CAPÍTULO 14

Impacto de los Organismos del Suelo en la Diversidad Vegetal y la Abundancia: Estudio de Caso de una Especie Nativa de Lombriz de Tierra Anécica

J. J. Jiménez[1], *R. Thomas*[2], *M. Fisher*[3], *N. Asakawa*[4], *T. Decaëns*[5], *P. Lavelle*[6] y *L. Mariani*[7]

Resumen

Dado que las lombrices de tierra son el grupo más abundante de la macrofauna del suelo en términos de biomasa y, por lo general, participan en la regulación de procesos importantes del suelo a través de sus dominios funcionales, se llevó a cabo un estudio cuyo objetivo principal fue evaluar algunos procesos ecológicos a escala de la estructura biogénica de *Martiodrilus* sp. (lombriz de tierra anécica endémica de Carimagua), relacionarlos con los hábitos de vida de la especie y evaluar los efectos sobre los bancos de semillas permanentes en la superficie de sus heces. El estudio se realizó dentro del Convenio CIAT-Corpoica (Centro Internacional de Agricultura Tropical-Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria), en el Centro Nacional de Investigación (CNI) en Carimagua, en las sabanas bien drenadas isohipertérmicas de los Llanos Orientales de Colombia (4° 37' N, 71° 19' O y 175 m.s.n.m.). Toda la investigación se llevó a cabo en la misma unidad de las tierras altas edáficas (pedón Carimagua), donde se ubicaron las diferentes parcelas: (1) una sabana sin pastoreo ni quemas, en la que *Andropogon bicornis* y *Gymnopogon* sp. fueron las especies vegetales predominantes, y (2) una pastura en una parcela de 2 ha que combina un pasto exótico africano, *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk y una leguminosa herbácea tropical, *Pueraria phaseoloides* CIAT 9900 ("kudzú"). Las tasas de carga de ganado fueron: 1 unidad animal (UA) por hectárea en la estación seca y 2 UA por hectárea en la estación húmeda

BIBLIOTECA AGROPECU...

1. Ecología/Biodiversidad, Instituto Pirenaico de Ecología-Consejo Superior de Investigaciones Científicas (IPE-CSIC), Jaca, España. jjimenez@ipe.csic.es
2. United Nations University, International Network on Water, Environment and Health (UNU-INWEH), Hamilton, Ontario, Canadá. contact@inweh.unu.edu
3. Fisiología/Modelación de cultivos, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. mylesjfisher@gmail.com
4. Microbiología de suelos, CIAT. n.asakawa@cgiar.org
5. Ecología de suelos, Laboratoire d'Ecologie, Université de Rouen, Mont-Saint-Aignan, Francia. thibaud.decaens@univ-rouen.fr
6. Ecología de suelos, Institut de recherche pour le développement (IRD), CIAT. p.lavelle@cgiar.org
7. Ecología de suelos, Universidad de Alberta, Edmonton, Canadá. lucero.mariani@ualberta.ca

(1 UA = 250 kg de peso vivo). Los resultados del presente estudio confirmaron el complejo papel desempeñado por las lombrices en el proceso de formación del banco de semillas y su contribución a la vegetación del suelo. En tales sistemas, el número de semillas viables liberadas cada año en la superficie de las heces superficiales de *Martiodrilus* sp. es importante (hasta 8.7 millones de semillas por hectárea por año), en comparación con los resultados obtenidos con *Lumbricus terrestris* L. en pastizales templados (890 mil semillas por hectárea por año, en promedio). De 18 a 878 semillas viables por metro cuadrado por año pudieron ser liberadas en las heces superficiales, lo que representó entre 1 y 13% del total del banco de semillas viables del suelo.

Palabras claves: Oxisoles, macrofauna de suelo, *Martiodrilus* sp., regulación de procesos del suelo, banco de semillas

