

Influencia de *Hormogaster elisae* Álvarez, 1977 (Annelida, Oligochaeta) sobre la infiltración y retención de agua del suelo de una parcela de El Molar (Madrid). Un estudio de laboratorio

Influence of *Hormogaster elisae* Álvarez, 1977 (Annelida, Oligochaeta) on the water infiltration and retention of a soil of El Molar (Madrid, Spain). A laboratory study

Rubén Gil, Marta Ramajo, Juan B. Jesús, Dolores Trigo y Darío J. Díaz Cosín

Departamento de Zoología y Antropología Física, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Complutense de Madrid.
José Antonio Novais, 2. 28040 Madrid. dadico@bio.ucm.es

PALABRAS CLAVE: *Hormogaster elisae*, Lombrices de tierra, Infiltración del agua, Humedad del suelo, Madrid, España.

KEY WORDS: *Hormogaster elisae*, Earthworms, Water infiltration, Soil moisture, Madrid, Spain.

RESUMEN

Se estudia el efecto de la lombriz de tierra *Hormogaster elisae* sobre los procesos de percolación y retención de agua. Se montaron en el laboratorio microcosmos experimentales con suelo de El Molar que se incubaron durante un mes, aplicando luego lluvias simuladas, y determinando a continuación la cantidad de agua infiltrada y la humedad final de las distintas capas de suelo. Los resultados obtenidos revelan que la presencia de *H. elisae* incrementa inicialmente la tasa de infiltración, pero este efecto desaparece rápidamente. La infiltración de agua en los microcosmos con lombrices de esta especie varió en función del tiempo pasado tras la simulación de la lluvia y del número de lluvias simuladas; el suelo de estos microcosmos retuvo más agua en las capas profundas, mientras que en las capas superficiales no se observaron diferencias significativas.

ABSTRACT

This paper studies the effect of the earthworm *Hormogaster elisae* on some soil physical parameters at El Molar (Madrid), namely the water infiltration and soil moisture retention. Experimental microcosms were mounted using soil from the research location; after one month of incubation these microcosms were provided with artificial rain, measuring then the amount of draining water and the final moisture of the different soil layers. The resulting data were statistically analyzed through a two-ways ANOVA. The presence of *Hormogaster elisae* increases initially the filtration rate, but this effect disappears quickly. The water infiltration in microcosms with earthworms varied with the time after the artificial rain and with the number of rains. In microcosms with earthworms the soil retained more water in deeper layers, but no significative differences were appreciated in the surface layers.

1. INTRODUCCIÓN

Hormogaster elisae Álvarez, 1977 es una especie endémica del centro de la Península Ibérica, distribuida por unos pocos puntos de las provincias de Segovia y Madrid. Se trata de una especie endogea oligohúmica que realiza movimientos verticales en el suelo en función de la humedad (DÍAZ COSÍN *et al.*, 1996; VALLE *et al.*, 1997).

Es bien sabido que la fauna edáfica, y más concretamente las lombrices de tierra influyen sobre las características físico-químicas del suelo (EHLERS, 1975; AINA, 1984; BOUCHÉ & AL-ADDAN, 1997; STEWART, 2001; LAMANDÉ *et al.*, 2003). Los procesos de ingestión, digestión y defecación son los que más afectan a las características del suelo, ya que durante los mismos se abren galerías y se forman heces que influyen considerablemente en las propiedades físico-químicas de los suelos (BOUCHÉ & AL-ADDAN,

1997). Los efectos químicos se manifiestan no sólo en la composición de los suelos sino también en la distribución, abundancia y accesibilidad de los nutrientes en los distintos horizontes edáficos, ya que los oligoquetos son elementos clave en los procesos de mineralización e inmovilización de nutrientes (COLEMAN *et al.*, 1983; ANDERSON *et al.*, 1985; GARVÍN *et al.*, 2000).

