

MUNIBE (Ciencias Naturales)	40	9-17	SAN SEBASTIAN	1988	ISSN 0027 - 3414
-----------------------------	----	------	---------------	------	------------------

Recibido: 13-IV-1987  
Aceptado: 11-IX-1987

# Relación entre avifauna y estructura de la vegetación en los medios agrícolas del norte de la Península Ibérica (País Vasco atlántico)<sup>(1)</sup>

Relationships among birds and vegetation structure in the agricultura1 landscape of the atlantic basque country.(1)

**PALABRAS CLAVES:** Comunidad de aves, País Vasco, Selección de hábitat, paisaje agrícola.  
**KEY WORDS:** Bird communities, Basque Country, Habitat Selection, Agricultural landscape

Luis, M. CARRASCAL\*  
Jose L. TELLERIA\*\*

## RESUMEN

Este artículo analiza la relación existente entre la estructura de la vegetación y la composición y organización de la comunidad de aves asociada a los medios agrícolas del norte de la Península Ibérica (País Vasco atlántico).

La riqueza y densidad de aves se relaciona directamente con la complejidad y volumen de la vegetación, siendo la altura de los arbustos la variable principal responsable de esta asociación. Al excluir el efecto que la riqueza tiene sobre la densidad, esta última variable ornitócenótica no se relaciona con ninguna característica de la estructura de la vegetación.

La densidad de migrantes transaharianos se relaciona directamente con la cobertura y altura del estrato arbustivo.

La abundancia de las especies se relaciona positivamente con la disponibilidad ambiental de sus hábitats preferidos, manifestándose este patrón más claramente en los migrantes transaharianos que en las especies sedentarias dentro del área de estudio.

Los setos mantienen comunidades de aves más ricas y más densas que otros medios forestales más complejos estructuralmente y con mayor volumen de la vegetación. Este fenómeno se explica atendiendo al carácter insular de estos «bosques-isla» y al efecto de borde

## SUMMARY

This paper deals with the relationship between vegetation structure and bird community composition and organization in the agricultural areas of northern Spain (atlantic Basque Country) during the breeding season.

Bird density and species richness is highly related to a structural complexity gradient derived from Principal Components Analysis (PC1 in Table II). Of vegetation structure variables, shrub height is the main responsible of the increases in bird density and species richness (see Table I and Figure 1), acting through nest site selection. Removing the effect of species richness on bird density, this last parameter is not related to vegetation structure.

The density of tropical migrants is directly correlated with the vegetation volume and structural complexity gradient (PC1), and with shrub cover (PC2; see Figure 3). being the development of the shrub layer (cover and height) the responsible of this pattern.

The density of each species is partially determined by the availability of its preferred habitat, being this relationship tighter for tropical migrants than for sedentary species (see Figure 4). These results support Hildén's hypothesis (HILDÉN, 1965) about the importance of vegetation structure on determining bird species distribution and density.

The high bird density and species richness of hedgerows respect to the lower values expected taking into account their vegetation volume and structure can be explained considering the «island-like» forest and edge effect (Table IV).

## INTRODUCCION

A pesar de la considerable extensión que ocupan las campiñas (prados de siega, pequeños cultivos extensivos y setos) en el Norte de la Península Ibérica, aun son muy escasos los estudios que analizan su avifauna durante el período estival (ver no

obstante ELOSEGUI (1980), BONGIORNO (1982), CARRASCAL (1986) y FERNANDEZ y GALARZA (1986). Aunque ya se conocen ciertos aspectos descriptivos extensivos de la avifauna ligada a estos medios (gran estacionalidad, elevada diversidad, densidad y captación

\* Museo Nacional de Ciencias Naturales, C/ J.Gutiérrez Abascal, 2. 28006 Madrid.

\*\* Cátedra de zoología (Vetebrados). Facultad de Biología. Universidad Complutense. 28040 Madrid. España.

(1) Estudio financiado con cargo al proyecto nº 1429-82 de la CAICYT.

de migrantes transaharianos y presencia de un número importante de especies que restringen su distribución a este tipo de paisaje), aun existe un profundo vacío de conocimiento en relación con la variación en la composición y estructura de estas ornitocenosis y los factores ambientales determinantes de ésta.

Desde que HILDEN (1965) postulase que la estructura de la vegetación debía ser el factor principal determinante de la distribución de las aves durante el período reproductor, y JAMES (1971) propusiese que las aves al distribuirse responden a la existencia de «tipos fisiognómicos» determinados que reconocen como sus hábitats (niche-gestalts), muchos autores han tratado de establecer relaciones entre avifauna y estructura de la vegetación (para áreas agrícolas ver por ejemplo OSBORNE 1984, CARRASCAL y TELLERIA 1985 y HINO 1985 y referencias allí dadas). Además, esta aproximación al estudio de la distribución de las aves permite la creación de modelos que, con carácter predictivo, sean aplicables al conocimiento del impacto que la gestión humana del medio tiene sobre las aves (ver por ejemplo los trabajos recopilados en CAPEN 1981).

Por este motivo, este trabajo estudiará el papel desempeñado por la estructura de la vegetación en la determinación de la composición y organización de la ornitocenosis ligada a las áreas agrícolas de la región Eurosiberiana (RIVAS-MARTINES 1981), tratando de analizar los siguientes aspectos:

- factores determinantes de la densidad y riqueza de aves; modelización.
- variables fisiognómicas relacionadas con la distribución y abundancia de los migrantes transaharianos.
- los niveles poblacionales de las especies, ¿están determinados por la disponibilidad de sus hábitats preferidos?
- insularidad y efecto de borde de los setos como factor influyente en la densidad y riqueza de aves.

