

TENDENCIAS GEOGRÁFICAS EN LA DIETA DE LA LECHUZA COMÚN (*Tyto alba*, SCOPOLI 1769) E INTERPRETACIÓN DE LOS PATRONES DE RIQUEZA DE LAS COMUNIDADES DE MICROMAMÍFEROS: UNA NUEVA APROXIMACIÓN ANALÍTICA

I. TORRE

Museu de Granollers-Ciències Naturals. C/ Francesc Macià 51. 08400 Granollers (Barcelona)
(itorre@teleline.es)

RESUMEN

Se propone la utilización del Análisis de la Covarianza (ANCOVA) como método alternativo al análisis de los patrones de riqueza ya conocidos (ej: índices, rarefacción, etc.), técnica estadística que permite detectar tendencias a la vez que controla el efecto del esfuerzo de muestreo sobre la riqueza, uno de los factores más influyentes en la aparición de sesgos en este tipo de estudios. Para ello analizamos los patrones geográficos de riqueza de las comunidades de micromamíferos detectados en la dieta de la lechuza común *Tyto alba* a partir de varios estudios publicados en la península Ibérica. En los trabajos analizados se detectaron sesgos muestrales, pues las relaciones riqueza-tamaño de muestra fueron lineales y altamente explicativas en todos los casos. Muchos estudios raramente tienen en cuenta el efecto del tamaño de muestra a la hora de derivar conclusiones sobre la riqueza de las comunidades, hecho que puede llevar a interpretaciones erróneas. El análisis de la Covarianza conjunto confirmó que la riqueza de las comunidades de micromamíferos en la dieta aumentó con la altitud y la latitud considerando 169 localidades de la península ibérica. El análisis de los residuos de regresión mostró diferencias altitudinales en los patrones de detectabilidad específica por la lechuza, con un mayor número de especies detectadas para el mismo tamaño de muestra en zonas elevadas. El número mínimo de presas analizadas para obtener un reflejo de la riqueza de las comunidades de micromamíferos fue menor en zonas bajas (entre 300 y 500 presas), mientras que se incrementó en zonas altas (entre 500 y 700 presas).

Palabras clave: ANCOVA, dieta, Lechuza común, micromamíferos, Península Ibérica, riqueza, *Tyto alba*

ABSTRACT

Geographic trends in the diet of the common barn-owl (Tyto alba, Scopoli 1769) and the interpretation of patterns of richness of small mammal communities: a new analytical approach

We propose the Analysis of Covariance (ANCOVA) as an alternative to the analysis of spatial patterns of richness (ex: index, rarefaction, etc.), a statistical technique that allows the detection of patterns after controlling for the effects of sampling effort on species-richness, one of the most influential biasing factors in these studies. We studied geographic patterns of richness of small mammal communities found in common barn-owl (*Tyto alba*) dietary studies conducted in Spain. We detected sample biases in all papers analysed, since richness-sample size relationships were linear and explained a great amount of variance (between 43 and 65%). Many studies rarely take account of sample sizes, and conclusions about richness of small mammal communities at spatial scales could be misunderstanding. As a whole, the

ANCOVA showed that richness of the small mammal communities in the diet increased both with altitude and latitude considering 169 localities from Spain. The analysis of the residuals of regression showed that patterns of specific detection by the owls changed with altitude, with a high number of species detected in highlands than in lowlands for a similar sample size. The number of small mammalian prey to be analysed to reach a thoroughly reflex of the richness of the small mammal communities was lower in lowlands (between 300 and 500 preys) than in highlands (between 500 and 700 preys).

