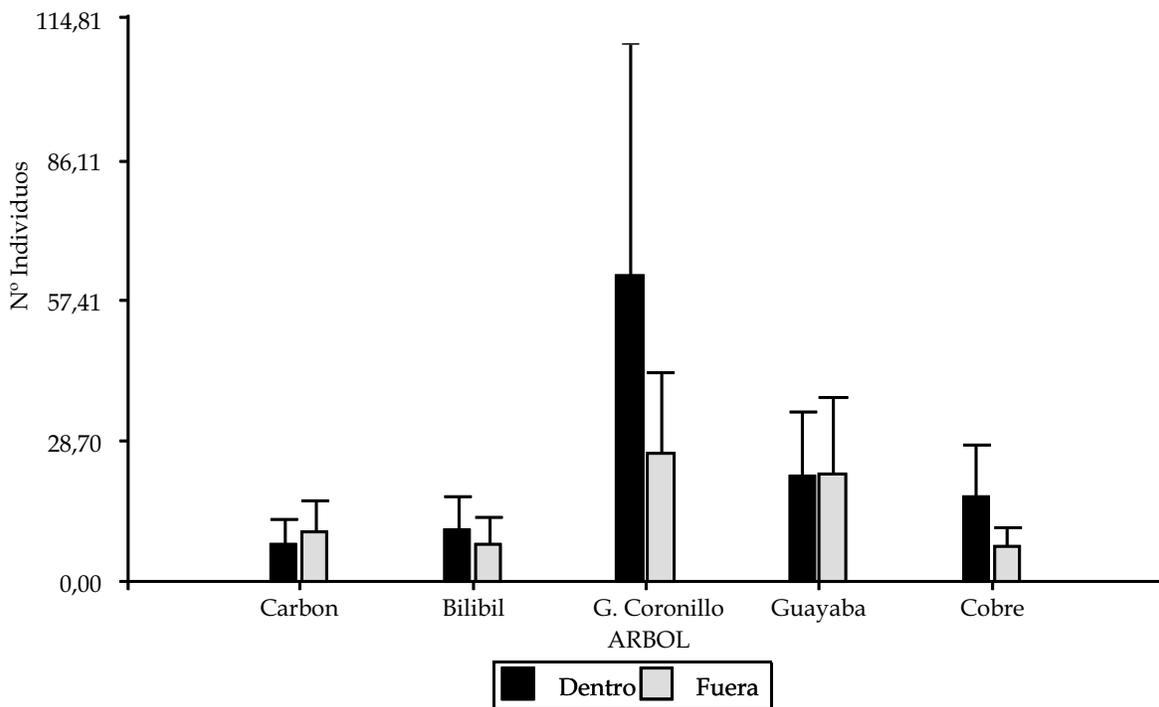


Figura 1. Número total de la macrofauna presente en cada uno de los árboles muestreados.

parte, se evidencian variaciones entre los individuos fuera de la copa los cuales oscilan en 260 a plena exposición. A su vez, surge otro orden con mayor diversidad el cual son las haplotaxias con un total de 221 individuos dentro de la copa del árbol y 189 fuera del mismo.

Por otra parte, las haplotaxias junto a las himenopteras y las larvas de algunas coleópteros conforman un grupo que muchos autores han denominado “los ingenieros del suelo”, ya que causan importantes modificaciones físicas en el (galerías, hoyos y depósitos de excrementos) modificando el ambiente para otros organismos y alterando la disponibilidad de habitas y alimentos para otros animales y las plantas (Lavelle 1997, Brown *et al.* 2000). Cabrera *et al.* (2011), plantea que la actividad que desempeñan los diferentes grupos funcionales que componen la macrofauna del suelo, entre ellos los ingenieros del suelo, los detritívoros, los herbívoros y depredadores permiten la regulación de los procesos edáficos y el funcionamiento y equilibrio del ecosistema.

A su vez, autores tales como Brown y Doube 2004; Aira *et al.* 2006b; Aira y Domínguez 2009, plantean que las deyecciones de las lombrices de tierra juegan un papel muy importante en la descomposición porque contienen nutrientes y que son diferentes a los contenidos en el material orgánico antes de la ingestión. Debido a su susceptibilidad y rápida respuesta ante los cambios en la cobertura, la transformación de la vegetación, el comportamiento ante distintas variables ambientales y la actividad ecológica que desempeñan, muchos autores proponen su uso como indicadores de calidad o alteración

ambiental (Lavelle *et al.* 2003) la naturaleza y los mecanismos de las interacciones entre los microorganismos del suelo y la dinámica de los procesos químicos en los suelos de la Amazonia son aún poco conocidos y, posiblemente, dependientes de las cantidades y calidades de la hojarasca depositada sobre el suelo (Volhland y Schroth, 1999).

