

**PAPEL BIOEROSIVO DE LAS ESPECIES DEL SUBGÉNERO  
*PITYMYS* (MAMMALIA, RODENTIA) DURANTE LA ACTIVIDAD  
SUBNIVAL EN EL PIRINEO**

Stella M. GIANNONI<sup>1</sup>

Carlos E. BORGHI<sup>1</sup>

Juan Pablo MARTÍNEZ RICA<sup>1</sup>

RESUMEN.—Se estimó el volumen y distribución de la tierra expulsada por las especies del subgénero *Pitymys* del Pirineo aragonés: *Microtus (Pitymys) pyrenaicus*, *M.(P.) lusitanicus* y *M.(P.) duodecimcostatus*, con el fin de obtener los primeros datos sobre la importancia de la actividad subnival y llegar a evaluar el efecto que ésta tiene sobre los procesos erosivos. Los datos muestran que la actividad subnival de los micromamíferos subterráneos es suficientemente importante como para ser tenida en cuenta (0,25 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>). Esto nos indica un efecto ecológico y geomorfológico importante, producido por unos roedores de baja densidad y muy bajo peso corporal (11-25 gr). Se encontraron diferentes asociaciones de la actividad subnival de las distintas especies con las variables bióticas y abióticas medidas. También queda demostrado que cualquier trabajo sobre este efecto o sobre cualquier otro tipo de bioturbación necesita de una discriminación exacta de las especies que lo producen, a fin de obtener una idea real de sus asociaciones con el resto de las variables bióticas y abióticas.

---

<sup>1</sup> Instituto Pirenaico de Ecología. Apartado 64. E-22700 JACA (HUESCA).

ABSTRACT.—Amount and distribution of soil removed by species of subgenus *Pitymys* in the Aragonese Pyrenees is estimated. The three involved species are *Microtus (Pitymys) pyrenaicus*, *M. (P.) lusitanicus* and *M. (P.) duodecimcostatus*; their subnival activity during winter is evaluated to obtain the first data on its importance on erosive processes. Results show a fairly important subnival activity ( $0.25 \text{ m}^3/\text{ha}^{-1}.\text{yr}^{-1}$ ), although not as large as the summer activity. This reveals a strong ecological and geomorphological effect, carried out by fossorial rodents of small size (11-25 g) and low density. Subnival activity seems to be associated to several measured biotic and abiotic variables. The need of a precise determination of involved species in the study of bioturbative processes is emphasized: otherwise, some of the results may be masked.

KEY WORDS.—Fossorial mammals, soil movement, subnival activity, bioturbation, burrowing, *Microtus*, *Pitymys* spp., Pine Voles, Spanish Pyrenees.

## INTRODUCCIÓN

El estudio de los micromamíferos excavadores y su relación con los factores bióticos y abióticos resulta esencial para llegar a entender los ecosistemas de altitud, donde actualmente se hace más necesario el conocimiento de los factores que influyen o potencian la pérdida de suelo.

Los micromamíferos excavadores de alta montaña, debido a su capacidad de bioturbación, han sido estudiados en la mayoría de las cadenas montañosas del hemisferio norte, en los Alpes (LE LOUARN, 1977), en Colorado (ELLISON, 1946; THORN, 1978) y en el Pirineo francés (HIPPOLYTE, 1984 y 1987). También en el Pirineo español encontramos los trabajos de MARTÍNEZ RICA y PARDO-ARA (1989), BORGHÍ *et al.* (1990) y MARTÍNEZ RICA *et al.* (1991). Sin embargo, todos estos estudios analizan en general la actividad de bioturbación por parte de las especies excavadoras en la época en la que no hay nieve y evalúan su importancia en el movimiento del suelo, pero pocos estudian el movimiento de suelo que estos organismos realizan en la época en que éste se encuentra cubierto por la nieve. Sólo DENDALETCHÉ *et al.* (1984) e HIPPOLYTE (1987) estudiaron la actividad subnival de *Microtus arvalis* para el Pirineo francés, pero no aportan datos para las especies del subgénero *Pitymys*.