Key words: ANCOVA, common barn-owl, diet, richness, small mammals, Spain, *Tyto alba*

INTRODUCCIÓN

Los estudios que tratan la distribución de los micromamíferos empleando el análisis de la dieta de la lechuza común *Tyto alba* son numerosos (Iza 1985, Alegre et al. 1989, Pérez-Barbería 1991, Moreno y Barbosa 1992, Torre et al. 1996, entre otros). En general, dichos trabajos justifican el método teniendo en cuenta que las egagrópilas producidas por las lechuzas reflejan fielmente su dieta y que los cambios en la dieta demuestran cambios en la disponibilidad de las especies en la comunidad de micromamíferos (Clark y Bunck 1991, Taylor 1994) debido al carácter oportunista del predador (Díaz et al. 1996). Aparte de algunas limitaciones (Saint-Girons y Spitz 1966, Clark y Bunck 1991), éste es un método útil para establecer patrones de distribución y abundancia de micromamíferos a escala geográfica (ej: variaciones en relación a la altitud o latitud, Clark y Bunck 1991, Pérez-Barbería 1991, Moreno y Barbosa 1992, Torre et al. 1996) e incluso paisajística (ej: variaciones entre tipos de cultivos, Cooke et al. 1996, Torre et al. 1997). Sin embargo, la interpretación de los patrones de riqueza a dichas escalas puede ser dificultosa si no se tiene en cuenta el esfuerzo muestral realizado (Rahbek 1995). Así pues, la riqueza (entendida como el número de especies detectadas en cada muestra) varía dependiendo del tamaño de la muestra analizada (Ludwig y Reynolds 1988, Clark y Bunck 1991) y, aunque se han descrito a raíz de ello una serie de índices de riqueza y métodos estadísticos que tienen en cuenta el tamaño muestral, en general las premisas que requieren son raramente cumplidas (Ludwig y Reynolds 1988). Por otra parte, la mayoría de estudios solamente utiliza índices en el caso de la diversidad (de difícil interpretación en algunos casos, Ludwig y Reynolds 1988, Kelt 1996), acostumbrando a representarse la riqueza como el número de especies detectadas en cada muestra.

En el presente trabajo proponemos la utilización de un método alternativo a los ya conocidos para controlar el efecto de los sesgos muestrales sobre la riqueza, analizando los patrones geográficos de riqueza de las comunidades de micromamíferos detectados en la dieta de la lechuza común a partir de varios estudios publicados en la península Ibérica.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se ha analizado una muestra de trabajos en los que se extraen conclusiones relativas a los patrones de riqueza de micromamíferos basados en el análisis de la dieta de la lechuza, y/o en los que se presentan los datos necesarios para poder contrastar las hipótesis planteadas (únicamente se han considerado los trabajos en que la dieta se comenta por localidades, con sus valores de tamaño de muestra y situación geográfica). El análisis de los patrones de riqueza de las comunidades de micromamíferos se acostumbra a estructurar de la siguiente forma: 1) obtención de los valores de riqueza de las comunidades una vez controlado el efecto del esfuerzo de muestreo realizado en cada ocasión (para lo que se pueden utilizar los procedimientos descritos a continuación) y 2) análisis de los efectos para dilucidar patrones de riqueza mediante la utilización de pruebas estadísticas. La revisión realizada por Rahbek (1995) demuestra que en la mayoría de estudios se realizan comparaciones de riqueza sin tener en cuenta el esfuerzo muestral realizado, hecho que conlleva la aparición de patrones diferentes cuando se utilizan los mismos datos estandarizados. Existen una serie de procedimientos que permiten controlar el efecto del esfuerzo de muestreo sobre la riqueza, como son la utilización de índices de riqueza, la rarefacción y el análisis de curvas de riqueza acumulada. El cálculo de la riqueza mediante índices como el de Margalef (1958) presupone la existencia de una relación funcional entre la riqueza y el tamaño de muestra (Ludwig y Reynolds 1988), de tal manera que si tal relación no se cumple es del todo desaconsejable extraer conclusiones válidas sobre la riqueza. Un método alternativo al anterior es la rarefacción (James y Rathbun 1981), procedimiento estadístico que permite estimar la riqueza de diferentes localidades para un mismo tamaño de muestra. A pesar de ser un método recomendable frente al anterior, también presenta sus limitaciones (Ludwig y Reynolds 1988). La comparación de curvas de riqueza acumulada es otra aproximación válida para estudiar los patrones de riqueza de las comunidades de micromamíferos.

