

# 3\_

## Macrofauna Edáfica Asociada a Cultivos en Agricultura Orgánica

Ortega y Villasana, P. y Ullé, J. A.

EEA INTA San Pedro, Ruta nº 9 Km 170  
CP B2930ZAA.  
E-mail: [ulle.jorge@inta.gob.ar](mailto:ulle.jorge@inta.gob.ar)



Pilar Ortega y Villasana es Lic. en Biodiversidad por la Universidad Nacional del Litoral. Desempeñó tareas de muestreos, monitoreo y procesamiento de datos en INTA San Pedro, dentro del convenio INTA EMBRAPA sobre el uso de cultivos de cobertura estivales, maíz, leguminosas y batata. El presente capítulo es parte de su tesina de grado, defendida en el marco del proyecto AERN 296012, orientada por Jorge Ullé.

# 1 — IMPORTANCIA Y FUNCIÓN DE LA MACROFAUNA EDÁFICA EN AGROECOLOGÍA

Una de las propuestas centrales de la Agroecología consiste en promover la biodiversidad, con el objetivo de crear (y/o conservar) agroecosistemas más complejos y diversificados. La biodiversidad es una base importante para el funcionamiento de los ecosistemas; sistemas con alta diversidad de especies se han mostrado más adaptables frente a cambios ambientales (Pfiffner, 2011), ya que esa complejidad permite que se mantengan y regulen localmente los ciclos de nutrientes y de las cadenas tróficas (FiBL, 2001), y que se potencien las interacciones benéficas entre los organismos (Gliessman, 2002). El análisis de los sistemas productivos desde un enfoque sistémico conduce a entenderlos como un conjunto en el que los organismos, los flujos energéticos y los flujos biogeoquímicos se encuentran en equilibrio inestable; se trata de entidades capaces de automantenerse, autorregularse y autorrepararse bajo principios naturales (Toledo *et al.* 1985). El funcionamiento y mantenimiento de la agricultura debería, por tanto, imitar esos procesos y ciclos que se dan en la naturaleza (Altieri y Nicholls, 2004). Para ello, resulta imprescindible conocer la actividad y composición de la fauna, así como las relaciones que establecen con el resto de componentes del agroecosistema. La comprensión y estudio de esta actividad permitirá tomar las decisiones adecuadas a la hora de diseñar un sistema de cultivo o de elegir las prácticas y manipulaciones que se van a llevar a cabo en él (Cabrera, 2001), de forma que se mantenga la productividad, se minimicen las externalidades negativas y se promueva su autonomía.

Los cambios físicos del medio edáfico practicados en la labranza convencional, no solo afectan a los organismos que en él viven, también a sus relaciones con el medio y con otros organismos (Klavidko, 2001), alterando significativamente la composición de especies del suelo (Chan, 2001); biodiversidad, biomasa y abundancia. (Marín *et al.*, 2007). Existe evidencia de que algunas técnicas que se utilizan en agricultura orgánica, como la incorporación de la materia muerta al

suelo y el uso de abonos orgánicos, permiten el mantenimiento de altos niveles de actividad de invertebrados edáficos. Así el uso de cultivos de cobertura que posteriormente son cortados y/o triturados posee numerosas ventajas como la protección del suelo frente a lluvia, limita la instalación de plantas invasoras, conserva la humedad y también beneficia a su fauna, ya que fomenta el desarrollo de microorganismos y lombrices de suelo. A pesar de ello, se sabe poco acerca de la ecología trófica de estos sistemas y por tanto de qué niveles de fertilización y manejo son los más adecuados para cada sistema (Lavelle *et al.*, 2001).

**LA MACROFAUNA O "INGENIEROS DE LOS ECOSISTEMAS" (LAVELLE, 1997) INFLUENCIAN DIRECTA O INDIRECTAMENTE LA DISPONIBILIDAD DE RECURSOS PARA OTROS ORGANISMOS A TRAVÉS DE LA EXCAVACIÓN O INGESTIÓN DE MATERIAL MINERAL Y ORGÁNICO DEL SUELO**

Como macrofauna edáfica entendemos aquellos invertebrados que poseen un diámetro superior a 2mm y que desarrollan al menos una parte de su ciclo de vida en el suelo o en el mantillo; por ejemplo algunos insectos, arácnidos y lombrices. Su importancia radica en que influyen en las condiciones de vida, abundancia y estructura de otras comunidades del suelo (Marín *et al.*, 2001) y de ella dependen muchas características físicas, químicas y biológicas del suelo (Fitter *et al.*, 2005).