Agradecimientos

Al Coordinador del proyecto “Efecto de la Cobertura arbórea en pasturas de sistemas ganaderos doble propósito en la Amazonia Colombiana” Faver Álvarez Carrillo, docente de la Universidad de la Amazonia, a los integrantes del semillero de investigación SIAFCC por la toma de datos en campo, a Karen Zapata por su incondicional apoyo; A Mayra A. Aguilar por la motivación brindada y a las demás personas que hicieron posible este trabajo.

Literatura citada

- Aira, M., Monroy, F., Domínguez, J. 2006b. *Eisenia fetida* (Oligochaeta, Lumbricidae) activates fungal growth, triggering cellulose decomposition during vermicomposting. *Microbial Ecology*. 52:738-746
- Aira, M., Domínguez, J. 2009. Microbial and nutrient stabilization of two animal manures after the transit through the gut of the earthworm *Eisenia fetida*. *Journal of Hazardous Materials* 161:1234-1238.
- Anderson, J.M. y Ingram, J.S.I. 1993. *Tropical soil biology and*

Tabla 1. Total de individuos por orden.

Ordene * Posición	Aranácea			Coleóptera			Dermáptera			Diplura			Díptera			Haplótaxida																		
	B	CA	COR	G	B	CA	COR	G	B	CA	COR	G	B	CA	COR	G	B	CA	COR	G														
Dentro	2	2	11	8	1	8	0	7	11	6	1	5	6	8	1	0	0	0	0	0	0	3	4	8	8	3	8	63	89	191	221	176		
Fuera	0	2	8	9	0	1	4	5	17	10	0	2	3	6	1	0	3	0	0	0	0	0	0	3	15	6	2	103	106	71	189	133		
Total General	2	4	19	17	1	9	4	12	28	16	1	7	9	14	2	0	3	0	0	0	0	0	3	7	23	9	10	166	195	262	410	309		
	Hemiptera			Hymenoptera			Siphonaptera			Spirobolida			Isoptera			Stylommatophora																		
Dentro	2	3	2	0	0	118	39	87	891	197	0	0	2	0	0	1	0	6	8	3	0	0	0	0	0	8	10	2	0	3	0	0	1	
Fuera	0	1	0	2	0	34	71	23	260	270	0	1	0	0	0	0	1	3	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	3	0	0	0
Total General	2	4	2	2	0	152	110	110	1151	467	0	1	2	0	0	1	1	9	8	3	1	0	0	1	0	0	8	11	2	0	6	0	0	1
	Ephemeroptera			Homoptera			Orthoptera			Scolopendromorpha			Blattodea			Lithobiomorpha																		
Dentro	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	1	0	0
Fuera	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0
Total General	0	0	0	1	0	0	0	0	20	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	2	0	0	0	0	0	4	3	0	0	0

B = Bilibil; CA = Carbon; COB = Cobre; COR = Coronillo; G = Guayaba.