La utilización de cualquiera de los métodos comentados anteriormente supone un paso necesario y previo al análisis de los patrones de riqueza, que puede ser más o menos tedioso teniendo en cuenta la dificultad de cálculo de ciertos índices y estimadores. El procedimiento descrito a continuación comporta una simplificación computacional, pues permite analizar simultáneamente los patrones de riqueza y el efecto de los sesgos muestrales mediante la utilización del Análisis de la Covarianza (ANCOVA). Esta técnica estadística permite cuantificar los efectos de los factores considerados (altitud, latitud, etc.) sobre una variable determinada (riqueza), controlando o eliminando el efecto de una segunda variable

presumiblemente relacionada con la primera (tamaño de muestra) denominada covariable. Una de las premisas de esta prueba estadística es la existencia de una relación lineal entre la variable dependiente y la covariable, supuesto incumplido atendiendo a que las relaciones entre riqueza y tamaño muestral no lo son (generalmente relaciones de tipo logarítmico). La transformación de dichas variables permitirá conseguir relaciones lineales y el cumplimiento de los supuestos estadísticos de normalidad y homocedasticidad (Zar 1996). Si la riqueza está correlacionada con el tamaño muestral cabe esperar un efecto significativo de la covariable sobre la variable dependiente y, por tanto, con este análisis obtendremos los valores de riqueza relativos una vez eliminado el efecto del tamaño de muestra sobre la riqueza. A su vez, la existencia de interacciones entre la riqueza y el tamaño de muestra puede aportar información acerca de las posibles variaciones de la riqueza en función del tamaño muestral para cada nivel de un factor analizado, comparando las pendientes de las rectas. Además, el análisis de los residuos de regresión nos informará sobre los posibles cambios en la detectabilidad de las especies por la lechuza a las escalas planteadas. Así pues, si presuponemos un incremento de la riqueza con la altitud, esperaremos que los residuos de regresión sean positivos en las zonas elevadas, y negativos en las zonas bajas.

RESULTADOS

En todos los trabajos estudiados se ha detectado una clara influencia del tamaño de muestra sobre la riqueza (con un porcentaje de varianza explicado entre el 43 y el 65%), con lo que es recomendable analizar los datos teniendo en cuenta éste (tabla 1). En la tabla 2 se aprecian los sesgos debidos al tamaño muestral (número de presas y número de localidades para cada nivel del factor) en varios estudios realizados en la península Ibérica (en todos los casos se ha reanalizado la información para poder detectar patrones en la riqueza). La relación lineal entre la riqueza y el número de presas (micromamíferos) analizadas en la dieta de la lechuza para el conjunto de las 169 localidades ($r^2 = 0.59$, $p < 0.0001$), permitió realizar un análisis global de los patrones altitudinales y latitudinales de la riqueza a una escala geográfica mayor (península Ibérica). En general, el incremento de la riqueza con la altitud comporta únicamente la incorporación de una especie (en promedio) a la fauna de la montaña mediana respecto de las zonas bajas, y el ANOVA de los residuos de regresión corrobora el incremento de la riqueza relativa en altitud ($F = 6.44$, $p < 0.001$, g.l. = 3, figura 1), pues las muestras de las zonas de montaña mediana detectan más especies que las de zonas bajas una vez corregido el efecto del tamaño muestral. El patrón latitudinal de la riqueza es equivalente al encontrado para la

altitud, sin embargo es destacable la aparición de una interacción entre la riqueza y el tamaño de muestra para cada intervalo latitudinal. La figura 2 muestra que en su conjunto, la curva riqueza-tamaño de muestra se estabiliza en la categoría 300-500 presas, y a partir de aquí un mayor esfuerzo analítico no redundaría en una mayor riqueza, pues los residuos de regresión disminuyen. No obstante, la relación entre la riqueza media y el tamaño medio de muestra analizado permite observar diferencias en altitud respecto de la detectabilidad de especies por la lechuza (figura 3). Así pues, mientras que en las zonas bajas la riqueza media máxima se alcanza con un análisis de 500 presas, en zonas altas la riqueza se incrementa aún con muestras de más de 1000 presas (aunque no significativamente). El análisis de los residuos de regresión confirma que los valores máximos de riqueza relativa (una vez corregido el efecto del tamaño de muestra) se obtienen entre las 300 y las 500 presas analizadas en zonas bajas, y entre las 300 y las 700 presas analizadas en zonas altas (figura 4).