Algunos de los efectos que ejercen las lombrices de tierra sobre las propiedades físicas han sido estudiados por varios autores. EHLERS (1975) y BOUCHÉ & AL-ADDAN (1997) establecieron que existe una correlación entre la presencia de lombrices de tierra y los procesos de infiltración de agua y escorrentía superficial. Se han obtenido resultados similares por varios autores que señalan la existencia de relaciones entre la biomasa de lombrices de tierra y algunos parámetros físicos del suelo (SHARPLEY *et al.*, 1979; AINA, 1984; EDWARDS *et al.*, 1992; LACHNIGHT *et al.*, 1997).

El estudio de los procesos de infiltración tiene gran importancia en agricultura y conservación de suelos, sobre todo en lugares sometidos a fuertes lluvias muy localizadas en el tiempo. Muchos de los estudios realizados hasta ahora se han hecho en suelos con algún tipo de uso agrícola, siendo destacable que en bastantes de ellos las especies de lombrices utilizadas pertenecen al género *Lumbricus* (EDWARDS *et al.*, 1992; LACHNIGHT *et al.*, 1997).

De todo lo expuesto se deduce que son pocos los datos disponibles sobre la relación entre lombrices de tierra y propiedades físicas del suelo en zonas mediterráneas no agrícolas. Por esta razón en el presente trabajo se ha optado por iniciar una línea de trabajo sobre el efecto de *Hormogaster elisae* en los procesos de infiltración, y retención de agua en un suelo no cultivado de El Molar. En este primer trabajo se abordan dos parámetros muy importantes en la dinámica del agua en el suelo: la tasa de infiltración y la retención de agua.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Las lombrices y el suelo se recogieron en una parcela situada en las afueras de El Molar (Madrid), UTM 30TVL525095, mediante excavación y separación manual. Después de eliminar la vegetación existente se recogió suelo de tres profundidades diferentes: Capa 1: 0-10 centímetros. Capa 2: 10-20 centímetros. Capa 3: 20-30 centímetros.

El clima de El Molar es mediterráneo semiárido, caracterizado por una fuerte sequía estival y dos periodos lluviosos repartidos en primavera y otoño. El suelo es arenoso (8,7% arcillas, 10,87% limos y 80,43% de arenas) y pobre en materia orgánica (0,59% de C y 0,12% de N) (RUIZ GIL, 2004). La precipitación media anual es de 438 mm y se reparte irregularmente a lo largo del año (PORTA *et al.*, 1994; GARVÍN *et al.*, 2000).

Los ejemplares recolectados fueron llevados al laboratorio donde se mantuvieron en recipientes con suelo de la parcela de origen llevado al 20% de humedad según el procedimiento descrito por DÍAZ COSÍN *et al.* (1996).

Para medir la tasa de infiltración y la capacidad de retención de agua se realizaron varias series de experimentos siguiendo el método de PITKÄNEN & NUUTINEN (1998) modificado por nosotros. Los microcosmos consistieron en dos tubos concéntricos de 30 cm de altura (para poder reproducir las tres capas de suelo antes citadas). El cilindro exterior se construyó con tubos de PVC de 20 cm de diámetro y el interior (de 10 cm

de diámetro) con una malla de 1 mm de luz. Este tipo de microcosmos tenía un doble objetivo. En primer lugar se trata de evitar el "efecto borde" provocado por las paredes del tubo de mayor diámetro a la hora de verter el agua, ya que en experimentos previos se pudo comprobar que se daba una gran pérdida de agua por el espacio que queda entre el tubo y el suelo. Adicionalmente el cilindro interno servía de jaula donde se introducían los ejemplares de *H. elisae*.

Para estudiar el efecto de *H. elisae* sobre la tasa de infiltración y la humedad del suelo se montaron seis microcosmos con lombrices en el interior del tubo de jaula de malla y se contrastaron los resultados con seis microcosmos control, de iguales características pero sin lombrices. Este experimento se repitió cuatro veces a lo largo del año. La cantidad de suelo en el cilindro interno fue de 3.600 g. El suelo de los microcosmos fue llevado al 20 % de humedad y luego se dejaron reposar durante 24 horas antes de introducir las lombrices para evitar el aumento de temperatura que se produce por la explosión de actividad de los microorganismos edáficos tras humedecer el suelo. En el cilindro interno de cada microcosmos se introdujo un número variable de lombrices hasta alcanzar un peso de 12 g, que de acuerdo con los datos de ingestión de suelo de esta especie dados por DÍAZ COSÍN *et al.* (1996), permite garantizar suficiente alimento durante el mes de duración del experimento.