## MATERIAL Y METODOS

El área de estudio se sitúa en la zona atlántica del País Vasco (Norte de la Península Ibérica) entre los 50 y 450 m.s.n.m. (43°10'N, 02°30'W). Para las características botánicas y climatológicas del área de estudio véase GUINEA (1949), ELIAS y RUIZ (1977) y BELLOT (1978). Los muestreos se efectuaron en cinco zonas distintas que se consideran representativas de las características globales de las campañas del área de estudio (Orduña, Délica, Munguía,

Bilbao y Sopelana), durante los meses de Mayo y Junio de 1985.

Para el estudio de la avifauna se empleó el método del taxiado (JÄRVINEN y VÄIÄNEN 1975; TELLERIA 1986) con bandas de 25 m. a cada lado del trayecto. Los censos se compartimentaron en muestras de 2.5 ha (500 m. de longitud por 50 m. de anchura). En total se tomaron 40 muestras (100 ha censadas) que se agruparon en unidades de 4 (10 ha), atendiendo a similitudes en sus características fisiognómicas, con el fin de estabilizar y hacer representativos los valores de densidad de cada especie (10 unidades de 10 ha cada una).

Con el propósito de estudiar la estructura de la vegetación se establecieron cinco parcelas circulares de 25 m. de radio dentro de cada muestra de 2.5 ha espaciadas 100 m. entre sí. En cada una de estas parcelas se tomaron datos para 7 variables (las coberturas se miden en porcentaje, %):

- cobertura de herbáceas (Chb).
- cobertura de matorral (*Rubus* spp y *Rosa canina* principalmente; (CM).
- altura media del matorral en metros (hM).
- altura media del arbolado en metros (hA).
- número de troncos con más de 2 m. de altura y menos de 10 cm. de diámetro (nt1).
- número de troncos con más de 2 m. de altura y 10 cm. de diámetro (nt2).
- número de especies de árboles (nsA).

Las estimas de cobertura se efectuaron visualmente siguiendo el procedimiento propuesto por PRODON (1976). La estructura de la vegetación de cada unidad de 10 ha se estimó mediante la media de cada variable en 20 parcelas circulares de 25 m. de radio.

En el análisis de los datos relativos a la estructura de la vegetación de las 10 unidades de 10 ha se ha utilizado el Análisis de las Componentes Principales (PCA; NIE et al. 1975; BHATTACHRYA 1981) y la rotación Varimax. Con el fin de ilustrar las preferencias de hábitat medias de las especies mejor representadas en los censos se obtuvo su situación media ponderada en los dos primeros factores del PCA utilizando la siguiente ecuación:

$$S_{pc} = \sum_{i=1}^{10} FSM_i \times n_i$$

donde  $S_{pc}$  es la situación media de la especie en el factor,  $FSM_i$  la situación de la unidad  $i$  en el factor y  $n_i$  el número de individuos de la especie en la unidad  $i$  (ver por ejemplo MAURER et al. 1981).

**RESULTADOS**

En la tabla 1 se muestran las correlaciones simples (r) y parciales (rp entre la densidad (D), riqueza de especies (S) y densidad de migrantes transaharianos (Dmt) y las variables de la estructura de la vegetación.

La densidad se correlaciona negativamente con la cobertura de herbáceas y directamente con la cobertura y altura del matorral, la altura y densidad del arbolado y el número de especies arbóreas. No obstante al considerar las correlaciones parciales, la abundancia de aves sólo se correlaciona significativamente de modo positivo con la altura de los arbustos (hM) y la densidad de troncos de arbolillos (< 10 cm. de diámetro; nt1), y negativamente con la cobertura de herbáceas (CHb) y número de especies arbóreas (nsA; medida indirecta del grado de cobertura arbórea de las campiñas). Aunque no llegan a ser significativas a p < 0.05, la cobertura del matorral (CM; p < 0.1) y el número de árboles desarrollados (nt2; p 0.1) se relacionan negativamente con la densidad de aves, mientras que la altura del arbolado (hA;p<0.1) lo hace positivamente. Esto es, cuanto mayor sea la cobertura de arbustos y árboles maduros o mayor la cobertura de herbáceas, y menor la altura de arbustos y arbolado y abundancia de arbolillos, menor será la densidad de aves. Por tanto, las campiñas con mayores abundancias de arbolillos y mayores alturas de arbustos y árboles (a pesar de su escasa cobertura) son las que mantienen mayores densidades de aves. Realizando un análisis de regresión múltiple se obtiene que la cobertura de herbáceas (CHb) y la altura de arbustos (hM) explican el 91.2% de la variación observada en la densidad de aves (p<0.01):

$$D = 51.71 - 0.573.CHb + 29.709.hM$$

La riqueza de especies (S) se correlaciona directamente de modo significativo con todas la variables excepto con la cobertura de herbáceas. Al considerar las correlaciones parciales, tan solo la altura de los arbustos influye significativamente sobre el número de especies. En la Figura 1 se ilustra la relación entre estas dos variables.