Introducción

La sustitución de la sabana nativa por pastos introducidos de África ha sido una práctica ampliamente aceptada en los Llanos colombianos y en las sabanas brasileñas o "Cerrados" durante los últimos 20 años, con el fin de aumentar la proporción de las tierras utilizadas para la producción de una alimentación más intensiva. Pasturas mejoradas basadas en pastos introducidos de África, principalmente *Brachiaria* spp. y *Panicum* spp., con o sin leguminosas forrajeras, por ejemplo *Stylosanthes* sp., *Arachis* sp. y *Pueraria* sp., y los cultivos anuales con el uso de fertilizantes y cal, principalmente arroz y soya en las zonas altas, son las opciones de manejo de la tierra que normalmente se encuentran en estas áreas. Además se sabe poco acerca de los procesos biológicos implicados en estos cambios de uso del suelo y cómo se pueden alterar los procesos fundamentales y servicios ecosistémicos. Esto es especialmente relevante cuando es evidente, a partir de estudios realizados en los "Cerrados" brasileños, que la biodiversidad de las sabanas neotropicales está más amenazada que la de la selva amazónica. El estudio de la diversidad y los procesos ecológicos vinculados al funcionamiento de los ecosistemas constituyen la base del entendimiento y un mejor manejo de los ecosistemas naturales y derivados. Las comunidades de fauna del suelo son, en general, sensibles a los factores climáticos y edáficos que, a su vez, determinan la disponibilidad de recursos alimenticios y las condiciones microclimáticas. Además, la perturbación inducida por el hombre en los ecosistemas naturales altera las comunidades de macroinvertebrados en el suelo.

Las lombrices de tierra son el grupo más abundante de la macrofauna del suelo en términos de biomasa y, por lo general, participan en la regulación de procesos importantes del suelo a través de sus dominios funcionales. Los efectos de las lombrices de tierra en las propiedades físicas del suelo, la dinámica de nutrientes, materia orgánica y crecimiento de las plantas se han estudiado en detalle. Sin embargo, se necesitan más esfuerzos para evaluar el papel de las estructuras biogénicas producidas por estos organismos en el funcionamiento del suelo y los procesos ecológicos. La sustitución de los ecosistemas naturales (sabana nativa) por pasturas introducidas influye en la estructura funcional de las comunidades de lombrices,

aunque la riqueza de especies es la misma. *Andropogon gayanus* y *Brachiaria decumbens*, solos o en asociación con leguminosas, *Pueraria phaseoloides*, *B. humidicola*, solas o en asociación con *Arachis pintoi* u otras leguminosas, son los sistemas que conservan la macrofauna nativa en Carimagua. Estos resultados son excepcionales, así como las perturbaciones en los sistemas naturales resultarán generalmente en una disminución o desaparición de las especies nativas. Normalmente, las especies pantropicales con una amplia gama de tolerancia a las propiedades físico-químicas (especies peregrinas), tales como *Pontoscolex corethrurus* Müller y *Polypheretima elongata* Perrier pueden llegar a ser predominantes. De las muchas formas de vida que habitan en los suelos, solo un pequeño número de macroinvertebrados (lombrices, termitas y hormigas) son capaces de arar el suelo y producir una gran variedad de estructuras órgano-minerales, por ejemplo, nidos, montículos, macroporos, galerías y excreciones. Estos organismos se denominan "ingenieros ecológicos" de la tierra, y sus estructuras se han descrito como "estructuras biogénicas". De acuerdo con la riqueza de especies de la sabana, en Carimagua existe una alta diversidad funcional, en términos de las diferentes estructuras biogénicas. Los ingenieros de suelos ecológicos de Carimagua producen 14 tipos de estas estructuras en la superficie del suelo, es decir, 4 estructuras de termitas, 8 tipos de nidos de hormigas y 2 tipos de lombrices. El anécico *Martiodrilus* sp. es una de estas estructuras biogénicas, y las especies que los producen (Glossocolecidae, Oligochaeta) son el centro de esta investigación.

Estas deposiciones de superficie tienen forma de torre (turriformes) y están formadas por una deposición continua de material liberado en la apertura de la galería durante varios días. La estructura final es una torre con una consistencia pastosa fresca en el material de la parte superior y seca en su base y fácilmente reconocible desde la superficie del suelo. El término "turriforme" fue escogido de la descripción que D. S. Madge utilizó originalmente para describir las heces de *Hyperiodrilus africanus*. Cuando la lombriz de tierra *Martiodrilus* sp. deja su galería semi-permanente en forma de U o cuando descienden del suelo para iniciar la diapausa, las heces se secan por completo. Las heces secas se mantienen en la superficie del suelo durante más de un año después de haber sido producidas, y la desaparición de las heces se atribuye principalmente a los impactos de la lluvia y al pisoteo del ganado en los potreros pastoreados. Se cree que el papel funcional de estas estructuras es de suma importancia y representa sitios donde ocurren ciertos procesos pedológicos. Éstos incluyen la estimulación de la actividad microbiana, la formación de la estructura del suelo, la dinámica de la materia orgánica del suelo o el intercambio de agua y gases.

El objetivo de este estudio fue evaluar algunos procesos ecológicos a escala de la estructura biogénica y relacionarlos con los hábitos de vida de la especie. Los efectos sobre los bancos de semillas permanentes en la superficie de las heces de *Martiodrilus* sp. fue el objetivo principal abordado en este estudio.