TABLA 1

Porcentaje de varianza explicado por los factores analizados (altitud, latitud, tipo de cultivos) sobre la riqueza de las comunidades de micromamíferos en la dieta de la lechuza (ANOVA) y controlando el efecto del tamaño de muestra (ANCOVA) (nivel de significación: +: $p = 0,06$, * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$, **** $p < 0,0001$) (1- Andalucía occidental: Herrera 1977; 2- Sierra de Gata: Dueñas y Peris 1985; 3- Montseny: Torre et al. 1996; 4- Pirineo catalán: Gil et al. 1986, Culi et al. 1989; 5- Pirineo aragonés: Moreno y Barbosa 1992; 6- Valle del Ebro: Torre et al. 1997; 7-8, análisis conjuntos con 169 localidades)

*Percentage of variance explained by the three factors analysed (altitude, latitude and landscape) on the richness of the small mammal communities found in common barn-owl diet (ANOVA) and after controlling for sample size (ANCOVA) (p-level; +: $p = 0,06$, * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$, **** $p < 0,0001$) (1- Western Andalucía: Herrera 1977; 2- Sierra de Gata: Dueñas and Peris 1985; 3- Montseny: Torre et al. 1996; 4- Catalan Pyrenees: Gil et al. 1986, Culi et al. 1989; 5- Aragonese Pyrenees: Moreno and Barbosa 1992; 6- Ebro valley: Torre et al. 1997; 7-8, whole analysis considering 169 localities)*

RIQUEZA	Efecto ANOVA (%)	Efecto ANCOVA (%)	Efecto COV (n)	Interacción COV x efecto
Altitud (1)	5,9	0,1	65,0****	no
Altitud (2)	1,5	9,5*	64,9****	no
Altitud (3)	0,4	1,6	42,3****	no
Altitud (4)	5,1	2,1	61,4****	marginal ($p = 0,08$)
Latitud (5)	35,1**	57,5****	43,1****	no
Cultivo (6)	29,6+	17,6	50,9****	Si ($p = 0,01$)
Altitud Conjunto (7)	4,5*	10,4****	61,9****	no
Latitud Conjunto (8)	22,7****	9,7***	52,7****	marginal ($p=0,06$)

TABLA 2

Valores medios (\pm error estándar) para la riqueza y para el número de micromamíferos analizados en la dieta de la lechuza en función de los factores analizados en varios estudios sobre la dieta de la lechuza realizados en España (en todos los casos se ha reanalizado la información, referencias como en la tabla 1)

Mean values (\pm standard error) of richness and number of small mammal analysed in the common barn-owl diet related to the factors considered in some barn-owl dietary studies conducted in Spain (information was reanalysed in all cases, references as in table 1)