La densidad de migrantes transaharianos (DMT) se relaciona significativamente con todas las variables estructurales, aunque considerando las correlaciones parciales sólo se relaciona a p < 0.1 con la cobertura y altura de matorral. Estas dos variables en conjunto explican el 88% de la variación observada en la densidad de estas aves (p<0.01):

$$DMT = 1.347 + 0.365.CM + 5.604.hM$$

	D		S		D <sub>MT</sub>	
	r	rp	r	rp	r	rp
CHb	-0,691	-0,808	-0,531	-0,358	-0,738	-0,336
CM	0,730	-0,575	0,644	-0,397	0,837	0,585
hM	0,947	0,858	0,954	0,698	0,890	0,583
hA	0,942	0,593	0,889	-0,379	0,842	0,548
nt1	0,942	0,755	0,891	0,039	0,835	0,548
nt2	0,909	-0,613	0,839	-0,040	0,924	-0,033
nsA	0,940	-0,673	0,911	0,247	0,817	-0,415

Tabla 1. Correlaciones simples (r) y parciales (rp entre la densidad de aves (D; aves/10 ha), la riqueza de especies (S; especies en 10 ha) y la densidad de especies migrantes transaharianas (DMT; aves/10 ha). |r|= 0.632 a < 0.005; |r|= 0.765 a p < 0.01. Chb cobertura de herbáceas. CM: cobertura de matorral. hA: altura del arbolado. nt1: número de troncos de menos de 10 cm. de Ø. nt2: número de troncos con más de 10 cm. de Ø. nsA: número de especies de árboles.

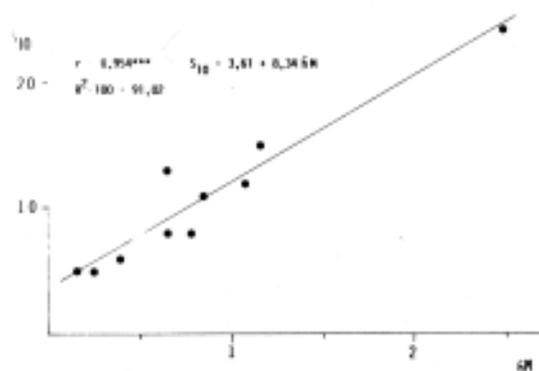


Figura 1. Relación en la riqueza de especies (S<sup>10</sup>; especies en 10 ha) y la altura del matorral (hM).

Esto es, cuanto mayor sea la cobertura y altura de matorral en las campiñas mayor será la densidad de migrantes transaharianos.

Debido a que las siete variables estructurales están fuertemente correlacionadas (el 85.7% de las correlaciones entre pares de variables son significativas a p < 0.05) se ha utilizado el Análisis de las Componentes Principales con el propósito de sintetizar la información y generar gradientes estructurales independientes que tengan sentido biológico. El primer factor (PC1) es un gradiente de complejidad estructural, ya que se correlaciona positivamente con la altura y cobertura del matorral (CM, hM), la densidad y altura del arbolado (nt1, nt2 y hA) y el número de especies arbóreas (nsA). Esto es, opone las campiñas desarboladas y más simples estruc-

turalmente (extremo negativo) a las más arboladas y complejas fisiognómicamente (extremo positivo). PC2 es un factor «cobertura de arbustos» que actúa separando fundamentalmente las campiñas más simples; opone las parcelas con elevadas coberturas de herbáceas a aquellas en que los arbustos están bien representados (fundamentalmente prados de siega abandonados y zonas de valle de suelo más pobre). En conjunto estos dos factores explican el 93.6% de la varianza original (ver Tabla 2).

En la Tabla 3 se muestran las correlaciones entre la densidad de cada especie y PC1 y PC2, y el porcentaje de varianza que de la densidad de cada especie explican ambas componentes. Un bajo porcentaje de varianza (R2.100) es indicativo de una amplia distribución en las campiñas respecto a la estructura de la vegetación. Atendiendo a las especies mejor datadas se obtiene que *Streptopelia turtur*, *Alauda arvensis*, *Lanius collurio*, *Saxicola torquata*, *Parus major*, *Serinus serinus*, *Emberiza calandra*, *E. citrinella* y *Passer montanus* son las especies más generalistas en su distribución por las campiñas, ya que sus niveles de densidad no parecen relacionarse con fenómenos estructurales. Las demás especies responden estrechamente a la estructura de la vegetación al correlacionarse significativa y directamente con el gradiente de complejidad estructural (PC1). *Anthus trivialis* se diferencia como la especie característica de las campiñas abiertas abandonadas al relacionarse negativamente con PC1 y positivamente con PC2 (aumento de la cobertura del matorral -propio de prados pobres y abandonados-).

	PC1	PC2
CHb	-0,292	-0,907**
CM	0,454	0,838**
hM	0,909**	0,326
hA	0,926**	0,329
nt1	0,880**	0,437
nt2	0,823**	0,483
nsA	0,917**	0,353
Autovalor	4,268	2,286
% $\sigma^2$	60,970	32,651
$\Sigma \% \sigma^2$	60,970	93,261

Tabla II. Análisis de las Componentes Principales con los datos de la estructura de la vegetación de las diez parcelas de campiña (\*\*:  $p < 0.01$ ).