Son muchas las propiedades del suelo que se ven favorecidas por los macroinvertebrados edáficos. La presencia de lombrices, mejora su estructura, permite la infiltración de agua y disminuye la compactación

### 3 Macrofauna Edáfica

con la formación de canales que favorecen la aireación del mismo y que son aprovechados por las raíces de las plantas (Selles van *et al.*, 2006). En cuanto a las propiedades químicas, las lombrices mejoran la fertilidad del suelo con la descomposición de materia orgánica y mineralización de los nutrientes aumentando su disponibilidad para las plantas. Además con la construcción de galerías en el suelo estos nutrientes se distribuyen en el perfil y son llevados de la superficie a las zonas con mayor concentración de raíces (Brito-Vega *et al.*, 2006). Por último las propiedades biológicas de los suelos también se ven favorecidas, debido a que las lombrices regulan las poblaciones de microorganismos, aumentan la densidad de bacterias fijadoras de nitrógeno y por tanto el nitrógeno disponible para las plantas, favoreciendo su crecimiento (Jiménez Jaén, 1999; Araujo y López-Hernández, 1999; Selles van *et al.*, 2006).

Existen otros grupos que también favorecen la descomposición de materia orgánica en el suelo; se trata de los milpiés (Diplopoda) y los isópodos terrestres (Oniscoideos o bichos bolita). Ambos desarrollan su actividad en el suelo donde se alimentan de vegetales en descomposición (Ruppert y Barnes, 1996). En cultivos son especialmente importantes los artrópodos benéficos que en ocasiones son utilizados como indicadores de la calidad de suelo; por ejemplo: carábidos, arácnidos y estafilínidos (Pfiffner y Niggli, 1996). Los

ciempiés (Chilopoda) también son predadores que resultan benéficos en los sistemas productivos y cuyo análisis es poco contemplado. Se trata de depredadores generalistas que se alimentan de la mesofauna (0,2 a 2mm) y macrofauna edáficas y que se encuentran en el suelo y en la hojarasca. (Cupul-Magaña, 2011). Por tanto los ensambles de macrofauna poseen un papel esencial en los sistemas en estudio por los servicios ecosistémicos que brindan: participación en el ciclo de nutrientes, regulación de las cadenas tróficas de los sistemas productivos además de la polinización de numerosos vegetales (Gullan y Cranston, 2010).

Para la investigación en producciones orgánicas o agroecológicas en las que el objetivo es diseñar sistemas que se regulen de forma autónoma y local, es especialmente interesante analizar la fauna que en él habita desde el punto de vista trófico-funcional. A partir del análisis trófico de los grupos que se encuentran en estos sistemas, es posible deducir cómo se están regulando las poblaciones y por tanto qué prácticas favorecen aquellos grupos que resultan benéficos para el mantenimiento en el tiempo de las características de la producción.

Por ello el objetivo de esta investigación es caracterizar la macrofauna edáfica en cultivos orgánicos con diferente aporte de enmienda y remoción de sustrato e inferir las relaciones tróficas que se dan entre estos organismos en un sistema de producción orgánica.



Fig. 1. Zona anterior de ejemplar de lombriz de la familia Lumbricidae (Oligoqueto).

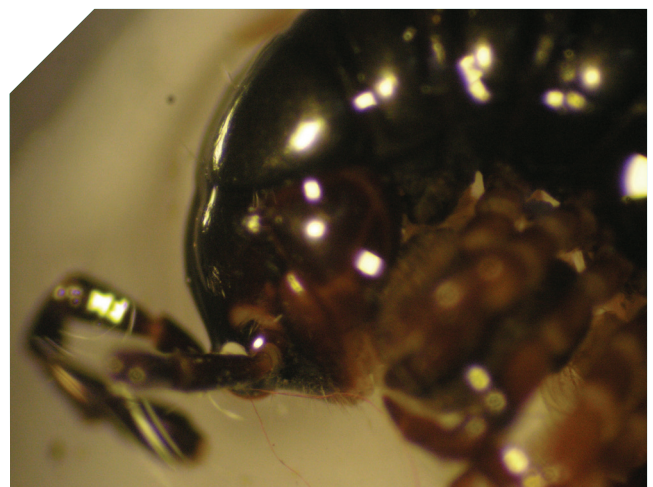


Fig. 2. Zona anterior de ciempiés de la familia Paradoxosomatidae (Diplópodo).