FUENTE	FACTOR	Riqueza \pm e.s.	Nº micromamíferos \pm e.s.	Nº de muestras
1) Herrera (1977)	Altitud < 250 m.s.n.m.	5,07 \pm 0,39	175 \pm 72,6	14
	Altitud > 250 m.s.n.m.	5,88 \pm 0,58	1145 \pm 903,3	9
2) Dueñas y Peris (1985)	Altitud < 550 m.s.n.m.	5,20 \pm 0,47	152 \pm 20,9	24
	Altitud > 550 m.s.n.m.	5,80 \pm 0,59	154 \pm 45,4	20
3) Torre et al. (1996)	Altitud < 600 m.s.n.m.	7,95 \pm 0,39	573 \pm 105,8	20
	Altitud > 600 m.s.n.m.	7,77 \pm 0,75	718 \pm 188,4	9
4) Gil et al. (1986) y Culi et al. (1989)	Altitud < 800 m.s.n.m.	8,72 \pm 0,70	688,3 \pm 302,1	11
	Altitud > 800 m.s.n.m.	7,83 \pm 0,58	336,6 \pm 82,4	12
5) Moreno y Barbosa (1992)	Latitud N	8,77 \pm 0,57	415 \pm 131,7	9
	Latitud S	6,72 \pm 0,38	544 \pm 139,2	11
6) Torre et al. (1997)	Ribera-Regadio	7,37 \pm 0,43	1153 \pm 492,3	8
	Ribera-Secano	6,25 \pm 0,52	256 \pm 103,1	8
	Secano-Arbolado	5,40 \pm 0,40	314 \pm 154,9	5
	Secano	5,88 \pm 0,26	150 \pm 49,4	9
7) CONJUNTO	Altitud < 400 m.s.n.m.	6,26 \pm 0,23	410 \pm 73,3	73
	Altitud 400-600	6,31 \pm 0,36	373 \pm 75,3	32
	Altitud 600-800	7,08 \pm 0,46	643 \pm 259,2	34
	Altitud > 800 m.s.n.m.	7,53 \pm 0,40	327 \pm 53,4	30
8) CONJUNTO	Latitud 39°	5,39 \pm 0,33	554 \pm 358	23
	Latitud 40°	5,47 \pm 0,36	153 \pm 23,3	44
	Latitud 41°	7,08 \pm 0,23	555 \pm 90,3	59
	Latitud 42°	7,97 \pm 0,29	496 \pm 91,5	43

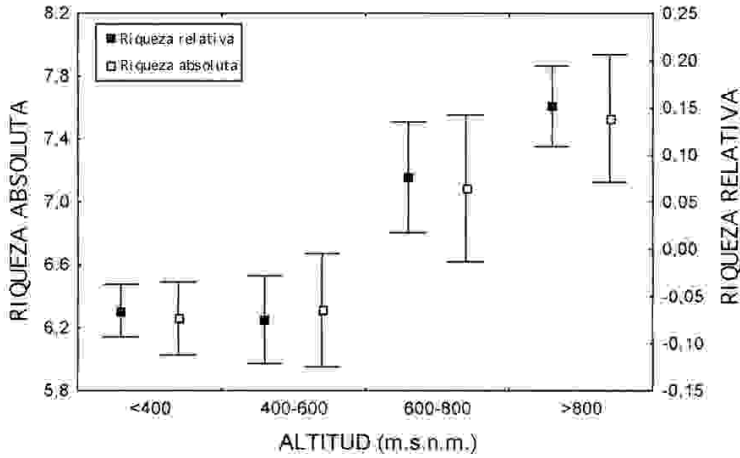


Figura 1. Valores medios (\pm error estándar) para la riqueza absoluta y la riqueza relativa (residuos de la regresión entre la riqueza absoluta y el tamaño de muestra analizado) de las comunidades de micromamíferos en la dieta de la lechuza en cada una de las cuatro unidades de altitud establecidas (sobre 169 localidades y 73.621 micromamíferos identificados)

Mean values (\pm standard error) of absolute richness and relative richness (residuals of the regression between absolute richness and sample size) of the small mammals communities in the diet of the common barn-owl at the four altitude units established (169 localities and 73.621 small mammals identified)

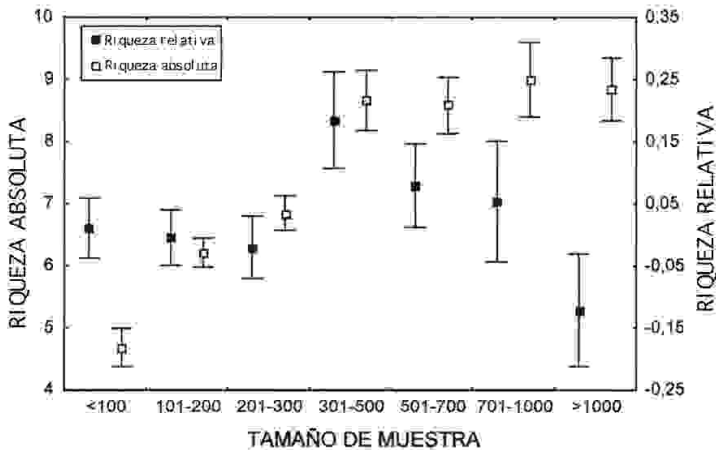


Figura 2. Valores medios (\pm error estándar) para la riqueza absoluta y la riqueza relativa (residuos de la regresión entre la riqueza absoluta y el tamaño de muestra analizado) de las comunidades de micromamíferos en la dieta de la lechuza en función del número de presas analizadas (sobre 169 localidades y 73.621 micromamíferos identificados)