		PC1	PC2	R2x100
<i>Streptopelia turtur</i>	STT	0,060	-0,299	9,29
<i>Alauda arvensis</i>	AA	-0,441	-0,286	27,69
<i>Anthus trivialis</i>	AT	-0,528	0,621	66,28*
<i>Lanius collurio</i>	LC	0,199	-0,203	8,06
<i>Saxicola torquata</i>	SXT	-0,527	-0,131	29,52
<i>Sylvia atricapilla</i>	SA	0,760	0,452	78,36**
<i>Sylvia borin</i>	SB	0,824	0,503	93,40**
<i>Erithacus rubecula</i>	ER	0,857	0,464	95,12**
<i>Phylloscopus collybita</i>	PHC	0,824	0,503	93,40**
<i>Turdus merula</i>	TM	0,779	0,373	74,74**
<i>Hippolais polyglotta</i>	HP	0,737	0,505	80,00**
<i>Muscicapa striata</i>	MS	0,817	0,521	94,10**
<i>Cettia cetti</i>	CTC	0,851	0,411	89,48**
<i>Troglodytes troglodytes</i>	TT	0,787	0,394	77,61**
<i>Parus major</i>	PM	0,367	-0,106	14,57
<i>Serinus serinus</i>	SS	0,591	0,413	52,10
<i>Carduelis chloris</i>	CCH	0,810	0,392	81,13**
<i>Emberiza calandra</i>	ECA	-0,549	-0,069	30,63
<i>Emberiza cirius</i>	ECR	0,864	0,319	84,96**
<i>Emberiza citrinella</i>	ECT	-0,413	0,165	19,75
<i>Passer montanus</i>	PSM	0,328	-0,179	13,93

Tabla III. Correlación entre la densidad de las especies y los dos primeros factores del Análisis de las Componentes Principales (PC1 y PC2). R2x100: porcentaje de la varianza explicado por PC1 y PC2 (\*:  $p < 0.05$ ; \*\*:  $p < 0.01$ ).

La densidad total de aves se correlaciona significativamente con PC1 ( $r = 0.854$ ,  $n = 10$ ,  $p < 0.01$ ) pero no con PC2 ( $r = 0.450$ ,  $n = 10$ ,  $p > 0.1$ ) de manera que aumenta la abundancia de aves al aumentar la complejidad estructural y biomasa vegetal de las campiñas. Otro tanto ocurre con la riqueza de especies (PC1:  $r = 0.880$ ,  $p < 0.01$ ; PC2:  $r = 0.292$ ,  $p > 0.1$ ;  $n = 10$  en las dos correlaciones). No obstante, si se excluye el efecto que la riqueza tiene sobre la densidad se obtiene que la densidad de aves no se correlaciona significativamente con PC1 (correlación parcial;  $r = 0.173$ ,  $n = 10$ ,  $p > 0.1$ ). Este hecho es debido a la estrecha relación existente entre densidad y riqueza ( $p > 0.01$ ; ver Figura 2) de manera que los niveles de densidad de la ornitocenosis son determinados por la captación de especies y no por fenómenos estructurales estrechamente relacionados con la abundancia. La densidad de migrantes transaharianos se correlaciona positivamente con PC1 y PC2 (PC1:  $r = 0.706$ ,  $n = 10$ ,  $p < 0.05$ ; PC2:  $r = 0.600$ ,  $n = 10$ ,  $p < 0.1$ ) de manera que cuanto mayor sea la complejidad estructural y cobertura de arbustos de las campiñas mayor será la abundancia de este grupo de especies. En conjunto estas dos componentes de la estructura de la vegetación explican el 86.05% de la varianza de la densidad de los migrantes transaharianos ( $p < 0.01$ ; ver Figura 3).

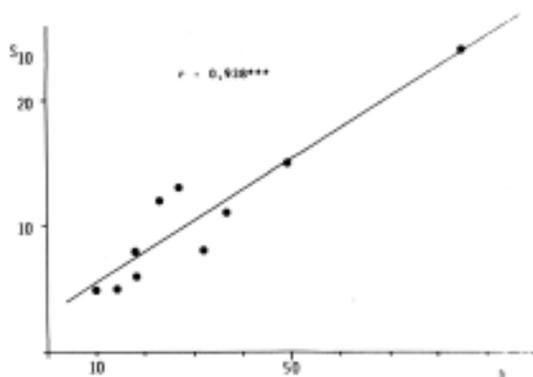


Figura 2. Relación entre densidad (D; aves/ha) y riqueza (S10; especies en 10 ha).

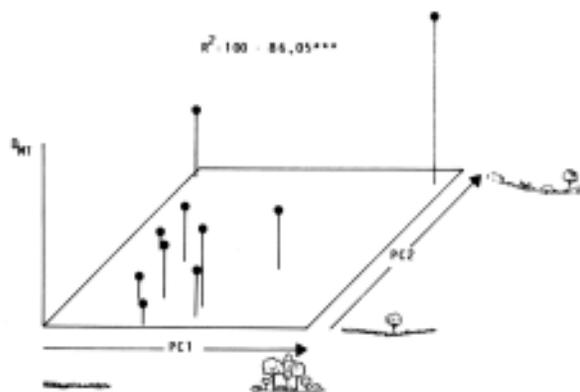


Figura 3. Relación entre la densidad de migrantes transaharianos (DMT; aves/10 ha) y los dos factores del Análisis de las Componentes Principales (ver Tabla 2). R2.100: coeficiente de determinación del análisis de correlación múltiple.