## 2 – “EVALUACIÓN DE MACROFAUNA EDÁFICA EN SISTEMAS CON DIFERENTE REMOCIÓN DE SUELO Y APORTE DE ENMIENDAS.”

### 2.1. Metodología

La evaluación de la macrofauna edáfica se llevó a cabo en un predio orgánico de la estación experimental agropecuaria del INTA en San Pedro (EEA San Pedro, Buenos Aires). Existen varios ensayos implantados en este predio de 6ha, en el que no se ha aplicado ningún tipo de agroquímico durante 18 años y en el que se han llevado a cabo prácticas de manejo agro-ecológicas, uso de enmiendas orgánicas, etc. y que posee certificación orgánica IFOAM.



Fig. 3. Metodología de extracción de monolitos de sustrato (TSBF, Anderson e Ingram, 1993).



Fig. 4. Extracción manual de la macrofauna del sustrato.

En este predio orgánico se evaluó la macrofauna edáfica mediante la metodología del Tropical Soil Biology and Fertility (Anderson e Ingram, 1993) con monolitos de sustrato (Fig.3). Los individuos son separados manualmente (Fig. 4) y fijados en alcohol 70% e identificados hasta la jerarquía taxonómica de familia. Además de la caracterización taxonómica de los grupos de macroinvertebrados relevados y con el fin de aproximarnos a comprender cómo son las relaciones entre estos grupos, posteriormente fueron divididos en los diferentes grupos tróficos (Moore y Walter, 1988)

- Detritívoros, para aquellos que se alimentan de materia orgánica en descomposición.
- Omnívoros, organismos que se alimentan de vegetales y de otros organismos animales.
- Predadores, que son aquellos que basan su dieta en otros organismos animales.
- Herbívoros, para aquellos que se alimentan exclusivamente de vegetales.

Los datos finales se muestran por número de familia e individuos por unidad de superficie, tanto para la presentación taxonómica como para las divisiones trófico-funcionales. Esta última clasificación también se presenta en forma de porcentaje, lo que permite entender mejor las relaciones tróficas que se quieren analizar. Para analizar cómo se reparten los individuos en las diferentes categorías taxonómicas, se utilizó el índice de Shannon, que da una idea de la equitatividad en la composición de la comunidad. La fórmula del índice se muestra a continuación y en ella  $p$  representa a todas las fracciones del número de individuos de un grupo taxonómico y el total de individuos.

En los tratamientos involucrados en este estudio se combinan diferentes variables: el tipo de aporte de materia orgánica, la forma de labranza practicada y las especies cultivadas.



$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

1. Tratamiento 1 (T1): **Lombricompost** (procedente de cama de aves) + **Remoción** de sustrato + **Monocultivo** de lechuga (*Lactuca sativa* var *elisa*). En adelante **AVES**
2. Tratamiento 2 (T2): Enmienda de abono verde con **Moha** -*Setaria italica* (L.) P. Beauv.- y **compost** estabilizado + **Labranza mínima** + **Policultivo** de: acelga

-*Beta vulgaris* L. var *cicla* (L.) W. Koch- y remolacha  
 -*Beta vulgaris* L. var *rapacea* (Koch) Aellen-. En adelante **COMPOST-MOHA**

3. Por último se analizan franjas de **alfalfa** (*Medicago sativa* L.), **sin enmiendas, ni remoción** (T3). En adelante **ALFALFA**

Se llevaron a cabo tres muestreos (mayo, agosto y octubre de 2011) de forma que los mismos quedasen asociados al ciclo de los cultivos de hoja que se encontraban se encuentran en los tratamientos.