En consecuencia, el objetivo de este trabajo es cuantificar la cantidad de suelo expulsado por las especies del subgénero *Pitymys* del Pirineo aragonés (*Microtus (Pitymys) pyrenaicus*, *M.(P.) lusitanicus* y *M.(P.) duodecimcostatus*) durante la época en que el suelo está cubierto por la nieve. Además, estimaremos el volumen y distribución de la tierra expulsada, con el fin de obtener los primeros datos sobre la importancia de la actividad subnival y llegar a evaluar el efecto que ésta tiene sobre los procesos erosivos.

#### MATERIAL Y MÉTODOS

El área de estudio seleccionada es la base de Los Lecherines, a 2.000 m sobre el nivel del mar, ubicada en el piso supraforestal del Pirineo de Aragón, a 30 Km de la ciudad de Jaca (Huesca). Para la toma de datos se utilizó una parcela de una ha, la cual fue dividida en 100 cuadrados de 10 metros de lado, en los que fueron registrados y medidos los depósitos de suelo expulsados por los roedores del subgénero *Pitymys* en la época en que hay nieve. Los datos se tomaron en el mes de junio de 1991, inmediatamente después de la fusión de la nieve, momento en el cual los depósitos estudiados eran muy evidentes. Cada registro se asignó a una de las tres especies del subgénero *Pitymys* presentes en la zona, de acuerdo con el diámetro de los restos producidos, así como con los datos que poseemos sobre la captura de las distintas especies en la zona. En las mismas parcelas se midió la profundidad del suelo, pendiente, cobertura vegetal, cobertura y diámetro medio de las rocas.

A partir de estos datos, se estimó el volumen de suelo expulsado durante la actividad subnival para cada una de las especies presentes, asimilando la forma de éstos a un cilindro, del que se había medido en el campo diámetro y largo. La asociación de la cantidad de suelo expulsado con las variables bióticas y abióticas se calculó con correlaciones de Spearman (SIEGEL, 1986).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

*Distribución del volumen de sedimento expulsado*

Los resultados obtenidos muestran un volumen medio de  $2.560 \text{ cm}^3$  de suelo expulsado por la actividad de los topillos durante la época de actividad subnival en cada  $100 \text{ m}^2$  y una desviación estandar de 4970,2. Como se desprende de estos datos, encontramos una distribución espacial del suelo expulsado que sin duda es consecuencia de la distribución fuertemente contagiosa de los restos, con la moda de  $0 \text{ cm}^3$  y la mediana de  $395,8 \text{ cm}^3$ . En la figura 1 podemos observar el efecto de esta actividad en las parcelas más afectadas. El rango de los valores observados es de  $0 \text{ cm}^3$  a  $21.946 \text{ cm}^3$ .

Observando el histograma de frecuencias del volumen de suelo expulsado en las distintas cuadrículas (figura 2), vemos que en un 43% de las mismas no hubo actividad subnival, un 32% presentó un volumen de suelo expulsado de entre 0,1 y  $2.500 \text{ cm}^3$ , mientras que sólo un 6% de las parcelas de  $100 \text{ m}^2$  poseyeron más de  $17.000 \text{ cm}^3$  de suelo expulsado.