Mean values (\pm standard error) of absolute richness and relative richness (residuals of the regression between absolute richness and sample size) of small mammal communities in the diet of the common barn-owl as a function of the number of preys analysed (169 localities and 73.621 small mammals identified)

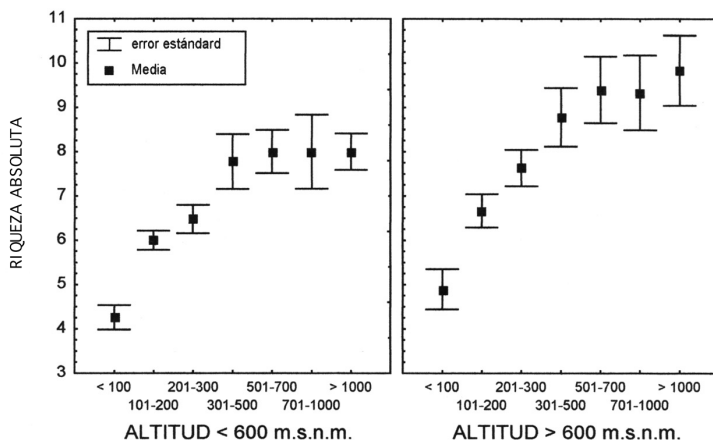


Figura 3. Relaciones entre la riqueza media absoluta (\pm error estándar) de las comunidades de micromamíferos y el tamaño de muestra analizado en la dieta de la lechuza en función de la altitud (sobre 169 localidades y 73.621 micromamíferos identificados)

Average absolute richness (\pm standard error) of the small mammal communities in the common barn-owl diet in relation to the number of prey analysed as a function of altitude (169 localities and 73.621 small mammals identified)

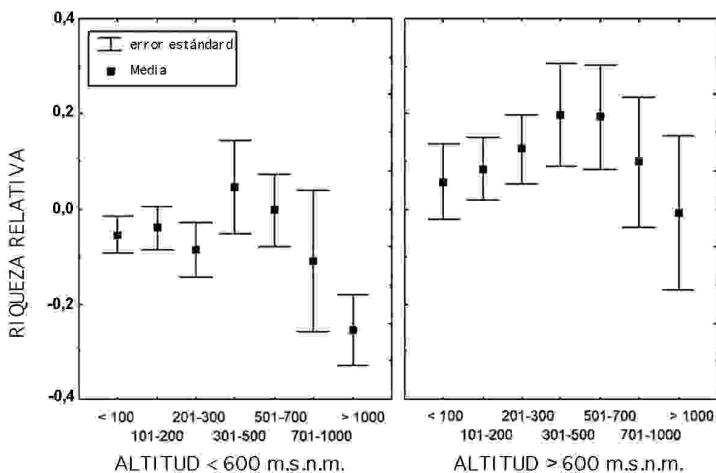


Figura 4. Relaciones entre la riqueza media relativa (\pm error estándar) de las comunidades de micromamíferos y el tamaño de muestra analizado en la dieta de la lechuza en función de la altitud (sobre 169 localidades y 73.621 micromamíferos identificados)

Average relative richness (\pm standard error) of the small mammal communities in the common barn-owl diet in relation to the number of prey analysed as a function of altitude (169 localities and 73.621 small mammals identified)