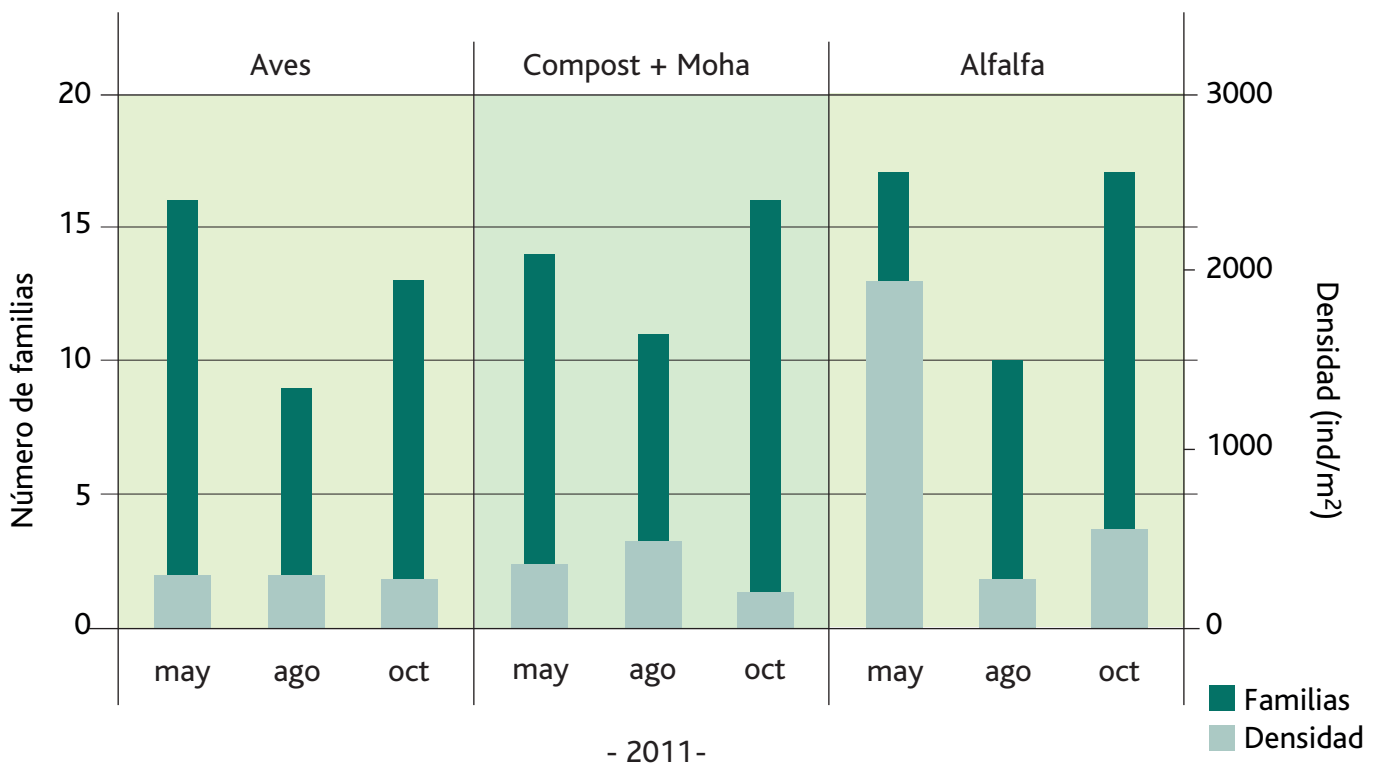


Gráfico 1. Número de familias y densidad (individuos/m2) para los diferentes tratamientos en los distintos tiempos.

	Aves			Compost + Moha			Alfalfa		
2011	may	ago	oct	may	ago	oct	may	ago	oct
Índice de Shannon	2.322	1.714	2.195	2.131	0.8935	2.469	0.7728	1.958	2.132

Tabla 1. Índice de Shannon en los diferentes tratamientos y tiempos.

## 2.2. Resultados

En este estudio se recolectaron 1689 macroinvertebrados totales, de los que el 21,4% pertenecen al Phylum Annelida y el 78,6% al Phylum Arthropoda. Se identificaron un total de 28 familias pertenecientes a 13 órdenes y 8 clases. Para todos los tratamientos la mayor abundancia en el tiempo se dio en el mes de mayo (con 954 individuos) y entre los tratamientos la alfalfa fue el que más individuos presentó con 1040 individuos (Gráfico 1). En cuanto a la diversidad o número de familias, también fue la alfalfa el tratamiento que presentó valores superiores.

Por tanto, el tratamiento de alfalfa posee mayores densidades y número de familias que los demás. Sin embargo los índices de equidad son menores para este tratamiento que para los tratamientos con aportes de enmiendas, en los que las abundancias se reparten en las categorías taxonómicas de forma más equitativa, según el índice de Shannon, a excepción de agosto.