Materiales y métodos

Sitio de estudio

El estudio se realizó dentro del Convenio CIAT-Corpoica (Centro Internacional de Agricultura Tropical-Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria), en el Centro Nacional de Investigación (CNI) en Carimagua, en las sabanas bien drenadas isohipertérmicas de los Llanos Orientales de Colombia (4° 37' N, 71° 19' O y 175 m.s.n.m.). El clima es tropical subhúmedo con un período seco de 4 meses, de diciembre a marzo, y una precipitación media anual y temperatura de 2240 mm y 27 °C, respectivamente. La vegetación se caracteriza por sabanas herbáceas abiertas con árboles dispersos y arbustos en las zonas altas ("altos") y bosques de galería y palmeras ("morichales") en las sabanas de tierras bajas (los "bajos"). La quema se utiliza para deshacerse del exceso de vegetación y estimular el nuevo crecimiento de los materiales vegetales más nutritivos. Los suelos en el área de estudio son Oxisoles (Tropeptic Haplustox Isohipertérmicos) en las tierras altas y Ultisoles (Ultic Aeric Plintaquox) en las tierras bajas (en el sistema de USDA). Estos suelos se caracterizan por su acidez (pH 4.5, agua), una alta saturación de Al (>80%) y bajas concentraciones de los cationes intercambiables Ca, Mg y K. El P es un nutriente limitante para las plantas, ya que mantiene fijo el Al en compuestos estables, lo que reduce la productividad de los suelos ácidos. Toda la investigación se llevó a cabo en la misma unidad de las tierras altas edáficas (pedón Carimagua), donde se ubicaron las diferentes parcelas: (1) una sabana sin pastoreo ni quemas, donde *Andropogon bicornis* y *Gymnopogon* sp. fueron las especies vegetales predominantes, y (2) una pastura en una parcela de 2 ha que combina un pasto exótico africano, *B. decumbens* cv. Basilisk y una leguminosa herbácea tropical, *Pueraria phaseoloides* CIAT 9900 ("kudzú"). Las tasas de carga de ganado fueron: 1 unidad animal (UA) por hectárea en la estación seca y 2 UA por hectárea en la estación húmeda (1 UA = 250 kg de peso vivo).

Muestreo de la población de lombriz de tierra

Con el objetivo de evaluar la biología, la ecología y la dinámica de poblaciones de las especies a través del tiempo, se efectuó un muestreo estratificado durante 17 meses. Los métodos físicos de extracción se aplicaron para recoger las lombrices de tierra. Éstos son a menudo muy tediosos, duros y requieren de mucho tiempo. Desde abril de 1994 hasta septiembre de 1995, las lombrices se recogieron mensualmente de cinco monolitos de suelo de 1 m^2. Una zanja se excavó alrededor del monolito para evitar que algunas lombrices se escaparan, y para facilitar, de este modo, la separación sucesiva de las capas de 10 cm de espesor. Normalmente se revisaron cinco capas de suelo hasta 50 cm. Sin embargo, como algunas especies migran más profundamente en el suelo, por ejemplo *Martiodrilus* sp., la profundidad de muestreo varió. En el muestreo, la distribución vertical no se vio afectada tanto, ya que existe una correlación positiva entre el número de heces frescas en la superficie del suelo y la cantidad de lombrices de tierra en la capa superficial del suelo. Los bloques de suelo se revisaron cuidadosamente a mano y todas las lombrices y capullos se colectaron. Si cualquier lombriz de tierra estaba en fase inactiva, es decir, quiescencia o diapausa, fue

anotado. Todas las lombrices se llevaron al laboratorio, donde los especímenes completos se pesaron y el diámetro máximo preclitelar se midió en aquellos fragmentados, ya que ha sido muy útil para estimar el peso de la lombriz completa. La biomasa se basó en la preservación en formalina, un 12% menor que el peso fresco promedio para *Martiodrilus* sp.