Treinta días después de haber introducido las lombrices se aplicó una lluvia simulada diaria durante tres días consecutivos sobre los microcosmos experimentales y los controles. La cantidad de agua utilizada en cada lluvia simulada fue de 350 ml, vertidos de manera uniforme sobre el cilindro interior. El agua infiltrada tras cada una de las lluvias simuladas se recogió en cristalizadores a distintos tiempos: 15 minutos, 60 minutos, 2 horas y 24 horas. Con estos resultados se midió la velocidad de infiltración que se expresó en ml/minuto.

Una vez recogida la última de las muestras de infiltración se tomaron 50 gramos de suelo de cada capa de los microcosmos experimentales y controles. Este suelo se secó en estufa a 105 ° C para medir el posible efecto de las lombrices sobre la retención de agua en cada una de las tres capas.

Durante la época más calurosa, primavera-verano, los experimentos se mantuvieron en cámara a 15° C ya que a temperatura ambiente el suelo se reseca rápidamente y los resultados se ven modificados.

La normalidad de las variables se comprobó con el test de Shapiro-Wilks, utilizando la

transformación logarítmica en aquellos casos donde la normalidad no se cumplía. Los resultados fueron analizados mediante ANOVA de dos vías. La comparación a posteriori de cada efecto particular se valoró mediante Fischer LSD test.

3. RESULTADOS

3.1. Velocidad de Infiltración

La velocidad de infiltración disminuye rápidamente con el tiempo, ya que la mayor parte del agua percola en los primeros minutos tras las lluvias simuladas, tanto en los microcosmos controles como en los microcosmos con lombrices (Tabla I). Al cabo de una hora se detiene prácticamente el paso de agua por los microcosmos.

Tabla I.—Media y desviación estándar de la velocidad de infiltración a distintos tiempos en función de la presencia o ausencia de *H. elisae* en los microcosmos experimentales. La p muestra la significación del efecto de la lombriz (LSD test).

—Infiltration rate (mean and standard deviation) in controls and earthworm microcosms at different times; p=statistical signification of the *H. elisae* effect (LSD test)

Minutos	Velocidad de Infiltración				
	Control		Lombriz		Control* Lombriz
	Media	Desv. St.	Media	Desv. St.	p
15	4,03	3,53	6,07	3,64	***
60	1,38	0,77	1,28	0,71	0,68
120	0,20	0,09	0,19	0,09	0,98
1440	0,02	0,01	0,02	0,01	0,99

En la mayoría de los casos se puede observar que la velocidad de infiltración no varía de modo significativo por la presencia de *H. elisae*, debido a la existencia de una interacción con el tiempo al que se realiza la medida (Tabla II). Sólo se detecta un aumento significativo de la velocidad de infiltración en los microcosmos con lombrices en los primeros 15 minutos de experimento (Fisher LSD test; 15 minutos $p < 0,001$). A partir de ese momento se anula el efecto de la presencia de *H. elisae* (Fig. 1) lo que se corrobora con el test “a posteriori” (Tabla II).