En la Figura 4 se ilustran las preferencias de hábitat medias de las especies dentro del gradiente de complejidad estructural global (PC1) y su relación con la especialización en la selección de hábitat (ESP; distancia euclídea entre la situación media de cada especie en el plano PC1-PC2 y el origen de dicho espacio; PC1=0 y PC2=0 —características medias de las campiñas censadas ). Existe una relación parabólica entre especialización en las preferencias de hábitat (distancia entre espacio ocupado y disponible) y situación media en el gradiente de complejidad estructural, de modo que las aves que muestran mayores especializaciones (= menores amplitudes) son las adaptadas a los extremos del gradiente (áreas despejadas de prados, y campiñas muy arboladas y sotos). No existen pájaros especializados en utilizar sectores de complejidad intermedia, siendo generalistas las especies que viven en campiñas de este tipo (caso de *L. collurio*). A pesar de una mayor disponibilidad ambiental de áreas desarboladas de prados (extremo negativo de PC1) que de setos y sotos (extremo positivo), hay un número considerablemente mayor de especies adaptadas a habitar en sectores estructuralmente complejos (ver Figura 4). Las especies migrantes transaharianas (ver Figura 4) se distribuyen a lo largo de todo el gradiente de complejidad estructural y del espectro de especialización en las preferencias medias de hábitat, no diferenciando significativamente de las no migrantes ( $p > 0.1$  en los dos tests de la U efectuados).

La especialización en las preferencias de hábitat (como medida inversa a la disponibilidad ambiental del hábitat preferido) se correlaciona inversa y significativamente con la densidad de migrantes transaharianos ( $p < 0.01$ ; ver Figura 5). Esto es, la abundancia de estas aves en las campiñas viene de-

terminada por la disponibilidad del hábitat apropiado para cada especie. La estructura de la vegetación es, por tanto, un factor influyente en la determinación de los efectivos de estas especies. Aunque también se ha obtenido una correlación negativa entre estas variables para las especies sedentarias, esta no llega a ser significativa ( $r = -0.527$ ,  $n = 13$ ,  $p < 0.1$ ; no se ha incluido a *S. serinus* y *Carduelis chloris* por ser especies que muestran desplazamientos invernales hacia zonas más meridionales de la Península Ibérica —ver ASENSIO 1984 y 1985-).

En la Tabla 4 se ilustra la estructura de la ornitocenosis ligada a los setos más arbolados de las cam-

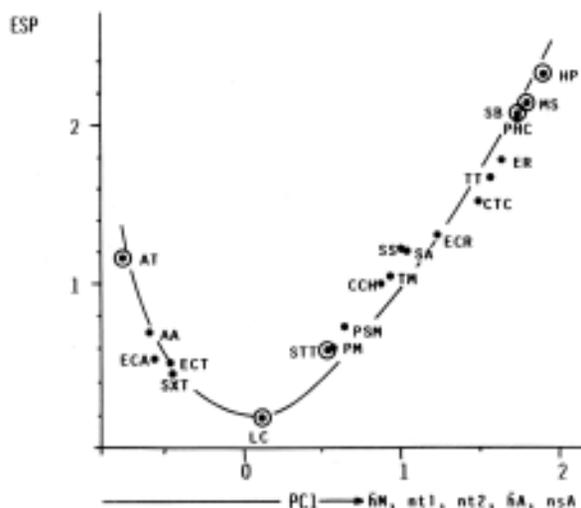


Figura 4. Relación entre la situación de las especies en el gradiente de complejidad estructural global (PC1) y la especialización (medida inversa a la disponibilidad de los hábitats preferidos; ver texto) en la selección de hábitat (ECP). ⊙: migrantes transaharianos.

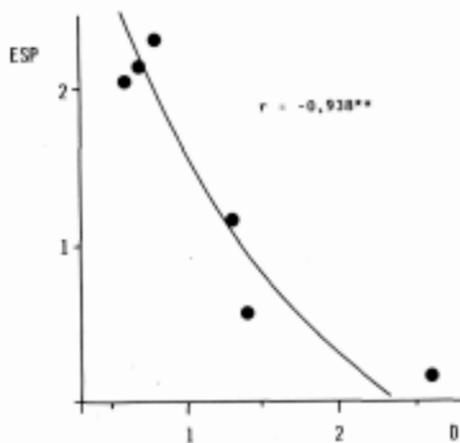


Figura 5. Relación entre la densidad de las especies migrantes transaharianas y la disponibilidad de sus hábitats preferidos (medida inversamente por ESP).

piñas y la de otros medios forestales del área de estudio (pinares, robledales y hayedos; datos inéditos). Los setos, a pesar de presentar una menor altura y densidad del arbolado (2-3 veces menos; ver hA y nt en Tabla 4) y una menor cobertura de matorral (2-4 veces menos; CM) mantienen ornitocenosis con elevadas densidades (sólo superadas por los pinares maduros) y riquezas (en ellos se obtienen los mayores dentro del conjunto del País Vasco atlántico). Esto es, los setos de las campiñas, a pesar de ser unos bosques isla con escaso desarrollo y cobertura del estrato arbóreo y arbustivo, son habitados por una ornitocenosis con una densidad y riqueza comparable o superior a la de medios forestales (autóctonos e implantados) con una mayor complejidad estructural y biomasa.