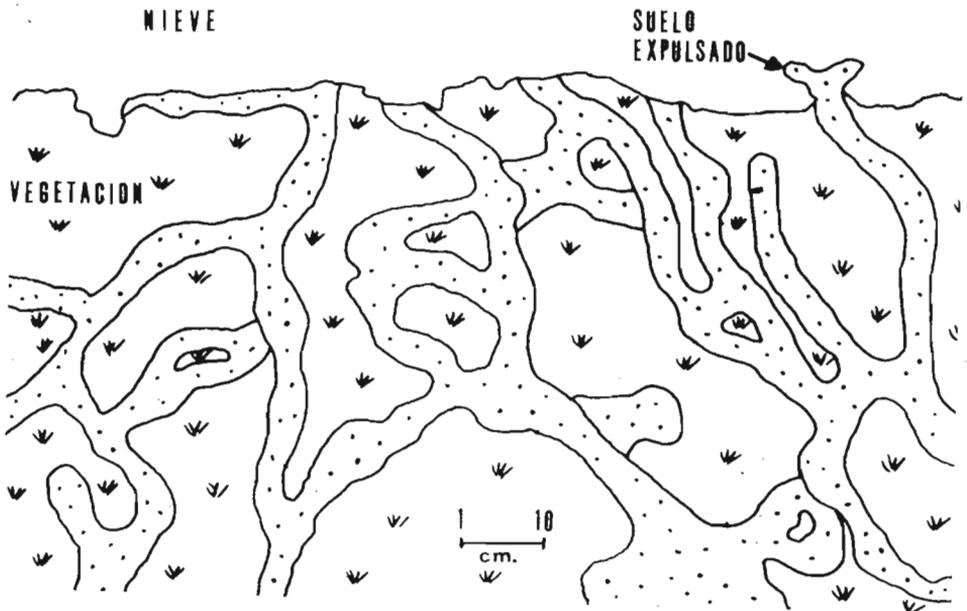


Fig. 1. Diagrama en el que se muestra el suelo expulsado al exterior durante la actividad subnival por los micromamíferos excavadores, en Los Lecherines, Altoaragón.

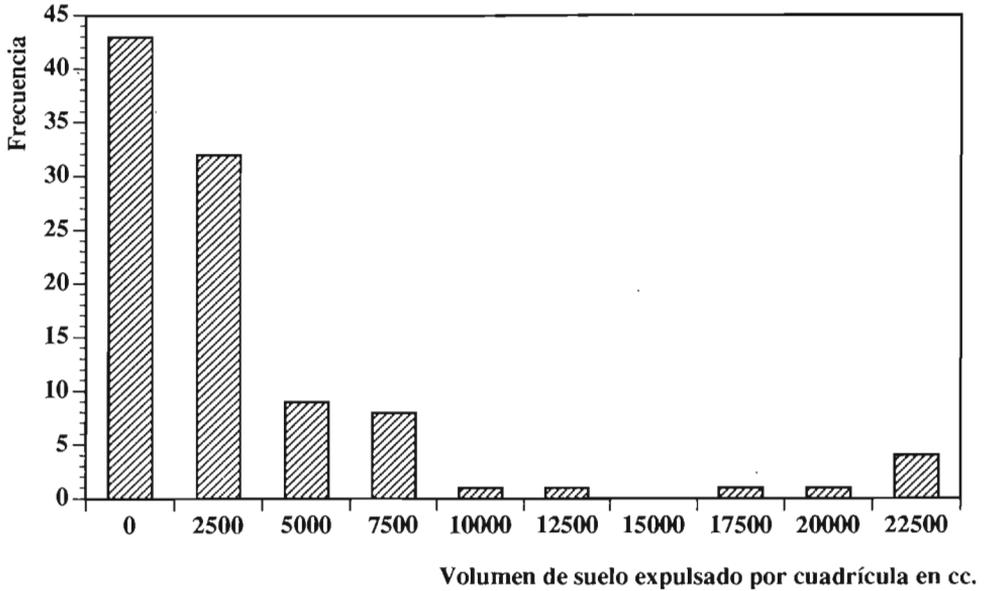


Fig. 2. Histograma de frecuencias del volumen de suelo expulsado en  $\text{cm}^3$  durante la actividad subnival por los micromamíferos excavadores, en Los Lecherines, Altoaragón.