El tiempo tras el que se mide la infiltración y el número de lluvias simuladas en cada experimento producen variaciones en los valores de la velocidad de infiltración. A 15 y 60 minutos se aprecia de forma significativa una relación entre el tiempo de infiltración y el número de lluvias, de manera que la velocidad de infiltración es

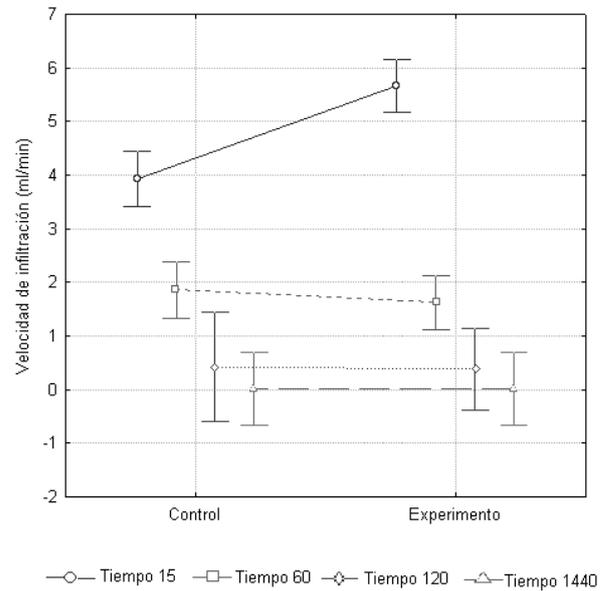


Fig. 1.—Velocidad de infiltración medida a distintos tiempos tras las tres lluvias simuladas, en función de la ausencia (control) o presencia (experimento) de *H. elisae*. Se señala la media y el intervalo de confianza al 95%. El tiempo se mide en minutos.

—Infiltration rate (mean and confidence interval at 95%) at different times after three simulated rains in microcosms without (control) and with *H. elisae*. Time in minutes.

mayor a medida que aumenta el número de lluvias (Fig. 2).

Si se estudia el comportamiento de la velocidad de infiltración en cada una de las tres lluvias simuladas, se puede apreciar que dicha velocidad se incrementa de forma significativa en los tiempos 15 y 60 minutos, mientras que no varía prácticamente en los otros dos tiempos de medida utilizados. De estos resultados se deduce que el

Tabla II.—Efecto de la presencia de *H. elisae*, tiempo de medida y número de lluvias sobre la velocidad de infiltración del suelo. Se muestran los valores de los cuadrados medios F y el nivel de significación (p) de cada uno de los factores y de las interacciones, * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$

—Effect of *H. elisae* presence, time after rain and rain numbers on the water infiltration rate. F: Mean squares, p= significance level of each factor and interaction, * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$

	F	p
Lombriz	2,31	0,13
Tiempo	105,98	***
Lluvias	17,65	***
Lombriz-Tiempo	5,63	***
Lombriz-Lluvias	0,20	0,82
Tiempo-Lluvias	11,91	***
Lombriz-Tiempo-Lluvias	0,15	0,98

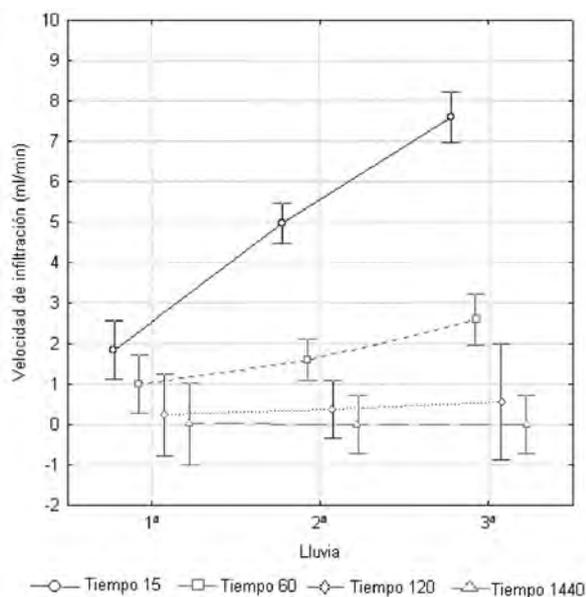


Fig. 2.—Evolución temporal de la velocidad de infiltración en cada una de las sucesivas lluvias simuladas. Se señala la media y el intervalo de confianza al 95%. El tiempo se mide en minutos.

—Temporal evolution of the infiltration rate in the three simulated rains (mean and confidence intervals at 95%). Time in minutes.

agua se infiltra más rápidamente en los primeros momentos tras producirse episodios de lluvia repetidos (Fig. 2).

