

## RELACION ENTRE FACTORES AMBIENTALES Y LA DISTRIBUCION DE AVES NIDIFICANTES EN UNA TRANSICION CLIMATICA TEMPLADO-MEDITERRANEA

J. BUSTAMANTE<sup>1</sup>, PILAR GAONA<sup>1</sup> y MARTA CALVO<sup>2</sup>

### RESUMEN

A partir del análisis de los datos de distribución de aves nidificantes en un área de transición climática templado-mediterránea, mediante un análisis de correspondencias, se puede concluir que el principal factor que determina la distribución de las aves en este territorio es el clima, especialmente el déficit hídrico. Otros factores ambientales como altitud, estructura de la vegetación, presencia de zonas húmedas y distribución de núcleos urbanos, posiblemente en ese orden, tienen una influencia secundaria; mientras que la densidad de población humana apenas tiene influencia.

### INTRODUCCION

Los factores que condicionan la distribución de los seres vivos han sido objeto de estudio desde los inicios de la biogeografía como ciencia (WALLACE, 1876). Especial atención han merecido los cambios en diversidad, sobre todo a gran escala, y su relación con factores como la latitud, clima, heterogeneidad espacial, etcétera (entre otros muchos: MACARTHUR, 1964; PIANKA, 1966; WILSON, 1974; SCHALL y PIANKA, 1977; PÉREZ MELLADO, 1983; CURRIE y PAQUIN, 1987). También se ha prestado atención a los patrones de distribución de especies (KIKKAWA y PEARSE, 1969; BLONDEL, 1983) desde distintas aproximaciones metodológicas (ver HAILA *et al.*, 1987). Estos trabajos sobre distribución de especies a gran escala suelen centrar la explicación de patrones de distribución en base a un único tipo de factores, ecológicos o históricos, aunque con frecuencia los mismos patrones de distribución pueden explicarse en base a teorías exclusivamente históricas o ecológicas sin que ello demuestre cuál es la causa real de la distribución (ENDLER, 1980). En general, no hay apenas trabajos que estudien la relación entre los factores ambientales y la distribución de especies a escala regional, donde en principio es de suponer que los

factores históricos no juegan un papel importante si no existen barreras que impidan la dispersión de especies.

La distribución de una especie de ave nidificante a escala regional podría estar determinada por un único factor ambiental; pero lo más probable es que sean un conjunto de factores interrelacionados los que la determinen. Es de esperar, además, que para distintas especies de aves sean distintos los factores que les afecten, o que los mismos les afecten en distinto grado. El presente estudio pretende detectar las pautas comunes en la distribución de las aves nidificantes en una área de transición climática y determinar cuáles son los factores ambientales que se relacionan mejor con esas pautas de distribución.

### AREA DE ESTUDIO, MATERIAL Y METODOS

La Península Ibérica es un exponente claro de la transición climática entre el clima templado y el mediterráneo. No hay publicado ningún atlas nacional sobre la distribución de aves nidificantes y de los atlas regionales publicados el que mejor se encuadra en dicha transición es el Atlas de las Aves Nidificantes de Navarra (ELÓSEGUI, 1985). Para el presente estudio se han utilizado datos de este atlas. De las 141 cuadrículas, del retículo UTM 10 × 10 km, incluidas en los mapas se han usado únicamente las 55 cuadrículas representadas en la

<sup>1</sup> Estación Biológica de Doñana. Pabellón del Perú. Avda. de María Luisa s/n. 41013-Sevilla.