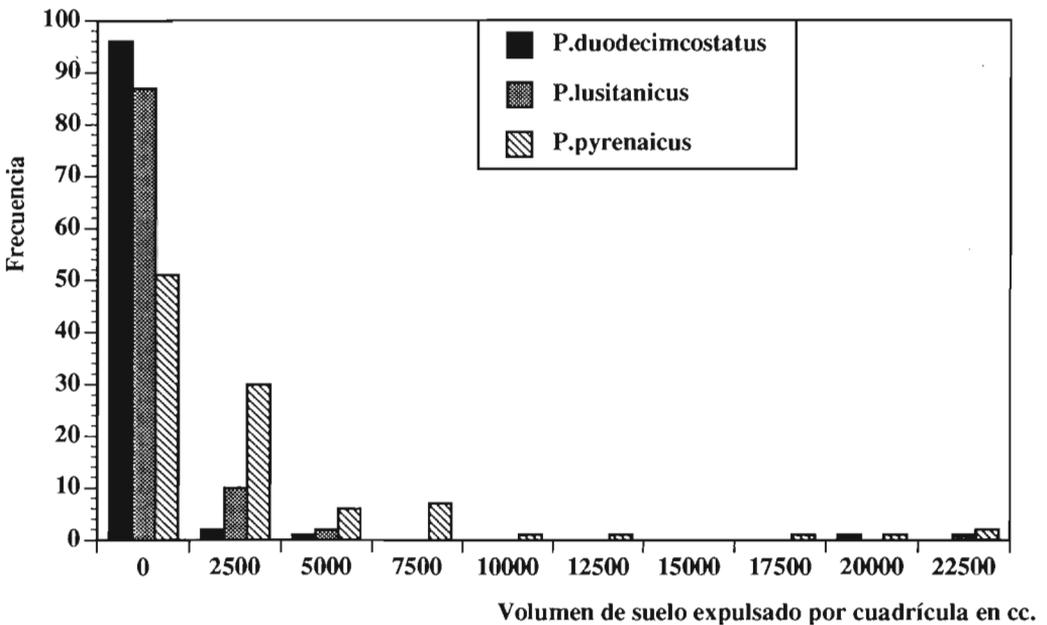


Fig. 3. Histograma de frecuencias del volumen de suelo expulsado en  $\text{cm}^3$  durante la actividad subnival por las tres especies de *Pitymys* en Los Lecherines, Altoaragón: *Pitymys duodecimcostatus*, *P. lusitanicus* y *P. pyrenaicus*.

### *Aporte de cada especie al volumen total de suelo expulsado*

Observando los volúmenes expulsados por cada una de las especies en la parcela de estudio, encontramos que la mayor proporción de suelo expulsado, el 77% (196.999 cm<sup>3</sup>), es responsabilidad de una de las especies: *Pitymys pyrenaicus* (Pp), mientras que el aporte de las otras especies es del 23%, siendo el 14% (35.979,7 cm<sup>3</sup>) aportado por *P. lusitanicus* (Pl) y el 9% (23.071,7 cm<sup>3</sup>) por *P. duodecimcostatus* (Pd). Sin embargo, los valores máximos de suelo expulsado por cada una de las especies son muy similares (Pd=18.924 cm<sup>3</sup>, Pl=21.747 cm<sup>3</sup> y Pp=21.946 cm<sup>3</sup>). Además, los valores medios de suelo expulsado por cada una, tomados sólo en las cuadrículas en que la especie está presente, son también similares (Pd=5.768 cm<sup>3</sup>, Pl=2.768 cm<sup>3</sup> y Pp=4.020 cm<sup>3</sup>). Así pues, la diferencia en cuanto al aporte de suelo de las tres especies se debe simplemente a la distinta proporción de cuadrículas en las que están presentes (4% Pd, 13% Pl y 49% Pp). La comparación de la distribución de frecuencias del volumen de aporte de suelo de cada una de las especies se muestra en la figura 3.

### *Asociaciones de la cantidad de suelo expulsado por las distintas especies a variables bióticas y abióticas*

El análisis del volumen total de suelo expulsado por las tres especies en cada cuadrícula y las distintas variables bióticas y abióticas registradas no revela ninguna asociación con ellas; sólo se encuentra una baja correlación de este volumen con el número total de montículos generados en la misma cuadrícula durante el verano (tabla I).

Por otro lado, cuando se analiza el volumen de suelo expulsado durante la actividad subnival por cada especie por separado sí se encuentran correlaciones significativas (tabla I). En el caso de *Pitymys pyrenaicus*, el responsable de la mayor cantidad de suelo expulsado en el área de estudio, el volumen de suelo expulsado se encuentra en primer lugar correlacionado con la actividad de generación de montículos del verano anterior ( $r=0,35$ ,  $p=0,0005$ ,  $n=100$ ); luego, entre las variables abióticas, existe correlación con la profundidad máxima del suelo de la cuadrícula ( $r=0,23$ ,  $p=0,02$ ,  $n=100$ ) y con el diámetro medio de las rocas presentes ( $r=0,22$ ,  $p=0,025$ ,  $n=100$ ).