3.2. Humedad

El efecto de *H. elisae* sobre la cantidad de agua retenida por las distintas capas de suelo varió en función de la profundidad de la capa en cuestión (Tabla III). Los valores de humedad de cada capa son muy similares en los microcosmos experimentales y controles. Sólo aparecen diferencias significativas en el caso de la capa de 20-30 cm en la que los controles muestran valores un poco más altos, indicando que la presencia de lombrices disminuye, de forma poco importante numéricamente pero significativa estadísticamente, la cantidad de agua retenida, (Fig. 3).

4. DISCUSIÓN

Hormogaster elisae aumentó la velocidad de infiltración del agua en los experimentos de laboratorio, corroborando el efecto positivo de las lombrices sobre el proceso de infiltración. Estos resultados se asemejan a la pauta encontrada en trabajos de campo en especies como la anécica

Lumbricus terrestris (EDWARDS *et al.*, 1992) categoría ecológica a la que pertenecen la mayoría de las especies en las que se han estudiado estos aspectos (EDWARDS *et al.*, 1992; BOUCHÉ & AL-ADDAN, 1997; LACHNIGHT *et al.*, 1997). Estos antecedentes, sumados a la falta de estudios sobre especies endógenas, hacen que el estudio de este proceso en *H. elisae* sea relevante, ya que se trata de una especie que habita medios empobrecidos (GARVÍN *et al.*, 2000) en los que la pérdida de suelo a causa de los procesos de escorrentía puede resultar muy importante y representar un problema para el equilibrio del sistema.

Tabla III.—Media y desviación estándar de la humedad del suelo en las distintas capas en función de la presencia o ausencia de *H. elisae* en los microcosmos experimentales. La p muestra la significación del efecto de la lombriz (LSD test), ** $p < 0,01$.

—Soil moisture (mean and estándar deviation) in the three soil layers in control and *H. elisae* microcosms, p=signification level of the earthworm effect (LSD test), ** $p < 0,01$.

Capa	Humedad del suelo				
	Control		Lombriz		Control* Lombriz
	Media	Desv. St.	Media	Desv. St.	p
1	19,73	0,29	19,59	0,21	0,73
2	20,45	0,39	20,49	0,36	0,91
3	23,58	0,40	22,43	0,28	**

La velocidad de infiltración fue mayor en los microcosmos con *H. elisae*, efecto que se acentuó durante los primeros quince minutos después de las lluvias. Tras este primer momento, las velocidades tienden a igualarse y no aparecen diferencias significativas para los restantes tiempos de medida. En un clima mediterráneo, en el que el régimen de precipitaciones se caracteriza por su irregularidad y por la existencia de fuertes tormentas durante los periodos más secos del año, la presencia de una especie como *H. elisae* que favorezca la infiltración en los primeros momentos de lluvia puede ayudar a fijar los suelos y a evitar en cierta medida la pérdida por procesos de escorrentía. BOUCHÉ & AL-ADDAN (1997) señalan la existencia de una relación entre la biomasa de lombrices y el aumento de la tasa de infiltración en una zona de clima mediterráneo, efecto que sería más acusado durante las tormentas, ya que hasta un 10% de la lluvia puede infiltrarse a través de las galerías de las lombrices durante los primeros momentos de precipitación (EDWARDS *et al.*, 1988; EDWARDS *et al.*, 1992).