## DISCUSION

Los resultados de este trabajo apoyan la hipótesis de HIDEN (1965) de que las características estructurales del medio son de primordial importancia en la determinación de la distribución y niveles poblacionales de las especies, debido al elevado grado de predecibilidad de la riqueza y densidad de aves. La influencia de la estructura de la vegetación debe producirse fundamentalmente a nivel de la nidificación (emplazamiento de los nidos), ya que tanto la densidad como la riqueza se correlacionan con la al-

tura del estrato arbustivo; una masa arbustiva desarrollada en altura (independientemente de su cobertura) debe proporcionar una buena protección durante la nidificación, frente a los predadores y las inclemencias del tiempo, en las marañas de *Rubus spp* y *Rosa spp.*, más que ejercer su influencia sobre las estrategias de búsqueda del alimento.

Al igual que han obtenido otros autores, la densidad y riqueza de aves se relaciona directamente con el volumen de la vegetación y complejidad estructural (MaCARTHUR y MaCARTHUR 1961; KARR 1968; BLONDEL et al. 1973; WILSON 1974; NILSSON 1979; BILCKE 1982; VANDER WALL y MacMAHON 1984; HINO 1985, etc). No obstante, las características de la estructura de la vegetación actúan a través del número de especies que pueden ocupar un determinado sector de las campiñas, y no a través de la cuantía de aves que de todas ellas puede soportar este medio. Por tanto, la densidad global de aves en las campiñas está regulada por otros factores ajenos a las características de la estructura de la vegetación, actuando ésta tan solo sobre el número de especies que pueden ocuparlas (similares resultados obtienen BILCKE 1982 y CARRASCAL 1987).

A pesar de que las aves parecen estar limitadas en su distribución por la disponibilidad de sus hábitats apropiados atendiendo a la estructura de la vegetación, no todas las especies están limitadas de forma similar. Los migrantes transaharianos (pájaros especializados en el área de estudio fundamentalmente por medios ecotónicos —especialmente setos de campiñas—; ver CARRASCAL 1986) ajustan sus densidades en las campiñas a la disponibilidad de sus hábitats preferidos de un modo más estrecho que las especies sedentarias, las cuales alcanzan sus mayores abundancias en otros medios (salvo *E. cirrus* que restringe su distribución a las campiñas). La ocupación de las áreas agrícolas del

	D	S <sub>10</sub>	hA	nt	CM
SETOS ARBOLADOS	60,8	21,2	6,5	27,5	12,8
PINARES MADUROS	71,5	14,0	18,2	57,0	25,0
ROBLEDALES	54,0	20,0	17,3	39,5	53,1
HAYEDOS	34,4	12,3	15,0	58,2	32,1

Tabla IV. Densidad (D; aves/10 ha), riqueza (S<sub>10</sub>; especies/10 ha) y características fisionómicas de cuatro medios arbolados del País Vasco atlántico. nt: número de troncos/0.2 ha.

País Vasco por las especies no migrantes sería residual y su densidad estaría menos limitada por fenómenos estructurales debido a que sus complejos fisiognómicos preferidos (niche-gestalts de JAMES 1971) están ampliamente representados en otras formaciones vegetales más extendidas dentro de la región de estudio (tendrían más espacio potencial por el que distribuirse). No obstante, y a pesar de la diferente intensidad de respuesta de los migrantes transaharianos y las especies sedentarias a la disponibilidad de sus hábitats en las campiñas, existe una fuerte relación inversa entre densidad de todas las especies y especialización en las preferencias de hábitat (medida inversa a la amplitud):  $r = -0.649$ ,  $n = 21$ ,  $p < 0.01$ . Este resultado apoya la hipótesis de McNAUGHTON y WOLF (1970) según la cual la abundancia de los organismos debe correlacionarse con la amplitud de distribución de las especies cuando los recursos del medio son limitantes, y los organismos de una comunidad responden a la disponibilidad siguiendo un mismo patrón. Este hecho, también encontrado por otros autores (por ejemplo HAIU et al. 1980 HOLMES y ROBINSON 1981; VANDER WALL y McMAHON 1984; CARRASCAL 1987), contrasta con lo obtenido por CARRASCAL y TELLERIA (1985) para la ornitocenosis invernante en las campiñas de esta región de estudio. Esta discrepancia estacional en el patrón de relación abundancia-amplitud para las campiñas, puede entenderse como consecuencia de una mayor adversidad e impredecibilidad ambiental durante el invierno que impide que la comunidad se sature en especies e individuos. Por otro lado, durante el invierno, debido a que las especies no están restringidas a una misma área por motivos reproductores, la impredecibilidad meteorológica dentro y fuera de la región de estudio puede provocar fugas de tempero que afecten en distinta medida a las especies de una comunidad atendiendo a sus nichos especiales y tróficos (ver CARRASCAL et al. 1987), y que impidan que todas las especies de la ornitocenosis ajusten sus niveles de abundancia siguiendo un mismo patrón con la estructura de la vegetación, dependiendo de la disponibilidad de ipos o complejos fisiognómicos.