Muestreo de las estructuras biogénicas: Las heces y los bancos de semillas del suelo

Se seleccionaron tres parcelas experimentales para comparar la sabana nativa con diferentes sistemas de pastoreo bajo estudio en el sitio de la investigación:

a. Una sabana nativa de *Paspalum pectinatum* Nees, *Axonopus purpusii* (Mez.) Chase y *Trachypogon vestitus* Anders, protegida del pastoreo durante 4 años y manejada tradicionalmente con quemas durante cada temporada seca.

b. Una pastura asociada de 18 años de establecida, de *B. decumbens* Stapf. y *P. phaseoloides* Benth. (Pastizal A), pastoreada por el ganado y mantenida con una carga animal de 1.0 UA/ha durante la estación seca y 2.0 UA/ha durante la temporada de lluvias.

c. Una pastura de 3 años de establecida, asociada con *B. humidicola* (Rendle), *A. pintoi* Krap & Greg, *S. capitata* Vog. y *C. acutifolium* Benth. (Pastizal B), pastoreada por el ganado con una carga animal promedio de 2.0 UA/ha. El trabajo de campo se llevó a cabo en agosto de 1996 y agosto de 1999, es decir, a la mitad del período de lluvias.

La idea era tomar muestras del banco de semillas permanente del suelo, asumiendo que la mayoría de los bancos de semillas temporales habían germinado ya en el inicio de la temporada de lluvias. De cada parcela experimental se tomaron 20 muestras de suelo (8 cm de diámetro y 6 cm de profundidad) y se recogieron al azar 300 heces frescas. Tanto el suelo como las heces se secaron al aire durante 15 días y se pesaron. Cada muestra fue puesta en una capa de 2 cm de arena de río en una bandeja de plástico para semillas (26 × 27 × 6 cm). Las capas de suelo fueron de menos de 5 mm, con el fin de permitir la germinación de la mayor parte de las semillas, tal como lo recomiendan algunos autores. Se utilizaron 40 bandejas para cada parcela (20 para cada tipo de muestra, es decir, del suelo y heces) y 10 se llenaron con arena sola y se utilizaron como control. Las bandejas de germinación se ubicaron al azar en un invernadero y se mantuvieron húmedas y expuestas a la luz natural y a los regímenes de temperatura (aproximadamente 12 h luz/12 h oscuridad y 26 °C, respectivamente). Una vez por semana, las plántulas emergentes fueron identificadas a nivel de especie y se retiraron. Después de 3 meses, las heces se rompieron en fragmentos pequeños (<5 mm de diámetro) antes de colocarse en las bandejas para continuar la evaluación. Para cada muestra se tomaron al azar 40 g de suelo seco o heces al comienzo del experimento. Cada muestra se empapó durante un mínimo de 30 min en una solución de hexametafosfato de sodio (50 g/L) y bicarbonato de sodio (25 g/L). Después, la suspensión se vertió a través de

un tamiz de 0.125 mm. Los desechos orgánicos se lavaron con un spray fino de agua y se secaron al horno durante 48 h a 70 °C. Tanto las semillas dañadas como las no dañadas (es decir, las semillas que visualmente parecían estar intactas y resistieron la presión suave) se separaron bajo un estéreo-microscopio y se contaron.

Estadística

Se utilizó un análisis de regresión lineal simple (Pearson r) para estudiar la correlación entre las variables. Se usó un análisis de la varianza (ANOVA) para probar las diferencias significativas entre las medias, así como el ANOVA no paramétrico de Kruskal Wallis para comparar las variables bajo el supuesto de diferencias de tamaño de la muestra. La asimetría de la distribución de frecuencias de datos se redujo por transformación Box-Cox con el software VerNorm.

Resultados y discusión

Ecología de la especie

Martiodrilus sp. es una lombriz de tierra anécica endémica de Carimagua. Es de gran tamaño, dorsalmente pigmentada de color gris oscuro. Son especies que depositan heces superficiales. Las heces de *Martiodrilus* sp. son grandes y midieron entre 3 a 6 cm de diámetro y 2 a 10 cm de altura, con un peso seco promedio de 25 g (Foto 1). El promedio mensual de heces frescas y del número total de heces fue significativamente mayor ($P < 0.01$, t-test) en el pastizal que en la sabana nativa. El número de heces en la superficie disminuyó durante la mitad del período de lluvias, debido al hecho de que todos los jóvenes ya habían descendido a las capas más profundas para entrar en diapausa. En el pasto mejorado se observó una fuerte correlación positiva entre el número de heces frescas y la densidad de los individuos en los primeros 10 cm ($r = 0.907$, $P < 0.01$); ha demostrado ser un buen estimador de densidad de población.

Foto 1. Turrículo de *Martiodrilus* sp. en la sabana nativa de Carimagua (escala: longitud de imagen = 20 cm). (Foto de T. Decaëns.)

La densidad de población más alta se registró en el inicio de la temporada de lluvias, y los nuevos juveniles nacidos en octubre de 1994 aumentaron el número total de individuos, a pesar de una reducción en el número de éstos, debido a la estacionalidad severa.