	Volumen Total	Signifi- cación	Volumen (P.d.)	Signifi- cación	Volumen (P.l.)	Signifi- cación	Volumen (P.p.)	Signifi- cación
Volumen total	1,0000	(1,0000)	0,0247	(0,8060)	0,3816	(0,0001)****	0,8576	(0,0000)****
Volumen P.d.	0,0247	(0,8060)	1,0000	(1,0000)	-0,0786	(0,4340)	-0,1860	(0,0643)
Volumen P.l.	0,3816	(0,0001)****	-0,0786	(0,4340)	1,0000	(1,0000)	0,1676	(0,0954)
Volumen P.p.	0,8576	(0,0000)****	-0,1860	(0,0643)	0,1676	(0,0954)	1,0000	(1,0000)
N.º montículos verano	0,3001	(0,0028)**	0,1766	(0,0788)	0,3975	(0,0001)****	0,2086	(0,0379)*
Frecuencia P.p.	0,1850	(0,0656)	0,0677	(0,5007)	-0,1500	(0,1356)	0,3509	(0,0005)****
Frecuencia P.l.	0,0816	(0,4171)	-0,1250	(0,2135)	0,5515	(0,0000)****	-0,0345	(0,7317)
Frecuencia P.d.	0,2395	(0,0172)*	0,5683	(0,0000)****	0,0991	(0,3241)	-0,0128	(0,8985)
Profundidad media	0,0361	(0,7198)	0,0591	(0,5568)	-0,2297	(0,0223)*	0,1521	(0,1303)
Profundidad máxima	0,1000	(0,3196)	0,0062	(0,9505)	-0,1170	(0,2442)	0,2314	(0,0213)*
Profundidad mínima	0,0570	(0,5707)	0,0882	(0,3799)	-0,1305	(0,1940)	0,0914	(0,3630)
Pendiente media	0,1085	(0,2801)	-0,0538	(0,5927)	0,0417	(0,6785)	0,0819	(0,4149)
Porcentaje de rocas	-0,0051	(0,9593)	-0,3033	(0,0025)**	0,0710	(0,4799)	0,0654	(0,5151)
Cobertura veg.s/rocas	-0,0014	(0,9889)	0,1399	(0,1641)	-0,2942	(0,0034)**	0,0654	(0,5151)
Cobertura veg.absoluta	0,0369	(0,7136)	0,2726	(0,0067)**	-0,1640	(0,1026)	0,0010	(0,9922)
Cob. hozadas s/rocas	0,1306	(0,1937)	-0,1541	(0,1253)	0,3131	(0,0018)**	0,1253	(0,2126)
Cob. hozadas absoluta	0,1285	(0,2009)	-0,1540	(0,1256)	0,3325	(0,0009)****	0,1198	(0,2334)
Diámetro medio de rocas	0,0893	(0,3741)	-0,3237	(0,0013)****	-0,0504	(0,6163)	0,2246	(0,0254)*

**Tabla I.** Coeficientes de correlación de Spearman entre los volúmenes de suelo expulsado por todas las especies en general (volumen total) y cada especie en particular: *Pitymys duodecimcostatus* = (P.d.), *P. lusitanicus* = (P.l.) y *P. pyrenaicus* = (P.p.), así como las variables bióticas y abióticas medidas en la parcela de estudio.

Los resultados de *Pitymys duodecimcostatus*, también como en *P. pyrenaicus*, muestran una correlación con la actividad de formación de montículos del verano anterior ( $r=0,57$ ,  $p=0,0000$ ,  $n=100$ ) y además con la cobertura absoluta de vegetación ( $r=0,27$ ,  $p=0,007$ ,  $n=100$ ). En cuanto a la asociación con variables abióticas, correlacionan negativamente con el porcentaje de rocas en la cuadrícula ( $r=-0,303$ ,  $p=0,025$ ,  $n=100$ ) y con el diámetro medio de las rocas presentes en la misma ( $r=-0,3237$ ,  $p=0,0013$ ,  $n=100$ ).

En el caso de *Pitymys lusitanicus*, existe también la misma asociación con la actividad del verano anterior ( $r=0,5515$ ,  $p=0,0000$ ,  $n=100$ ) y luego poseen una asociación negativa con la cobertura vegetal ( $r=-0,2942$ ,  $p=0,0034$ ,  $n=100$ ) y positiva con las hozadas de jabalíes ( $r=0,3325$ ,  $p=0,0009$ ,  $n=100$ ). Para esta última especie también se encontró una correlación negativa con la profundidad media del suelo ( $r=-0,2297$ ,  $p=0,0223$ ,  $n=100$ ).