En dos de los muestreos y tratamientos fueron encontrados hormigueros (Alfalfa en mayo y Composta-Moha en agosto). Debido a la gran abundancia de éstas y a que existen autores que consideran a los hormigueros como un solo individuo, los análisis de abundancia se realizaron con y sin hormigueros. Los análisis estadísticos de contraste de densidades entre los diferentes tratamientos y tiempos que fueron efectuados incluyendo las abundancias de los hormigueros, no mostraron diferencias significativas (Kruskall Wallis,  $p=0,05$ ). Sin embargo, estos análisis

referidos a densidad (sin tomar los hormigueros encontrados) sí mostraron diferencias significativas para el mismo tipo de test y nivel de significación (Tabla 2). El tratamiento que posee valores más altos es en general la Alfalfa y en aquel en que el número de individuos se mantiene más constante en los tres tiempos de muestreo es Aves.

En cuanto a las densidades de cada grupo taxonómico, cabe destacar que se encontró una gran abundancia de anélidos (especialmente inmaduros) para prácticamente todos los tiempos y tratamientos. También la alta densidad de milpiés (familia: Paradoxosomatidae) encontrados, y cómo en cada uno de los tratamientos aumentan en el tiempo las larvas de coleópteros tanto las identificadas como aquellas inmaduras, que por carecer de los caracteres distintivos no pudieron ser determinadas.

**EFFECTOS ANTRÓPICOS, COMO PRÁCTICAS CULTURALES, LABRANZAS E INCORPORACIÓN DE MATERIA ORGÁNICA, LLEVAN A CAMBIOS IMPORTANTES EN LA RELACIÓN ENTRE INSECTOS PLAGAS Y PREDADORES.**

Las familias taxonómicas encontradas, fueron ubicadas en los diferentes grupos tróficos en función de la clasificación que se muestra en la tabla 3.

Densidad sin hormigueros	Mayo	Agosto	Octubre
Aves	294,4 abc	291,2 abc	272 abc
Compost Moha	352 bc	130,67 a	184 ab
Alfalfa	458,67 c	269,33 abc	557,33 c

**Tabla 2.** Densidad (individuos/m<sup>2</sup>) de individuos sin hormigueros para cada tratamiento y tiempo. Letras iguales indican que no existen diferencias significativas ( $p=0,05$ ) entre las densidades (Kruskall Wallis).

Clase: Clitellata

Familia:  
Acanthodrilidae



Familia:  
Lumbricidae



Clase: Malacostraca

Familia:  
Armadillidae



Familia:  
Oniscidae





DETRITÍVOROS

Clase: Diplopoda

Familia:  
Paradoxosomatidae



Grupo Trófico: OMNIVOROS

Clase: Insecta

Familia:  
Blattidae



Familia:  
Gryllidae



Familia:  
Gryllotalpidae



Clase: Insecta

Familia:  
Chrysomelidae



Familia:  
Elateridae



Familia:  
Scarabaeidae  
adultos



Familia:  
Scarabaeidae  
larvas





Grupo Trófico: HERVÍBOROS

Clase: Insecta

Familia:  
Cydnidae



Familia:  
Lygaeidae



Familia:  
Pentatomidae



G.T.: PREDADORES

Clase: Insecta

Familia:  
Carabidae  
adultos





Clase: Insecta

Familia:  
Carabidae larvas



Familia:  
Coccinelidae

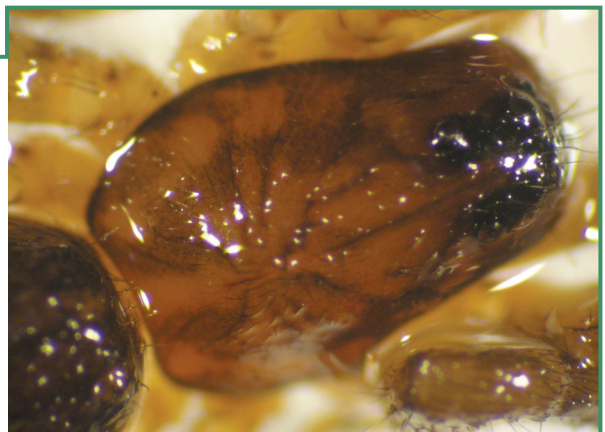


Familia:  
Staphylinidae



Clase: Arachnida

Familia:  
Lycosidae



Clase: Arachnida

Familia:  
Oecobidae



Familia:  
Pholcidae



Clase: Chilopoda

Familia:  
Geophilidae



Familia:  
Henicopidae



Tabla 3. Grupo trófico, clase y familia taxonómica e imagen de algunos de los individuos identificados.

