

LA UTILIZACION DE INDICES EN EL ESTUDIO DE LA SELECCION DE RECURSOS

USE OF INDICES IN RESOURCE SELECTION STUDIES

Juan Carlos ATIENZA*

Los estudios de selección de recursos por parte de los animales (ya sean estos recursos alimento, hábitats, lugares de nidificación, etc.) se han mostrado fundamentales en los estudios zoológicos, tanto teóricos como aplicados (Hess & Swartz, 1940; Holmes & Robinson, 1981; Virgós *et al.*, 1993). Para cuantificar el grado de selección existen una gran cantidad de índices (ver revisiones en Cock, 1978; Lechowicz, 1982; Manly *et al.*, 1993).

Los índices más usados son variaciones del más sencillo, el de Savage (1931), también llamado «tasa de forrajeo», que relaciona las proporciones usadas de cada recurso con su proporción en el ambiente. Estos son el índice de Ivlev (1961) y el de Jacobs (1974) (Apéndice). Ambos varían entre -1 (selección negativa máxima) y +1 (selección positiva máxima), siendo 0 el valor central de la no selección de recursos. Contrariamente, el índice de Savage varía desde 0 (selección negativa máxima) hasta infinito, siendo el 1 el valor central de la no selección.

Se considera selección negativa (S-) cuando existe un uso significativamente menor del recurso del que cabría esperar por azar; selección positiva (S+) cuando el uso es significativamente mayor; y no selección (NSEL) cuando el uso no difiere significativamente de lo que podríamos esperar por azar.

Para realizar correlaciones entre intensidades de selección y otras variables, los índices de selección de Ivlev y Jacobs son los más aconsejables debido a su simetría (mismo rango para S+ y S-). Sin embargo, si lo que se pretende es estudiar si el grado de selección medido por el índice es significativamente diferente del esperable por azar, el ín-

dice más indicado es el de Savage, ya que recientemente Manly *et al.* (1993) (Apéndice) han propuesto un método con el que se pueden probar hipótesis de selección en una tabla de χ^2 con 1 grado de libertad (para otras pruebas diferentes de una χ^2 ver Alldredge & Ratti, 1986, 1992). Con los índices de Ivlev y Jacobs se obtienen unos resultados de difícil interpretación, ya que no existe ninguna prueba rigurosa que nos permita determinar el error que se comete al considerar que un recurso es seleccionado positiva o negativamente. Para asegurarse de no cometer estos errores al interpretar los resultados obtenidos a partir de un índice como el de Jacobs o Ivlev, conviene marcarse un límite conservador para considerar que existe selección (por ejemplo 0,6, ya sea positivo o negativo) y otro para considerar que no existe (por ejemplo entre -0,1 y 0,1), desechando interpretar el resto de los resultados.

La no adecuada elección de un índice puede llevar a perder información por no poder interpretar todos los resultados, o a cometer errores al intentar interpretarlos. Para ilustrar este hecho, se tomará como ejemplo un trabajo recientemente publicado por Hernández *et al.* (1993). En él se analizan, por medio del índice de Jacobs, las dietas de tres especies de alcaudones, el Alcaudón Real (*Lanius excubitor*, LE a partir de ahora), el Alcaudón Dorsirrojo (*Lanius collurio*, LC a partir de ahora) y el Alcaudón Común (*Lanius senator*, LS a partir de ahora). Para LE se estudian las cuatro estaciones del año mientras que para LC y LS sólo primavera y verano.

Con motivo de simplificar la exposición de los resultados, únicamente se mostrarán los relativos a himenópteros, coleópteros, ortóp-

* Departamento de Biología Animal I (Entomología). Facultad de Biología. Universidad Complutense. E-28040 Madrid.

teros, heterópteros y arácnidos, que representan en conjunto el 95 % de las presas capturadas por los alcaudones.

A partir de los datos expuestos por los autores, se ha reanalizado la selección de recursos de las tres especies mediante el método propuesto por Manly *et al.* (1993). En la tabla 1 se muestran tanto los resultados del índice de Jacobs (obtenidos por Hernández *et al.*, 1993) como la interpretación del índice de Savage (con el que se han reanalizado los datos) para los casos en los que se discrepa.

Como puede verse, el hecho de utilizar un índice de selección carente de pruebas estadísticas que permitan conocer la probabilidad de error que se comete, lleva a Hernández *et al.* (1993) a algunas interpretaciones erróneas de los resultados. Por ejemplo, consideran que «las tres especies [de

alcaudones] muestran una clara selección negativa hacia los heterópteros» cuando realmente LE en invierno y LS en primavera no presentan diferencias significativas en sus capturas de heterópteros con respecto a lo que podríamos esperar por azar. Del mismo modo se dice que «los arácnidos también son seleccionados negativamente por los alcaudones en todas las estaciones, excepto en verano, época en que apenas son seleccionados», cuando realmente, con error máximo del 1 %, en verano LS y en otoño y verano LE no los seleccionan. Los autores del trabajo también afirman que «los ortópteros son seleccionados muy positivamente en invierno por LE; sin embargo, el resto del año los captura según su disponibilidad», cuando realmente en verano los ortópteros son seleccionados negativamente y en otoño lo son

TABLA 1

Resultados del índice de Jacobs, obtenidos por Hernández *et al.* (1993) para la dieta estacional de tres especies simpátricas de Alcaudones. Bajo el índice se incluyen entre paréntesis las interpretaciones que los autores desarrollaron a partir de ellos, y sin paréntesis la nueva interpretación a partir del estadístico propuesto por Manly *et al.* (1993). La selección positiva se simboliza por S+, la negativa por S- y la ausencia de selección por NSEL. Sólo se muestran las interpretaciones con las que se discrepa. El nivel de significación se obtuvo tras la corrección de Bonferroni (0,05/n° de pruebas; Rice, 1989). * P < 0,01.