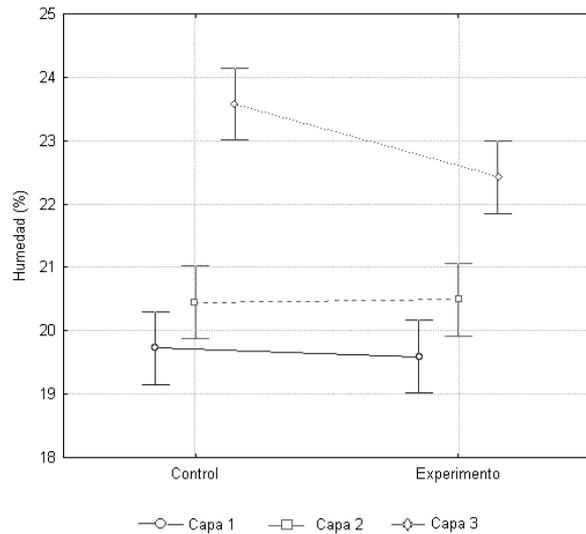


Fig. 3.—Evolución de la humedad del suelo en las distintas capas del experimento en función de la presencia (experimento) o ausencia (control) de *H. elisae*. Se señala la media y el intervalo de confianza al 95%. Capa 1: 0-10 cm, capa 2: 10-20 cm, capa 3: 20-30 cm.

—Soil moisture evolution (mean and confidence intervals) in the three soil layers (1: 0-10 cm, 2: 10-20 cm, 3: 20-30 cm) in controls and *H. elisae* microcosms.

El efecto de las lombrices en los suelos se debe a los procesos de ingestión, digestión y defecación. Como resultado se construyen galerías que actúan como macroporos en los procesos de infiltración y aireación del suelo (EHLERS, 1975; AINA, 1984; BOUCHÉ & AL-ADDAN, 1997; EDWARDS *et al.*, 1992; PITKÄNEN. & NUUTINEN, 1998). Los trabajos realizados en suelos agrícolas demuestran que la destrucción de las galerías por el arado provoca una pérdida de porosidad en el suelo y la consiguiente disminución de la tasa de infiltración, que lleva al aumento de la erosión y escorrentía (AINA, 1984; PITKÄNEN. & NUUTINEN, 1998). EHLERS (1975), señala que la infiltración a través de las galerías solo puede esperarse cuando se producen grandes intensidades de lluvia, ya que cuando la intensidad es baja, el agua se filtra de igual manera a través del suelo que a través de los macroporos generados por animales.

Las lluvias repetidas afectan a la velocidad de infiltración, de manera que los valores más altos se encuentran en la última lluvia simulada. Esto puede deberse a que antes de la primera lluvia simulada el suelo está relativamente seco por las pérdidas producidas por evaporación durante el mes de duración del experimento, y parte del agua de las primeras lluvias puede retenerse en el suelo hasta su saturación. Por tanto es posible que el efecto de las lombrices sobre la tasa de

infiltración no se muestre de manera total hasta que no se alcance la humedad adecuada (PITKÄNEN. & NUUTINEN, 1998).

Las galerías facilitan los procesos de infiltración, pero al mismo tiempo el material que forma las paredes de las mismas retiene agua, incrementando la capacidad de retención de algunos suelos ricos en lombrices (RUSSEL, 1978; BARNES & ELLIS, 1979; EDWARDS *et al.*, 1992). Esta retención de agua no se marca en los suelos de El Molar, en los que no hay prácticamente diferencias entre los suelos de los microcosmos con y sin ejemplares de *H. elisae*, salvo en el caso de la capa más profunda; esto puede deberse a que el porcentaje de arenas se acerca al 81% del total de la composición del suelo, y las arcillas que son las que pueden retener más agua son muy escasas (RUIZ GIL, 2004). La mayor velocidad de infiltración en los microcosmos con lombrices, y la escasez de fracciones finas del suelo capaces de retener el agua explican estos resultados.