- fertility. A handbook of methods. CAB International. Wallingford, UK. 221 p.
- Araujo-Vergara, Y.M. 2000. Oligoquetos Sob Adição de Liteira e sua Relação com a Disponibilidade de Nitrogênio em Solos de Capoeira na Amazônia Central. Dissertação de Mestrado. Manaus, AM.: INPA/FUA. 88 pp.
- BARROS, E. 1999. Effet de la Macrofaune Sur la Structure et les Processus Physiques du Sol de Paturages Degradés D'Amazonie. Thèse de Doctorat de L'Université Paris 6. France. 127 pp.
- Barros, E.; Neves, A.; Fernandes, E.C.M.; Wandelli, E.; Lavelle, P. 2000. Soil macrofauna community of Amazonian Agroforestry Systems. Agroforestry Systems.
- Brown, G.G., I. Barois y P. Lavelle. 2000. Regulation of soil organic matter dynamics and microbial activity in the drilosphere and the role of interactions with other edafic functional domains. Europe Journal of Soil Biology. 36: 177-198.
- Brown, G.G., Doube, B.M. 2004. Functional interactions between earthworms, microorganisms, organic matter, and plants. En: Edwards, C.A. (ed.), Earthworm Ecology, 2nd edn., pp. 213-224, CRC Press, Boca Raton. USA.
- Cabrera, G.; Robaina, N. & Ponce de León, D. 2011b. Riqueza y abundancia de la macrofauna edáfica en cuatro usos de la tierra en las provincias de Artemisa y Mayabeque, Cuba. Pastos y Forrajes. 34:313.
- Cabrera G., Robaina N. y Ponce de León D. 2011. Composición funcional de la macrofauna edáfica en cuatro usos de la tierra en las provincias de Artemisa y Mayabeque, Cuba. Pastos y Forraje. Vol. 34 (3). 331 - 346 p.
- Castilho, G. 2000. Efeito da qualidade do substrato na biomassa microbiana do solo duma capoeira da Amazônia Central. Dissertação de Mestrado. Manaus, AM.: INPA/FUA. 55 pp.
- Dudal, R., y Deckers, J., 1993. Soil organic matter in relation to soil productivity. In: Mulongoy, K., Merckx, R. (Eds.), Soil Organic Matter Dynamics and Sustainability of Tropical Agriculture. A Wiley-Sayce Co-publication. 377-388 p.
- Estrada, C. & Rosas, G. 2007. Centro de Investigaciones Amazónicas Macagual (CIMAZ). Disponible en: <http://www.uniamazonia.edu.co/v10/index.php/otras-dependencias/centro-de-investigaciones-macagual.html>. Fecha en consulta: 16 de febrero del 2014.
- Lavelle, P., Senapati B. y Barros E. 2003. Soil macrofauna. In: Trees, crops and soil fertility. Concepts and research methods. (Eds. G. Schroth & F.L.Sinclair). CABI Publishing. UK. 303 - 322 p.
- Lavelle, P., Spain, A.V., Blanchart, E., Martin, A. y Martin, S. 1992. The impact of soil fauna on the properties of soils in the humid tropics. En: Myths and Science of Soils of the Tropics. SSSA Special Publication. Madison Wisconsin. 157-185 p.
- Lavelle, P. 1984. The Soil Systems Humid Tropics. En: Biology International. 9: 2 - 17 p.
- Lavelle, P. 1997. Diversity of soil fauna and ecosystem function. Boil. Int. 33: 3-16.
- Lavelle, P. et al., 2003. Soil macrofauna. In: Trees, crops and soil fertility. Concepts and research methods. (Eds. G. Schroth and F.L.Sinclair). CABI Publishing. UK. p. 303.
- Lavelle, P. y Pashanasi, B. 1989. Soil macrofauna and land management in Peruvian Amazonia (Yurimaguas, Loreto). En: Pedobiologia 33: 283-291 p.
- Lavelle, P.; Senapati, B. & Barros, E. Soil macrofauna. In: Trees, crops and soil fertility. Concepts and research methods. (Eds. G. Schroth & F.L. Sinclair). CABF Publishing. UK. p. 303. 2003.

- Lee, K.E., 1985. Earthworms: Their Ecology and Relationships with Soils and Land Use. London: Acad. Press. 411 p.
- Nicholls I.C. y Altieri M., 2006. Manejo de la fertilidad de suelos e insectos plaga: armonizando la salud del suelo y la salud de las plantas en los agroecosistemas. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología. Vol. (77). 8-16 p
- Pashanasi, B. 2001. Estudio cuantitativo de la macrofauna del suelo en diferentes sistemas de uso de la tierra en la Amazonía Peruana. Folia Amazónica Vol. 12 (1-2). 75-97 p.
- Ross, S.M.; Luizão, F.J.; Luizão, R.C.C. 1992. Soil conditions and soil biology in different habitats across a forest-savanna boundary on Maracá Island, Roraima, Brazil. En: Furley, P.A.; Proctor, J; Ratter, J.A. (Ed.). Nature and Dynamics of Forest-Savanna Boundaries. London: Chapman & Hall. pp: 145-170.
- Ruiz, D.H. Comunidades de macroinvertebrados edáficos en diferentes sistemas de uso de la tierra en la parte media de la cuenca del Río Otún (Risaralda, Colombia). Tesis presentada en opción al título académico de Máster en Zoología y Ecología Animal, Mención Invertebrados. Universidad de La Habana. 95 p. 2007.
- Sinchi, 2007. Balance anual sobre el estado de los ecosistemas y el ambiente de la Amazonia colombiana 2006. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas. Bogotá - Colombia. 249 p.
- Swift, M.J. y Wooller P., 1992. Organic matter and the sustainability of agricultural systems: definition and measurement. In: Merckx, R., Mulongoy, K. (Eds.), Dynamics of Soil Organic Matter in Relation to the Sustainability of Agricultural Systems. John Wiley, Chichester. 3-18 p.
- Tapia-Coral, S.C.; Luizão, F.; Wandelli, E. 1999. Macrofauna da liteira em sistemas agroflorestais sobre pastagens abandonadas na Amazônia central. En: Acta Amazônica, 29 (3): 477-495.
- Velásquez, E.; Lavelle, P.; Rendeiro, C.; Martins, M.; Barot, S. & Grimaldi, M. Cambios en las comunidades de plantas influenciados por la macroagregación del suelo a través de las actividades de la macrofauna del suelo en la Amazonía brasileña.