La biomasa de las lombrices varió de 0.24 g/m^2 (marzo de 1994) a 8.76 g/m^2 (septiembre de 1995) y de 26.5 g/m^2 (enero de 1995) a 94.8 g/m^2 (mayo de 1994) en la sabana nativa y en el pasto mejorado, respectivamente. En el ecosistema nativo, *Martiodrilus* sp. contribuyó con un 15.1% a la biomasa total, mientras que este valor se elevó a 85.1% en el pasto mejorado, el más alto jamás registrado hasta la fecha para una especie anécica. La densidad de la población se mantuvo estable durante los meses de la estación seca; por lo tanto, se supone que la mortalidad se produjo durante el período de lluvias y que otros factores pudieron ser responsables de ello. La estrategia adaptativa de *Martiodrilus* sp. es muy eficaz. Es por ello que existe un riesgo mínimo de mortalidad durante la estación seca. La especie presentó una diapausa verdadera, aunque se encontraron diferentes patrones entre los adultos y los jóvenes. Estos últimos solo fueron activos durante los 4 meses siguientes al inicio de la temporada de lluvias y entraron en diapausa mucho antes que los adultos, que se mantuvieron activos hasta diciembre. La inactividad se produjo después de que se desplazaron a las capas más profundas del suelo. Se construyó una cámara de estivación al final de la galería semipermanente, en la que ellos se enrollaron, después de haber vaciado su contenido intestinal. El final de la galería fue sellada, por lo general, con varios tabiques para evitar la pérdida de humedad del tegumento, que es vital para mantener una tasa mínima de respiración (Foto 2). Permanecieron así hasta el comienzo de la siguiente temporada de lluvias.

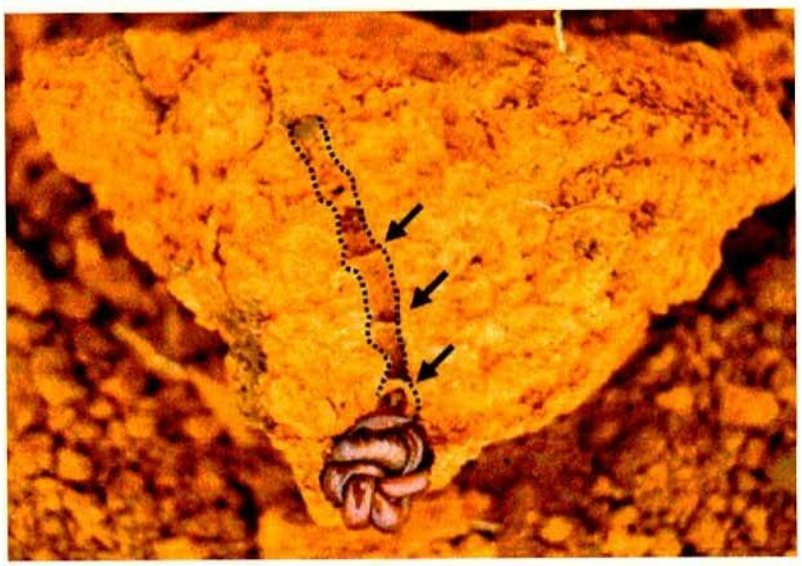

Foto 2. Modelo de la diapausa en *Martiodrilus* sp. con la cámara de estivación al final de la galería (línea de puntos) y los tabiques (flechas), construidos con material de deposición. (Foto de J. J. Jiménez.)

Se produjo un proceso comprobado de diapausa, fisiológicamente inducido, debido a que en condiciones controladas no hubo respuesta cuando las lombrices de tierra en estivación se introdujeron en suelos con contenido de agua cerca de la capacidad de campo. La estivación de lombrices juveniles se encontró normalmente entre 40 a 50 cm, mientras que los adultos y subadultos se ubicaron en la capa 50 a 60 cm. Se encontró una correlación no lineal significativa entre el peso de las lombrices en diapausa y la profundidad en la que se encontraron (Kruskal-Wallis ANOVA, $P = 0.011$). Cuanto mayor fue el individuo, más profundamente realizó la estivación (Figura 1). El peso promedio de las lombrices de tierra en diapausa se encontró en un rango de 1.0 a 2.5 g (4 g máximo), muy bajo si se compara con el peso adulto fresco, cerca de 11.2 g. Éste fue el resultado después de vaciar sus intestinos antes de enrollarse en las cámaras de estivación.