### 3 Macrofauna Edáfica

Los resultados de la densidad de grupos tróficos muestran la dominancia de los detritívoros en todos los tiempos y tratamientos. También cabe destacar los altos valores de herbívoros en el tratamiento Alfalfa, que no poseía remoción de suelo ni aporte de enmiendas y que contrastan con valores menores en los tratamientos que poseían remoción o algún tipo de aporte de enmienda. Los predadores, en cambio mantienen valores similares

para los diferentes tiempos y tratamientos (Tabla 4).

El análisis de los grupos tróficos en función de las proporciones, muestra que existe una mayor proporción de herbívoros en el tratamiento en el que no se produjo remoción de sustrato (Alfalfa) y una mayor proporción de predadores en algunos de los tratamientos y tiempos en los que sí hubo remoción y aporte de enmiendas, como muestra el gráfico 2.

Tratamiento	Aves			Compost - Moha			Alfalfa		
Tiempo	Mayo	Agosto	Octubre	Mayo	Agosto	Octubre	Mayo	Agosto	Octubre
Herbívoros	25,6	19,2	28,8	40	21,33	26,67	125,33	58,67	109,33
Omnívoros	12,8	0	3,2	18,67	10,67	5,33	10,67	13,33	2,67
Predadores	41,6	35,2	28,8	40	21,33	58,67	45,33	16	34,67
Detritívoros	179,2	224	179,2	226,67	64	61,33	205,33	128	160

Tabla 4. Densidad de los grupos tróficos encontrados por tiempo y tratamiento.