Recibido el día 8 de febrero de 2005

Aceptado el día 21 de diciembre de 2005

BIBLIOGRAFÍA

- AINA, P.O. 1984. Contribution of earthworms to porosity and water infiltration in a tropical soil under forest and long term cultivation. *Pedobiologia*, **26**: 131-136.
- ANDERSON, J.M., LEONHARD, M.A., INESON, P. & HUIISH, S. 1985. Faunal Biomass: a key component of a general model of nitrogen mineralization. *Soil Biology and Biochemistry*, **17**: 735-737.
- BARNES, L. 1979. The effects of different methods of cultivation and direct drilling and contrasting methods of straw disposal on earthworms. *Journal of Soil Science*, **30**: 669-679.
- BOUCHÉ, M.B. & AL-ADDAN, F. 1997. Earthworms, water infiltration and soil stability: some new assessments. *Soil Biology and Biochemistry*, **29**: 441-452.
- COLEMAN, D.C., REID, C.P.P. & COLE, C.V. 1983. Biological strategies of nutrient cycling in soil systems. *Advances in Ecological Research*, **13**: 1-55.
- DÍAZ COSÍN, D.J., MORO, R.P., VALLE, J.V., GARVÍN, M.H., TRIGO, D. & JESUS, J.B. 1996. Producción de heces de *Hormogaster elisae* Álvarez, 1977 (Oligochaeta, Hormogastridae) en diferentes tipos de cultivos en laboratorio. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural Sección Biológica*, **92** (1-4): 177-184.
- EDWARDS, W.M., NORTON, L.D. & REDMOND, C.E. 1988. Characterizing macropores that affect infiltration into non-tilled soil. *Soil Science Society of America Journal*, **52**: 483-487.
- EDWARDS, W.M., SHIPITALO, M.J., TRAINA, S.J., EDWARDS, C.A. & OWENS, L.B. 1992. Role of *Lumbricus terrestris* (L.) burrows on quality of infiltrating water. *Soil Biology and Biochemistry*, **24**: 1555-1561.
- EHLERS, W. 1975. Observation on earthworm channels and infiltration on tilled. and untilled loess soil. *Soil Science*, **119**: 242-249.

- GARVÍN, M.H., TRIGO, G., BELINCHÓN, C., MARTÍNEZ, F. & DÍAZ COSÍN D.J. 2000. Efecto de *Hormogaster elisae* (Oligochaeta, Hormogastridae) en la mineralización del C y N del suelo en laboratorio. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural Sección Biológica*, **96** (1-2): 49-55.
- LACHNIGHT, S.L., PARMELEE, R.W., MC CARTNEY, D. & ALLEN, M. 1997. Characteristics of macroporosity in a reduced tillage agroecosystem with manipulated earthworm populations: implications for infiltration and nutrient transport. *Soil Biology and Biochemistry*, **29**: 493-498.
- LAMANDÉ, M., HALLAIRE, V., CURMI, P., PÉRÈS, G. & CLUZEAU, D. 2003. Changes of pore morphology, infiltration and earthworm community in a loamy soil under different agricultural managements. *Catena*, **54**: 637-649.
- PITKÄNEN, J. & NUUTINEN, V. 1998. Earthworms contribution to infiltration and surface runoff after 15 years of different soiling management. *Applied Soil Ecology*, **9**: 411-415.
- PORTA, J., LÓPEZ ACEVEDO, M. L. & ROQUERO, C. 1994. *Edafología para la Agricultura y el Medio Ambiente*. 807 págs. Mundi-Prensa Ed. Castellón.
- RUIZ GIL, M.P. 2004. Biología de *Hormogaster elisae* Álvarez 1977 (Procesos de alimentación y estivación). Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid. 145 págs. (Inédita)
- RUSSEL, E.J. 1978. *Soil conditons and plant growth* 328 págs. Longman, London.
- SHARPLEY, A.N., SYERS, J.K. & SPRINGET, J.A. 1979. Effect of surface casting earthworms on the transport of phosphorous and nitrogen in surface runoff from pasture. *Soil Biology and Biochemistry*, **11**: 459-462.
- STEWART, B.W. 2001. Earthworm, infiltration, and tillage relationships in a dryland pea-wheat rotation. *Applied Soil Ecology*, **18**: 187-192.
- VALLE, J.V., MORO, R.P., GARVÍN, M.H., TRIGO, D. & DÍAZ COSÍN, D.J. 1997. Annual dynamics of the earthworm *Hormogaster elisae* (Oligochaeta, Hormogastridae) in Central Spain. *Soil Biology and Biochemistry*, **29**: 309-312.