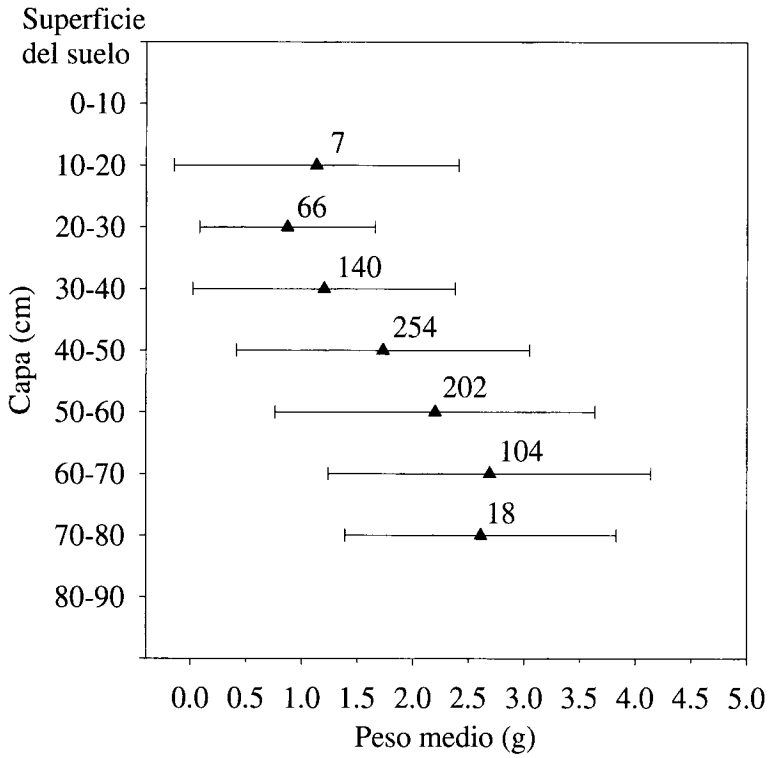

Figura 1. Relación entre la distribución vertical de la estivación de individuos de *Martiodrilus* sp. en el perfil del suelo y su peso.

Debido al ciclo de vida de la especie, se consideró un claro estratega K con un período de vida relativamente largo. Nuevos juveniles provenientes de los capullos, justo antes del final del período lluvioso, se dirigieron rápidamente hacia los horizontes más profundos para iniciar la diapausa. En el siguiente año fueron activos en el inicio de la temporada de lluvias y así durante los siguientes 3-4 meses (julio-agosto), entrando de nuevo en una fase de diapausa (el peso de estos jóvenes fue de 4 g máximo) hasta la próxima temporada de lluvias. Al comienzo del siguiente período de lluvias (segundo año), estas lombrices estuvieron activas hasta la mitad o

al final de la temporada lluviosa, dependiendo de la etapa de desarrollo. En el año siguiente (3°), estos individuos se convirtieron en adultos, por lo que se consideraron dos posibilidades: (i) estos nuevos adultos no se reproducirían hasta el próximo año (4°), ya que se encontraron algunos adultos inactivos, aun cuando no se recogió ningún capullo (ver más abajo) o (ii) en algunos años de inusuales precipitaciones inferiores, toda reproducción se iniciará por la mayoría de los adultos. Los adultos que constituyeron, en un período determinado, la población de *Martiodrilus* sp., parecieron no participar activamente en la reproducción, ya que el número de adultos era el doble del de capullos. De hecho, se hace caso omiso de si estos adultos participaron en el período reproductivo, pero parece improbable ya que no se encontraron capullos al inicio de la temporada de lluvias.

Efecto de *Martiodrilus* sp. sobre la diversidad de plantas a la escala de las estructuras biogénicas

Bancos de semillas

Martiodrilus sp. pareció ingerir grandes cantidades de semillas preferentemente como parte de su dieta, de 58 a 163 semillas por cada 100 g de suelo ingerido. El porcentaje de germinación de las semillas fue de 3 a 40 veces más baja en las heces de las lombrices que en el suelo, probablemente como consecuencia de los daños sufridos por las semillas ingeridas durante el tránsito intestinal.

En todos los sistemas de las plantas de semillero provenientes de las heces de lombriz se observó que solo el 41% de las semillas surgió a partir de las heces, y el restante 59% necesitó la destrucción de la misma para germinar (datos no presentados). Además, el número de semillas viables en las heces fueron insignificantes, en comparación con el banco de semillas del suelo y solo representaron el 0.2-0.6% del total (Figura 2). Sin embargo, el número total de semillas recogidas en 100 g de muestra fue normalmente más alto en las heces que en el suelo, y el número de semillas viables fue mayor en los pastos intensivos que en la sabana nativa, y en todos los sistemas fue mayor en el suelo, en comparación con las heces.