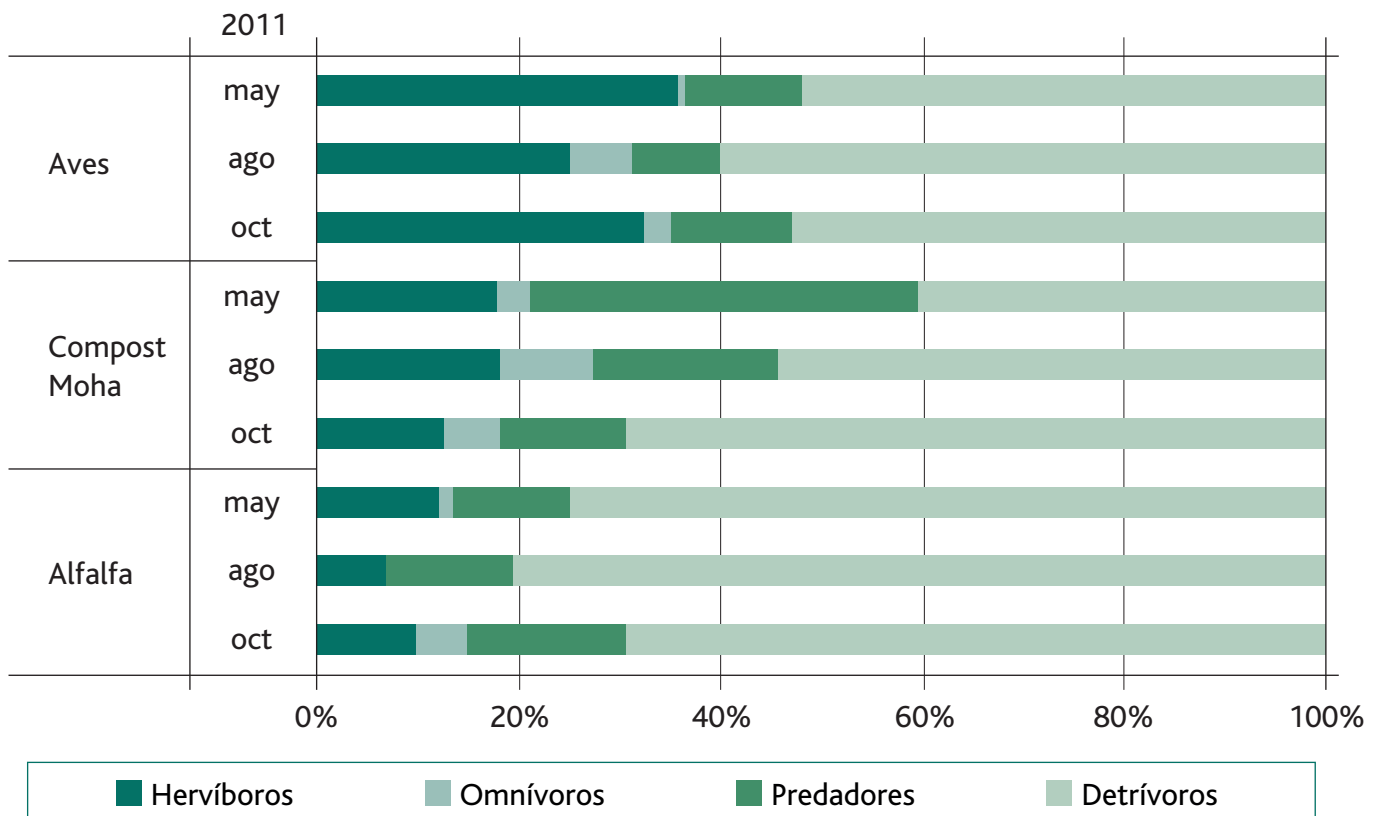


Gráfico 2. Proporción de los diferentes grupos tróficos para los distintos tratamientos y tiempos.



## 2.3. Conclusiones

El tratamiento Alfalfa es el que posee la máxima estabilidad del suelo y ello se refleja en sus máximos valores de número de familias y densidad. Estos valores elevados en índices biológicos contrastan con el índice de Shannon, referido a la equidad en la estructura de la diversidad. La mayor equidad se presentó en los tratamientos que poseen algún grado de remoción y aporte de enmiendas; ya sea de lombricompost o compost combinado con abono verde. La ausencia de remoción en alfalfa, permitió el desarrollo de un mayor número de individuos, en especial de larvas de coleóptero, pero la abundancia se reparte de forma menos homogénea en las categorías taxonómicas. El índice de equidad de Shannon sugiere, por tanto, que sistemas con aportes de enmiendas orgánicas o algún grado de remoción pueden generar nichos más diversos y por tanto, ser capaces de albergar comunidades de organismos en las que los individuos se distribuyen de forma más equitativa en los diferentes grupos taxonómicos.

Los grupos tróficos que se mantuvieron más constantes en los tiempos y tratamientos, detritívoros y predadores, son aquellos que brindan los servicios ecosistémicos de descomposición de materia orgánica y regulación de las poblaciones. Estos servicios son especialmente importantes en sistemas agroecológicos, ya que en ellos se pretende la regulación trófica

y el ciclado de nutrientes de forma autónoma y local. A ello se le suma que en el tratamiento Alfalfa los valores de herbívoros, fueron superiores. Esto puede indicar que algún grado de remoción de sustrato, puede estar controlando las poblaciones de herbívoros que habitan este sistema, sin afectar a los organismos benéficos, que brindan los servicios citados.

Los análisis realizados en el presente estudio dan una idea acerca de cómo está formada la comunidad de macroinvertebrados que habita en estos tratamientos y de las relaciones tróficas que se pueden estar dando entre ellos. Sin embargo para lograr dilucidar cómo funcionan estos sistemas y cómo diseñar agroecosistemas que optimicen las regulaciones y ciclos internos, se torna necesario ampliar el estudio a los demás tipos de organismos; cultivos malezas, micro, meso y macro-fauna y que los mismos se lleven a cabo a diferentes escalas. Estudios que incorporen una mayor cantidad de variables que afectan a los cultivos y que hagan hincapié en los procesos e interacciones que se dan en ellos más allá de sus componentes. Análisis que se basen en los procesos que se están dando en el sistema y en los mecanismos que contribuyan a mejorar su capacidad de autorregulación, a fomentar su independencia de insumos externos sin comprometer su viabilidad productiva en el tiempo.

## 3 – BIBLIOGRAFÍA

- Altieri, M.A. y Nicholls, C.I. 2004. Una base agroecológica para el diseño de sistemas diversificados de cultivo en el Trópico. Manejo integrado de plagas y agroecología, Costa Rica. N°73: 8-20.
- Anderson e Ingram, 1993 en Swift & Bignell. 2001. Standard methods for assessment of soil biodiversity and land use practice. International Centre for Research in Agroforestry. Southeast Asian Regional Research Programme. Bogor, Indonesia
- Araujo, Y., y López- Hernández, D. 1999. Caracterización de las poblaciones de lombrices de tierra en un sistema de agricultura orgánica ubicado en una sabana en el amazonas venezolano. *Ecotrópicos*, 12(1), 49-55.
- Brito-Vega, H., Espinosa-Victoria, D., Figueroa-Sandoval, B., Frago, C., y Patrón- Ibarra, J. C. 2006. Diversidad de lombrices de tierra con labranza de conservación y convencional. *TERRA Latinoamericana*, 24(1), 99-108.
- Cabrera, G. y Crespo, G. 2001. Influencia de la biota edáfica en la fertilidad de los suelos en ecosistemas de

pastizales. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, vol. 35.