Los migrantes transaharianos no ocupan con más intensidad las áreas de menor complejidad estructural como han apuntado HERRERA (1978) para toda Europa y BILCKE (1984) para una serie sucesional de coníferas en Bélgica. Como grupo, en las campiñas, sólo parecen responder a la cobertura y altura (desarrollo) del estrato arbustivo, lo cual debe relacionarse con el emplazamiento de los nidos, ya que la mayoría de estas especies nidifican en arbustos y buscan el alimento en otros sustratos (suelo, follaje, aire, etc). Esto es, independientemente de la

complejidad global de la estructura de la vegetación, los migrantes transaharianos seleccionan las áreas con mayor desarrollo del matorral. Este resultado pone de manifiesto la existencia de variaciones locales en los niveles de recepción de estas especies no centempladas por modelos generales (por ejemplo HERRERA 1978), y lo difícil que resulta establecer relaciones universales (incluso a escala intercontinental) que expliquen la distribución de estas aves durante el período reproductor (ver por ejemplo M-CARTHUR 1959; WILLSON 1976; HERRERA 1978 y POTTI 1985 para distintas hipótesis). No obstante, los resultados de este trabajo parecen apoyar la hipótesis de BILCKE (1984) según la cual, la distribución de estas especies durante el período reproductor vendría determinada por las características de sus hábitats, que durante su estancia invernal en África son medios arbustivos estructuralmente simples.

La mayor densidad y riqueza de los setos respecto a la que le correspondería atendiendo a un gradiente de complejidad estructural global para toda el área de estudio (ver Tabla 4), implica que estas formaciones vegetales actúan como islas forestales aglutinando, en reducidos espacios, una elevada cantidad de especies e individuos que en zonas agrícolas extensas desarboladas no encuentran el hábitat apropiado para su existencia durante el período reproductor. Así, son habitados por especies forestales propias de bosques caducifolios y por pájaros de «de borde» que dentro del contexto del País Vasco atlántico restringen su distribución a estas formaciones (ver ODUM 1959; GROMADZKI 1970 HINO 1985 y O'CONNOR y SHRUBB 1986 para unos resultados similares).

La gestión humana de estos medios agrícolas debe evitar la eliminación de las masas de arbustos que alcancen mayor altura y la supresión de pequeños árboles caducifolios de grandes zonas. De ser reducidas las superficies de los setos deberían conservarse sectores con elevadas alturas de arbustos (aunque tengan escasa cobertura) y densidades de arbolillos. La eliminación o reducción de las campiñas (y en particular de los setos) en el País Vasco atlántico para su transformación en área de cultivo extensivo o zonas de repoblación de *Pinus radiata* traería consigo una considerable reducción de los efectivos poblacionales de los migrantes transaharianos.

## CONCLUSIONES

A continuación se resumen brevemente las conclusiones emanadas de este trabajo:

- La composición, densidad y riqueza de la ornitocenosis asociada con las campiñas del norte de la Península Ibérica muestra una considerable variación que es perfectamente explicada atendiendo a la estructura de la vegetación. El aumento de la densidad y riqueza está asociado con el incremento de la complejidad estructural y volumen de la vegetación, siendo la altura del estrato arbustivo el principal responsable de las variaciones observadas en estos dos parámetros ornitocenóticos.
- La comunidad de aves responde fundamentalmente a la estructura de la vegetación a través de la riqueza, mientras que la densidad parece relacionarse con otros fenómenos no estructurales.
- La abundancia de migrantes transaharianos está asociada en las campiñas al desarrollo del estrato arbustivo (altura y cobertura), relacionándose directamente con el gradiente de complejidad estructural.
- En general, las abundancias de las especies se relacionan con la disponibilidad de sus hábitats

preferidos en las campiñas, de manera que la estructura de la vegetación es un factor determinante de los niveles poblacionales de las aves (apoyo a la hipótesis de HILDEN 1965). Esta relación es muy estrecha en los migrantes transaharianos, mientras que es más laxa en las especies sedentarias.

- La elevada densidad y riqueza de aves de los setos respecto a medios forestales de mayor complejidad estructural y volumen de la vegetación se explica por su insularidad dentro de áreas agrícolas extensas desarboladas, y por el «efecto de borde».

## AGRADECIMIENTOS

Durante la realización de este trabajo uno de nosotros (Luis M. Carrascal) estuvo becado por el proyecto de investigación CAICYT 1429-82). Marisol Ruiz revisó el resumen en Inglés.

## BIBLIOGRAFIA

ASENSIO, B.

- 1985 Migración en España del Verdecillo (*Serinus serinus*) según los resultados del anillamiento. *Ardeola*, 32: 173-179.
- 1987 La migración en España del Verderón Común (*Carduelis chloris*, L.) según los resultados de anillamiento. *Doñana Acta Vetebrata*.

BELLOT, F.

- 1972 *El tapiz vegetal de la Península Ibérica*. Ed. H. Blume.

BILCKE, G.

- 1982 Breeding songbird community structure: influences of plot size and vegetation structure. *Acta Oecologica/Oecologia Generalis*, 3: 511-521.
- 1984 Residence and non-residence in passerines: dependence on the vegetation structure. *Ardea*, 72: 223-227.

BLONDEL, J., FERRY, C., FROCHOT, B.

- 1973 Avifaune et végétation, essai d'analyse de la diversité. *Alauda*, 41: 63-84.

BONGIORNO, S.F.

- 1982 Land use and summer bird population in northwestern Galicia, Spain. *Ibis*, 124 2-20.

CAPEN, D. E.

- 1981 *The use of multivariate statistics in studies of wildlife habitat*. USDA Forest Service General Technical Report RM-87.

CARRASCAL, L. M.

- 1986 Caracterización ecológica y biogeográfica de la avifauna de un macizo montañoso vizcaíno (País Vasco). *Munibe*, 38: 9-14.
- 1987 Relación entre avifauna y estructura de la vegetación en las repoblaciones de coníferas de Tenerife (Islas Canarias). *Ardeola*, 34 193-224.