Se encontraron diferencias en la composición de las especies del banco de semillas del suelo entre las pasturas y la sabana, y similar entre las dos pasturas. La composición de especies de los bancos de semillas del suelo era muy diferente a la vegetación sobre el suelo, donde las especies dominantes no germinaron en el invernadero y, por otro lado, las especies más abundantes de las plantas germinadas en el invernadero eran raras en la comunidad de plantas.

El banco de semillas de las heces fue relativamente cercano al de la vegetación existente de los bancos de semillas del suelo de la sabana nativa, mientras que el patrón opuesto se encontró en los pastos *B. decumbens* y *P. phaseoloides*. El número de semillas viables liberadas en las heces de *Martiodrilus* sp. fue hasta de 8.7 millones de semillas por hectárea por año, y 18 a 878 semillas viables por metro cuadrado por año, lo que representa entre

1 y 13% del total del banco de semillas viables del suelo. Entre un 64 y 97% de viabilidad de la semilla se perdió en las heces de las lombrices, probablemente debido a los daños sufridos por las semillas durante el tránsito intestinal, como lo sugiere el mayor porcentaje de semillas dañadas observadas en las heces.

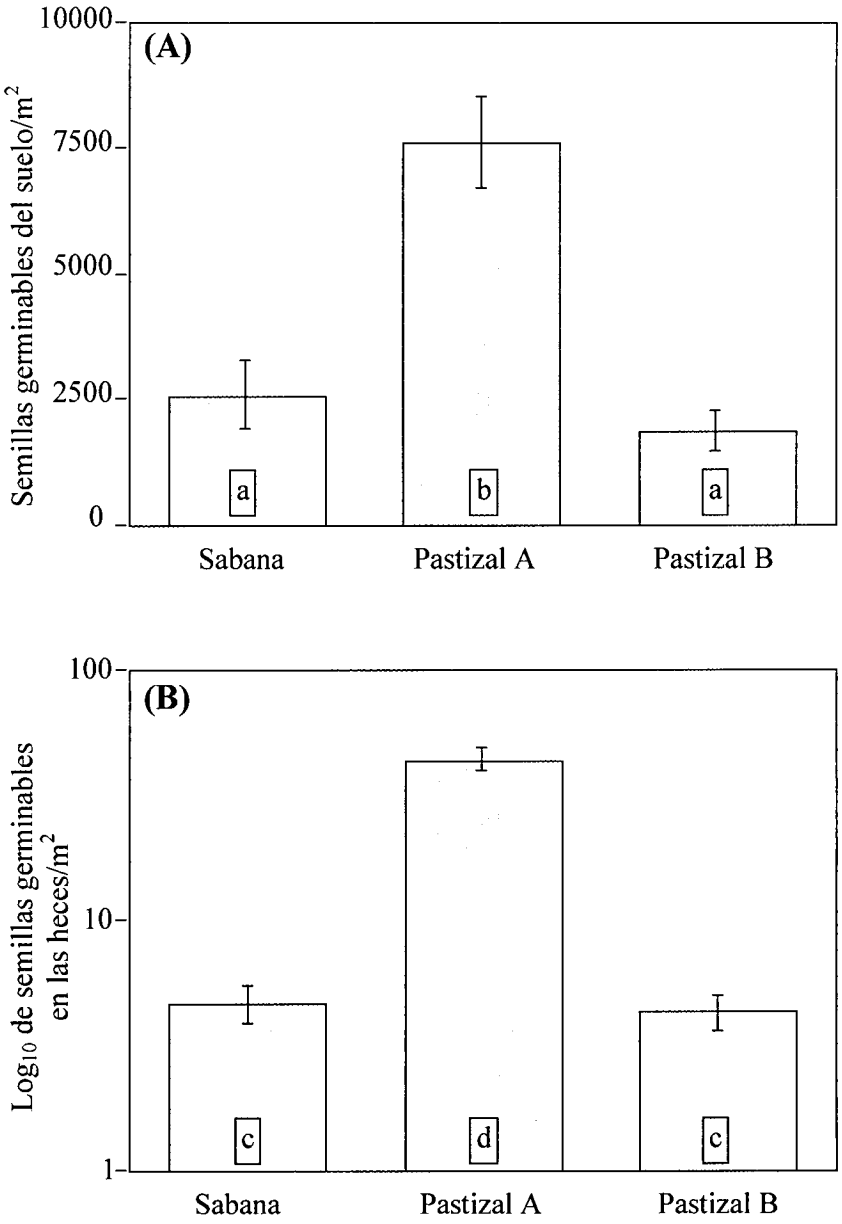

Figura 2. Densidad de semillas contenidas en suelos **(A)** y en heces **(B)** en tres sistemas. Las barras indican el error estándar y las letras diferencias significativas a $P < 0.05$ (t test).