- Chan, K. 2001. An overview of some tillage impacts on earthworm population abundance and diversity implications for functioning in soils. *Soil and Tillage Research*, 57(4), 179-191.
- Cupul- Magaña y Germán, F. 2011. Guía para la determinación de las familias de ciempiés. *Interciencia*, vol. 36, núm. 11, pp. 853-859
- FiBL. Forschungsinstitut für biologischen Landbau (Research Institute of Organic Agriculture). 2001. Organic farming enhances soil fertility and biodiversity. Results from a 21 years old field trial. *FiBL Dossier* n°1, Ackerstrasse, Suiza.
- Fitter, A. H., Gilligan, C. A., Hollingworth, K., Kleczkowski, A., Twyman, R. M., y Pitchford, J. W. 2005. Biodiversity and ecosystem function in soil. *British Ecological Society*, 19(3), 369-377.
- Gizzi, Antonio H.; Álvarez Castillo, Héctor A.; Manetti, Pablo L.; López, Alicia N.; Clemente, Natalia L. & Studdert, G. A. 2009 Caracterización de la meso y macrofauna edáfica en sistemas de cultivo del sudeste bonaerense. *Cl. Suelo (Argentina)* 27(1): 1-9.
- Gliessman, S.R. 2002. *Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sostenible*. Litocat, Turrialba, Costa Rica. 359pp.
- Gullan, P. J. y Cranston, P. S. 2010. *The insects, an outline of entomology*. Willey- Blackwell. 590pp.
- Jiménez Jaén, J. J. (1999). Estructura de las comunidades y dinámica de las poblaciones de lombrices de tierra en las sabanas naturales y perturbadas de Carimagua (Colombia). Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid.
- Kladviko, E.J., 2001. Tillage systems and soil ecology. *Soil Tillage Res.* 61, 61–76.
- Lavelle, P.; Spain, A.V. 2001. *Soil ecology*. Ed. Kluwer Academic Publishers. 683 pp.

- Marín, E. P.; Feijoo, A. Peña, J. 2001. Cuantificación de la macrofauna en un vertisol bajo diferentes sistemas de manejo en el valle del Cauca, Colombia. *Revista suelos ecuatoriales*, volumen 31-2: 233-238.
- Marín, E. P. y Feijoo, A. 2007. Efecto de la labranza sobre macroinvertebrados del suelo en vertisoles de un área de Colombia. *Terra Latinoamericana*, volumen 25, n° 3.
- Moore J. C. y Walter D.E. 1988. En Gizzi, A. H., Castillo, H. A. Á., Manetti, P. L., López, A. N., Clemente, N. L., y Studdert, G. A. 2009. Caracterización de la meso y macrofauna edáfica en sistemas de cultivo del sudeste bonaerense. *Cl. Suelo*, 27(1), 1-9.
- Pfiffner, L. y Niggli, U. Effects of Bio-dynamic, organic and conventional farming on ground beetles (col. Carabidae) and other epigeic arthropods in winter wheat. *Biological Agriculture and Horticulture* vol 12, 353-364.
- Pfiffner, L., y Balmer, O. 2011. *Organic Agriculture and Biodiversity*. Research Institute for Organic Agriculture (FiBL). Fact Sheet
- Ruppert, E. E. y Barnes, R. D. 1996. *Zoología de invertebrados*. Sexta edición. Editorial: Mc Graw Hill Interamericana, 1114pp.
- Selles van Sch., G., Ferreyra, R., Ahumada, R., Santelices, M., García- Huidobro, J., & Ruiz, R. 2006. Lombrices de tierra como agentes mejoradores de las propiedades físicas del suelo en huertos frutales. Santiago de Chile: INIA- La Platina.
- Swift & Bignell. 2001. Standard methods for assessment of soil biodiversity and land use practice. International Centre for Research in Agroforestry. Southeast Asian Regional Research Programme. Bogor, Indonesia.
- Toledo, V. M.; Carabias, J.; Mapes, C.; Toledo, C. 1985. *Ecología y autosuficiencia alimentaria*. Ed Siglo XXI. Ciudad de México. 117pp