Los resultados antes expuestos muestran que es imposible comprender la complejidad del movimiento de suelo que se produce durante la época en que permanece cubierto de nieve sin analizar de manera independiente a las especies responsables de esta actividad, ya que en los análisis realizados con todo el volumen de suelo expulsado en esta época no se encontraron prácticamente asociaciones y éstas sólo aparecieron cuando aquéllos se llevaron a cabo con las observaciones de manera independiente para cada especie.

Los datos también muestran que el movimiento de suelo estimado para los meses (de noviembre a junio) en que la parcela se encuentra cubierta por la nieve,  $256.050 \text{ cm}^3$ , son muy inferiores a los volúmenes de suelo expulsado estimado para el resto del año, de julio a octubre ( $3.690.000 \text{ cm}^3$ ; BORGHI *et al.*, 1990).

## CONCLUSIONES

Los datos presentados muestran que la actividad subnival de los micromamíferos subterráneos, si bien no produce un movimiento notable de suelo en la época invernal, es suficientemente importante como para

ser tenido en cuenta ( $0,25 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$ ). Dentro de cualquier cuenca o valle, de una extensión media de unas 15.000 ha, el volumen de suelo movilizado llegaría a  $3.750 \text{ m}^3$ , si la densidad de éstos micromamíferos fuera homogénea. Esto nos indica un efecto ecológico y geomorfológico importante, producido por unos roedores de baja densidad (5 a 20 animales en una ha) (BORGHI, datos no publicados) y muy bajo peso corporal (11-25 gramos).

También queda demostrado que cualquier trabajo sobre este efecto o sobre cualquier otro tipo de bioturbación necesita de una discriminación exacta de las especies que lo producen, a fin de obtener una idea real de sus asociaciones con el resto de las variables bióticas y abióticas.

#### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se realizó gracias a una beca de estudio que disfrutó uno de los autores (Stella M. Giannoni) concedida por el Instituto de Estudios Altoaragoneses; otro de los autores (Carlos E. Borghi) disfrutó de una beca predoctoral del convenio CSIC (España)-CONICET (Argentina). Además agradecemos la financiación del proyecto "Erosión en campos abandonados" del CICYT (España). También agradecemos la ayuda brindada por J. Isern (Instituto Pirenaico de Ecología) por la colaboración prestada en todos los momentos en que la necesitamos.

#### BIBLIOGRAFÍA

- BORGHI, C.E.; GIANNONI, S.M. y MARTÍNEZ-RICA, J.P., 1990. Soil Removed by Voles of the genus *Pitymys* in the Spanish Pyrenees. *Pirineos*, 136: 3-18.
- ELLISON, L., 1946. The pocket gopher in relation to soil erosion on mountain range. *Ecology*, 27: 101-114.
- HIPPOLYTE, J., 1984. *Recherches préliminaires sur l'érosion biologique en écosystème d'altitude: le rôle de Microtus arvalis Pallas*. Mémoire pour l'obtention du Diplôme d'étude approfondie soutenue le 20 septembre 1984 à l'Université Paul Sabatier (Toulouse). 139 pp.

- HIPPOLYTE, J., 1987. *Recherches sur Microtus arvalis (Pallas) en altitude (Pyrénées Occidentales): écologie et rôle dans la bioturbation*. Ph. D. Thesis, Univ. de Pau et des Pays de l'Adour, Pau. 148 pp.
- LE LOUARN, H., 1977. *Les micromammifères et les oiseaux des Hautes-Alpes, Adaptation à la vie en montagne*. Thèse de doct. d'État. Rennes.
- MARTÍNEZ-RICA, J.P. & PARDO, M.P., 1990. Pervii dannie ov erozii, vizivaemoi melkimi mlekopitayuschimi v Tsentralnikh Pireneyakh (Ispaniya). *Ekologiya*, 1990 (1): 27-36.
- MARTÍNEZ-RICA, J.P.; BORGHI, C.E. y GIANNONI, S.M., 1991. *Research on Bioturbation in the Spanish Mountains*. In: SALA, M.; RUBIO, J.L. & GARCÍA-RUIZ, J.M. (eds.). *Soil Erosion Studies in Spain*. Geofoma Ediciones, Logroño.
- SIEGEL, S., 1986. *Estadística no Paramétrica aplicada a las ciencias de la conducta*. Editorial Trillas. México.
- THORN, C.E., 1978. A preliminary assessment of the geomorphic role of pocket gophers in the alpine zone of the Colorado front range. *Geografiska. Annaler*, 60: 181-187.