DISCUSIÓN

El análisis de los patrones de riqueza de las comunidades de micromamíferos a diferentes escalas espaciales, o estudiados mediante la comparación de diferentes métodos (trampeo, egagrópilas, etc.), pone de manifiesto la importancia de considerar el esfuerzo de muestreo realizado antes de extraer conclusiones válidas sobre éstos. Así pues, el esfuerzo de muestreo es uno de los factores que influye más significativamente en los sesgos detectados en este tipo de estudios (Rahbek 1995). Luiselli y Capizzi (1996) concluyen que el trampeo en vivo y el análisis de la dieta de la lechuga son los métodos más adecuados para tener un reflejo de la riqueza de las comunidades de micromamíferos, sin embargo no tienen en cuenta el sesgo en el tamaño de muestra para los cuatro métodos comparados (relación riqueza-tamaño de muestra: $r^2 = 0.86$, $p = 0.04$, $n = 4$). Los valores bajos de riqueza detectados por Dueñas y Peris (1985) pueden estar sesgados debido al tamaño medio de muestra relativamente pequeño (153 presas/localidad), teniendo en cuenta el número mínimo de presas necesario para obtener un reflejo de la riqueza en la dieta de la lechuga (entre 300-500 presas/localidad). Otro de los sesgos importantes se detecta sobre todo en análisis de correlación, en el caso de que el número de estaciones no se distribuya equitativamente a lo largo de un gradiente geográfico o paisajístico (Rahbek 1995). Tal podría ser el caso en el estudio de Torre et al. (1996), en que el número de muestras de zonas bajas es muy superior al de zonas altas. Este es un sesgo asociado a la distribución de la lechuga, que disminuye su presencia en altitud (Alegre et al. 1989), desapareciendo a su vez de zonas forestales, y por tanto dificultando enormemente la obtención de egagrópilas en altitudes superiores a los 1000 m.s.n.m.. Por otro lado, el ANCOVA contribuye a enfatizar patrones de riqueza en algunos casos inadvertidos, mientras que los elimina en otros. Así pues, en el estudio de Moreno y Barbosa (1992), el patrón latitudinal de la riqueza queda reforzado al incorporar esta variable en el análisis, ya que las muestras de las zonas bajas detectan más especies debido a su mayor tamaño medio. La aparición de interacciones confirma que las relaciones entre la riqueza y el tamaño de muestra pueden ser distintas entre los niveles de un factor analizado (altitud: Gil et al. 1986, Culi et al. 1989; tipos de cultivo, Torre et al. 1997; análisis latitudinal conjunto de la riqueza), hecho que llevaría a respaldar la imposibilidad de aplicar determinados índices de riqueza en la mayoría de los casos (Ludwig y Reynolds 1988). El análisis de los residuos confirma el efecto negativo del incremento excesivo del esfuerzo de muestreo sobre la riqueza en áreas con comunidades pobres, aunque este esfuerzo deba ser superior en áreas con comunidades ricas. El análisis conjunto de la riqueza de la comunidad de micromamíferos respecto del gradiente altitudinal demuestra

un incremento significativo (pero poco explicativo) de ésta en la montaña mediana (entre 600 y 1200 m.s.n.m.) respecto de las zonas bajas (< 600 m.s.n.m.), con un patrón idéntico al detectado en estudios más generales sobre los patrones de riqueza en relación a la altitud (Rahbek 1995), observándose un patrón latitudinal parecido, ya que el gradiente de elevación y el de latitud comparten características climáticas (Rahbek 1995). El incremento de la riqueza de las comunidades de micromamíferos detectado en la dieta de la lechuza parece estabilizarse entre las 300 y 500 presas analizadas en zonas bajas (< 600 m.s.n.m.) y entre las 500 y 700 presas en zonas elevadas (> 600 m.s.n.m.), en donde se consiguen los valores máximos para la riqueza y para los residuos de regresión, valores inferiores a los detectados en otras zonas (800-1000 presas: Norteamérica, Clark y Bunck 1991).

AGRADECIMIENTOS

Los comentarios de Mario Díaz y un revisor anónimo contribuyeron a mejorar la versión definitiva del presente artículo.