CARRASCAL, L. M., TELLERIA, J. L.

- 1985 Avifauna invernante en los medios agrícolas del Norte de España. II. Papel de la estructura de la vegetación y la competencia interespecífica. *Ardeola*, 32: 227-251.

CARRASCAL, L. M., POTTI, J., SANCHEZ, F.

- 1987 Spatio-temporal organization of the bird communities in two mediterranean montane forests. *Holarctic Ecology*, 10: 185-192.

ELIAS, F. & RUIZ, L.

- 1977 *Agroclimatología de España*. Madrid. I.N.I.A., cuaderno n.º 7.

ELOSEGUI, J.

- 1980 Influencia de las repoblaciones de coníferas en la avifauna, pp. 769-836 en ARANZADI: *Estudio ecológico y económico de las repoblaciones de coníferas exóticas en el País Vasco*. Mondragón. Caja Laboral Popular.

- FERNANDEZ, A., GALARZA, A.  
1986 Estructura y estacionalidad de las comunidades de aves de distintos medios del tramo costero del País Vasco. *Bol. Est. Cent. Ecol.*, 29 59-66.
- GUINEA, E.  
1949 Vizcaya y su paisaje vegetal. Bilbao. Junta de Cultura de Vizcaya.
- GROMADZKI, L.  
1970 Breeding communities of birds in mid-field afforested areas. *Ekol. Pol.*, 18: 307-350.
- HAILA, Y., JARVINEN, O., VAISANEN, R.A.  
1980 Habitat distribution and species associations of land bird population on the Aland Islands, SW Finland. *Ann. Zool. Fennici*, 17: 87-106.
- HERRERA, C. M.  
1978 On the breeding distribution pattern of European migrant birds; MacArthur's theme reexamined. *Auk*, 95: 496-509.
- HILDEN, O.  
1965 Habitat selection in birds. *Ann. Zool. Fenn.*, 2 53-75.
- HINO, T.  
1985 Relationships between bird communities and habitat structure in shelterbelts of Hokkaido, Japan. *Oecologia (Berlin)*, 65 442-448.
- HOLMES, R. T., ROBINSON, S. K.  
1981 Tree species preferences of foraging insectivorous birds in northern hardwoods forest. *Oecologia (Berlin)*. 48: 31-35.
- JAMES, F. C.  
1971 Ordinations of habitat relations among breeding birds. *Wilson Bull.*, 83: 217-236.
- JARVINEN, O., VAISANEN, R. A.  
1975 Estimating relative densities of breeding birds by line transect method. *Oikos*, 26 316-322.
- KARR, J. R.  
1968 Habitat and avian diversity on strip-mined land in east-central Illinois. *Condor*, 70 348-357.
- MACARTHUR, R. H.  
1959 On the breeding distribution pattern of North American migrant birds. *Auk*, 76 318-325.
- MACARTHUR, R. H. & MACARTHUR, R. W.  
1961 On bird species diversity. *Ecology*, 42 594-598.
- MAURER, B. A., McARTHUR, L. B., WHITMORE, R. C.  
1981 *Habitat associations of birds breeding in clearcut deciduous forests in West Virginia*. pp 167-172. En Capen, D.E., Ed. The use of Multivariate Statistics in Studies of Wildlife Habitat. USDA Forest Service. General Technical Report RM-87.
- MCNAUGHTON, S. J., WOLF, L. L.  
1970 Dominance and the niche in ecological systems. *Science*, 167: 131-139.
- NIE, N. H., HULL, C. H., JENKINS, J. G., STEINBERGER, K., BENT, D. H.  
1975 Statistical Package for the Social Sciences (SPSS). Nueva York. McGRAW-HILL.
- NILSSON, S. G.  
1979 Density and species richness of some forest bird communities in South Sweden. *Oikos*, 33: 392-401.
- O'CONNOR, R. J., SHRUBB, M.  
1986 *Farming and Birds*. Cambridge Univ. Press.
- ODUM, E. P.  
1971 *Fundamentals in Ecology*. Philadelphia. Saunders.
- OSBORNE, P.  
1984 Bird numbers and habitat characteristics in farmland hedgerows. *J. Appl. Ecol.*, 21: 63-82.
- POTTI, J.  
1985 Sobre la distribución de los migrantes transaharianos en la Península Ibérica. *Ardeola*, 32: 57-68.
- PRODON, R.  
1976 *Le substrat, facteur écologique et éthologique de la vie en eau courante: observations et expériences sur les larves de Microptera testacea et Cordulogaster annulatus*. Thèse 3e cycle. Univ. Lyon I.
- RIVAS-MARTINEZ, S.  
1981 Les étages bioclimatiques de la végétation de la Península Ibérique. *Anales Jard. Bot.*, 37: 251-268. Madrid.
- TELLERIA, J. L.  
1986 *Manual para el censo de los Vertebrados Terrestres*. Madrid. Ed. Raíces.
- VANDER WALL, S. B. & MACMAHON, J. A.  
1984 Avian distribution patterns along a Sonoran Desert bajada. *J. Arid Environments*, 7: 59-74.
- WILLSON, M. F.  
1974 Avian community organization and habitat structure. *Ecology*, 55 1017-1029.
- WILLSON, M. F.  
1976 The breeding distribution of North American migrant birds: a critique of MacArthur (1959). *Wilson Bull.*, 88 582-587.