Las heces de *Martiodrilus* sp. a veces fueron grandes y alcanzaron hasta 15 cm de altura y 400 g de peso. Éstas no se secaron completamente hasta que la lombriz abandonó su galería; la vida media de las heces es entre 1 y 3 semanas en pasturas nativas y no nativas, respectivamente. Después, las heces se rompieron progresivamente, hasta que desaparecieron por completo, a veces por la escorrentía del agua después de una gran tormenta o su incorporación dentro del perfil del suelo.

Los resultados del presente estudio confirmaron el complejo papel desempeñado por las lombrices en el proceso de formación del banco de semillas y su contribución a la vegetación del suelo. En tales sistemas, el número de semillas viables liberadas cada año en la superficie de las heces superficiales de *Martiodrilus* sp. es importante (hasta 8.7 millones de semillas por hectárea por año), en comparación con los resultados obtenidos con *Lumbricus terrestris* L. en pastizales templados (890 mil semillas por hectárea por año, en promedio). De 18 a 878 semillas viables por metro cuadrado por año pudieron ser liberadas en las heces superficiales, lo que representó entre 1 y 13% del total del banco de semillas viables del suelo.

En este estudio, entre un 64 a 97% de la viabilidad de la semilla se perdió en las heces de las lombrices, probablemente debido a los daños sufridos por las semillas durante el tránsito intestinal, como lo sugirió el mayor porcentaje de semillas dañadas observadas en las heces. La actividad de la lombriz de tierra en enterrar semillas pudo tener consecuencias importantes para la dinámica de las comunidades vegetales, debido a que las semillas de muchas especies sobrevivieron mejor cuando eran dejadas en la superficie del suelo, y hay pocos mecanismos naturales que explican cómo las semillas están enterradas en el suelo. Además, las heces de lombrices de tierra pueden proteger a las semillas a partir de procesos de germinación temprana y participar en la formación de bancos de semillas importantes y persistentes.

En la sabana protegida del fuego, las heces a veces permanecieron en la superficie durante más de un año, mientras que la quema de la sabana condujo a su destrucción, privándola del efecto protector de la vegetación y la cubierta de la materia vegetal. Esto puede conducir a la formación de un grupo de semillas potencialmente listas para germinar, que pueden ser dispersadas indirectamente por el fuego en la superficie del suelo por la zona donde más se benefician de las condiciones adecuadas para germinar (suelo desnudo, es decir, una mayor intensidad de luz, nutrientes disponibles en cenizas).

Importantes limitaciones químicas en el estado de germinación de las plántulas y la supervivencia (por ejemplo, bajo contenido de nutrientes, alta saturación de Al) también pudieron ser aliviadas en las heces. Por lo tanto, las semillas en las heces liberadas en la superficie del suelo pudieron ser más propensas a germinar que en el banco de semillas. Esto pudo explicar por qué la composición del banco de semillas de las heces estaba más cerca de la vegetación de la sabana a la del propio banco de semillas del suelo. Las investigaciones futuras deberían centrarse en los efectos de la actividad de las lombrices en la vegetación a mayores escalas espaciales y temporales.

Impacto

Martiodrilus sp. es una lombriz de tierra endémica de las sabanas naturales de Carimagua (Colombia) adaptadas a los pastos introducidos, donde aumentan significativamente su abundancia y sus efectos en algunos procesos del suelo. Las estrategias de adaptación de las lombrices de tierra son diversas y son el resultado de vivir en un entorno complejo y frente a factores limitantes como pobre contenido de nutrientes, el movimiento en un entorno compacto y, a veces, una fuerte estacionalidad. Esta especie mantiene poblaciones muy abundantes en los pastos introducidos y su estrategia de adaptación es extremadamente eficiente para mantener una densidad casi constante durante la estación seca. Las heces de las lombrices se podrían considerar como un nicho importante para la regeneración de la comunidad vegetal, y la actividad de las lombrices puede ser un factor indispensable de la sostenibilidad de los ecosistemas y la diversidad.

Referencia

CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 2001. The impact of soil organisms on plant diversity and abundance. A case of study of a native anecic earthworm species. En: Overcoming Soil Degradation through Productivity Enhancement; Annual Report 2001. Cali, Colombia. p 93–100.