REFERENCIAS

- ALEGRE, J., A. HERNÁNDEZ, F.J. PURROY Y A. J. SÁNCHEZ (1989). Distribución altitudinal y patrones de afinidad trófica geográfica de la Lechuza Común (*Tyto alba*) en León. *Ardeola*, 36: 25-54.
- CLARK, D. R. Y C. M. BUNCK (1991). Trends in North American small mammals found in common barn-owl (*Tyto alba*) dietary studies. *Can. J. Zool.*, 69: 3093-4002.
- COOKE, D., A. NAGLE, P. SMIDDY, J. FAIRLEY Y I. O. MUIRCHEARTAIGH (1996). The diet of the barn owl (*Tyto alba*) in County Cork in relation to land use. *Proc. Royal Irish Academy*, 2:97-111
- CULÍ, J., S. RIERA Y E. SOLÀ (1989). *Les egagròpiles*. EUMO Editorial, Vic.
- DÍAZ, M., B. ASENSIO Y J. L. TELLERÍA (1996). *Aves ibéricas. I. No Paseriformes*. J.M. Reyero editor, Madrid.
- DUEÑAS, M. E. Y S. PERIS (1985). Análisis de egagrópilas de *Tyto alba* en la Sierra de Gata (W de España). *Alytes*, 3: 109-144.
- GIL, J., F. GONZÁLEZ Y D. PUIG (1986). Alimentació de l'òliba (*Tyto alba*), distribució dels mamífers insectívors i rosegadors al ripollès. *Butll. Centre Estudis Ripollès*, 10: 22-33.
- HERRERA, C. M. (1977). Régimen alimenticio de *Tyto alba* en España Sudoccidental. *Ardeola*, 19: 359-394.
- IZA, J. B., E. CASTIÉN, I. MENDIOLA Y E. PEMÁN (1985). Algunos aspectos de la ecología de los micromamíferos del País vasco. *Munibe*, 37: 101-110.
- JAMES, F. C. Y S. RATHBUN (1981). Rarefraction, relative abundance, and diversity of avian communities. *Auk*, 98: 785-800.
- KELT, D. (1996). Ecology of small mammals across a strong environmental gradient in Southern South America. *J. Mammal.*, 77: 205-219.
- LUDWIG, J. A. Y J. F. REYNOLDS (1988). *Statistical Ecology. A primer on methods and computing*. John Wiley & Sons, New York.

- LUISELLI, L. Y D. CAPIZZI (1996). Composition of a small mammal community studied by three comparative methods. *Acta Theriol.* 41: 425-431.
- MARGALEF, R. (1958). Information theory in ecology. *General Systematics*, 3: 36-71.
- MORENO, E. Y A. BARBOSA (1992). Distribution patterns of small mammal fauna along gradients of latitude and altitude in Northern Spain. *Z. Säugetierk.*, 57: 169-175.
- PÉREZ-BARBERÍA, F. J. (1991). Influencia de la variación latitudinal en la contribución de los murciélagos (*Chiroptera*) a la dieta de la lechuza común (*Tyto alba*). *Ardeola*, 38: 61-68.
- RAHBEK, C. (1995). The elevational gradient of species richness: a uniform pattern?. *Ecography*, 18: 200-205.
- SAINT-GIRONS, M. C. Y F. SPITZ (1966). A propos de l'etude des micromammifères par l'analyse des pelotes des rapaces. Interet et limites de la methode. *Terre et Vie*, 1: 3-18.
- TAYLOR, I. (1994). *Barn owls: predator-prey relationships and conservation*. Cambridge University Press.
- TORRE, I., J. L. TELLA Y A. ARRIZABALAGA (1996). Environmental and geographic factors affecting the distribution of small mammals in an isolated mediterranean mountain. *Z. Säugetierk.*, 61: 365-375.
- TORRE, I., J. L. TELLA Y T. BALLESTEROS (1997). Tendencias tróficas de la Lechuza Común (*Tyto alba*) en la Depresión Media del Ebro. *Historia animalium*, 3: 34-44.
- ZAR, J. H. (1996). *Biostatistical Analysis*. Prentice-Hall International, London.