[Jacobs' index values obtained by Hernández *et al.* (1993) for seasonal diet in three sympatric shrike species. Under the index are found in brackets the interpretation of the results by Hernández *et al.* (1993), and without brackets the new interpretation based on the statistic proposed by Manly *et al.* (1993). Positive and negative selection are symbolized by S+ and S- respectively, and no-selection by NSEL. Only the interpretations where discrepancies were found are offered. The levels of statistic significance were obtained after applying the Bonferroni correction (0,05/χ² test numbers; Rice, 1989). * P < 0,01.]

Clases	<i>Lanius excubitor</i>		<i>Lanius collurio</i>		<i>Lanius senator</i>			
	Invierno [Winter]	Primavera [Spring]	Verano [Summer]	Otoño [Autumn]	Primavera [Spring]	Verano [Summer]	Primavera [Spring]	Verano [Summer]
Hymenoptera							0,17 (S+) NSEL	
Coleoptera								
Orthoptera		-0,34 (NSEL) S-*	0,15 (NSEL) S+*					
Heteroptera	0,11 (S-) NSEL						-0,20 (S-) NSEL	
Arachnida			0,05 (S+) NSEL	-0,19 (S-) NSEL				0,03 (S+) NSEL

positivamente. Finalmente, los himenópteros no son seleccionados por LS en primavera y, sin embargo, los autores consideran la selección como positiva.

Con el fin de no tener que imponerse límites tan conservativos que dificulten la interpretación de los datos al utilizar los índices de Jacobs e Ivlev, se recomienda emplear el índice de Savage con el correspondiente método, propuesto por Manly *et al.* (1993).

AGRADECIMIENTOS.—C. LLave, F. Pulido y E. Virgós me animaron a escribir esta nota. M. Díaz, además de los ánimos, tuvo a bien revisar el manuscrito. G. P. Farinós no sólo revisó el manuscrito, sino que también luchó con el farragoso trabajo de revisar los números. A. Hernández, y un revisor anónimo aportaron valiosos comentarios sobre el manuscrito. A todos ellos voyan mis más sinceros agradecimientos.

BIBLIOGRAFÍA

- ALLDREDGE, J. R. & RATTI, J. T. 1986. Comparison of some statistical techniques for analysis of resource selection. *Journal of Wildlife Management*, 50: 157-165.
- COCK, M. J. W. 1978. The assessment of preference. *Journal of Animal Ecology*, 47: 805-816.
- HERNÁNDEZ, A., PURROY, F. J. & SALGADO, J. M. 1993. Variación estacional, solapamiento interespecífico y selección en la dieta de tres especies simpátricas de alcaudones (*Lanius* spp.). *Ardeola*, 40: 143-154.

APÉNDICE

1) Índice de Savage: $W_i = U_i/D_i$ (también llamado «tasa de forrajeo», «tasa de selección» e «índice de preferencia»).

Para obtener un nivel de significación Manly *et al.* (1993) proponen comparar el estadístico $(W_i - 1)^2/es(W_i)^2$ con el valor crítico de una chi-cuadrado de un grado de libertad.

Donde $U_i = u_i/u_{..}$, siendo u_i el número observado de unidades utilizadas del recurso i , y $u_{..}$ el número total de recursos usado. $D_i = d_i/d_{..}$, siendo d_i el número de unidades disponibles en el ambiente del recurso i , y $d_{..}$ la disponibilidad total de recursos. [es(W_i) es el error estándar del índice de Savage en el hábitat i , y se estima, asumiendo que a priori no hay selección, con la ayuda de la siguiente fórmula $\sqrt{[(1-D_i)/(U_i D_i)]}$].

2) Índice de electividad de Ivlev: $E_i = (U_i - D_i)/(U_i + D_i)$.

3) Índice de Jacobs: $J_i = (U_i - D_i)/(U_i + D_i - 2U_i D_i)$.

HESS, A. D. & SWARTZ, A. 1940. The forage ratio and its use in determining the food grade of streams. *Transactions of the North American Wildlife Conference*, 5: 162-164.

HOLMES, R. T. & ROBINSON, S. K. 1981. Tree species preference of foraging insectivorous birds in a Northern hardwoods forest. *Oecologia*, 48: 31-35

IVLEV, V. S. 1961. *Experimental Ecology of the Feeding of Fishes*. Yale University Press. New Haven.

JACOBS, J. 1974. Quantitative measurement of food selection: a modification of the forage ratio and Ivlev's electivity index. *Oecologia*, 14: 413-417.

LECHOWICZ, M. J. 1982. The sampling characteristics of electivity indices. *Oecologia*, 52: 22-30.

MANLY, B. F. J., McDONALD, L. L. & THOMAS, D. L. 1993. *Resource selection by animals. Statistical design and analysis for field studies*. Chapman & Hall. London.

RICE, W. R. 1989. Analyzing tables of statistical tests. *Evolution*, 43: 223-225.

SAVAGE, R. E. 1931. The relation between the feeding of the herring off the east coast of England and the plankton of the surrounding waters. *Food and Fisheries Investigation, Ministry of Agriculture, Food and Fisheries. Series 2*, 12: 1-88.

VIRGÓS, E., CASANOVAS, J. G. & SAMBLÁS, F. J. 1993. La importancia del factor escala en los estudios de selección del hábitat aplicados a la conservación: el caso del Tejón (*Meles meles*) en la Sierra de Guadarrama. *Aegypius*, 11: 71-75.

[Recibido: 7.6.94]

[Aceptado: 3.11.94]