<sup>2</sup> C/ Sangenjo, 8. 28034-Madrid

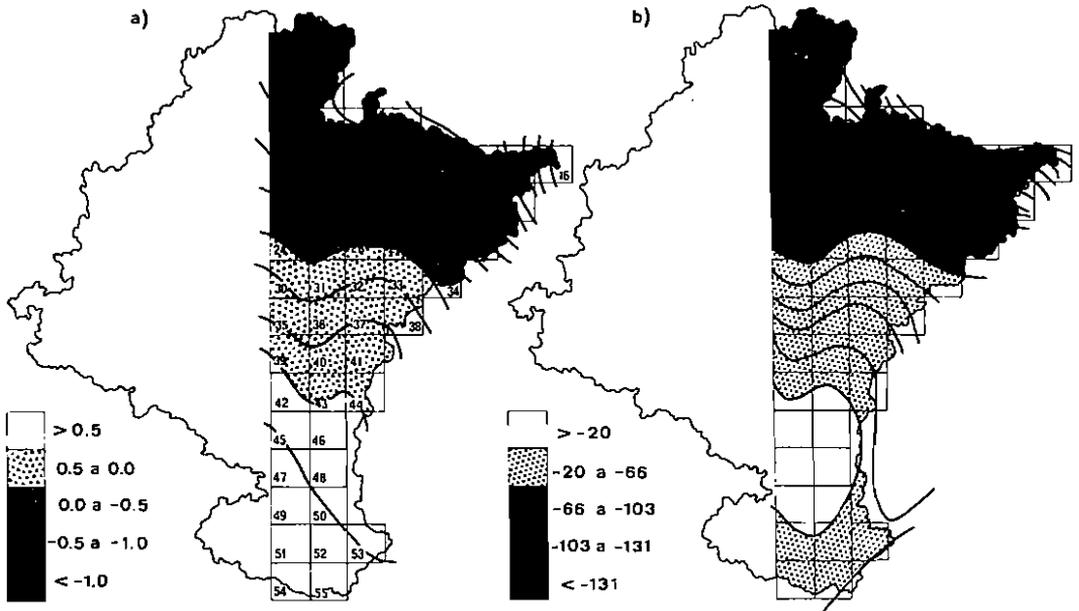


Fig. 1. Localización de las cuadrículas del área de estudio (a), y superficies de tendencias, ajustadas mediante polinomios de 5 grado (MATHER, 1973), para el primer eje del análisis de correspondencias (a) y el déficit hídrico (b).

Figura 1. Primero se eliminaron aquellas cuadrículas en las que la superficie prospectada era menor del 50% y de las restantes se eligió un grupo que, teniendo una continuidad geográfica; englobaba, a nuestro juicio, todo el gradiente de transición climática que nos interesaba estudiar, manteniendo un número suficiente para los análisis estadísticos que se pretendían realizar. Se incluyó la cuadrícula 16, aunque la superficie prospectada es menor del 50%, por ser la más representativa de la alta montaña.

El área estudiada tiene una extensión de 5.500 km<sup>2</sup>, aproximadamente la mitad de la extensión de la provincia de Navarra. Se encuentra al Norte de la Península Ibérica entre los 41°55'-43°19' N y los 0°44'-1°45' W. Al Norte está surcada por la cadena pirenaica con una pérdida progresiva de altitud de Este a Oeste. Las restantes montañas, con alineaciones aproximadas de Este a Oeste, también se encuentran en la mitad Norte del área de estudio. El Sur, predominantemente llano, se incluye en la depresión del Ebro. A la transición climática zonal (templado-mediterránea) del área de estudio se superpone el clima pirenaico de montaña en las zonas más elevadas. Para más información ver ELÓSEGUI (1985).

Con respecto a las especies de aves nidificantes, se han incluido en el análisis las 162 especies para las que el Atlas proporciona datos de nidificación en las 55 cuadrículas escogidas (Apéndice 1). A los cuatro índices de nidificación empleados por ELÓSEGUI(1985) se les han asignado valores cuantitativos para el análisis estadístico: no nidificantes=0; nidificación posible=1; nidificación probable=2; nidificación segura=3.

A diferencia de otros trabajos que estudian relaciones entre áreas mediante índices de similitud faunística utilizando métodos de clasificación tipo *cluster* (KIKKAWA y PEARSE, 1969; BARONI y COLLINGWOOD, 1977; DAMOND y HAMILTON, 1980), nosotros hemos empleado un análisis de ordenación como es el análisis de correspondencias. Creemos que este tipo de análisis es el procedimiento más adecuado para detectar los principales gradientes de variación en la distribución de aves a esta escala. Como primer paso se realizó un análisis de correspondencias para una matriz de especies por cuadrículas según el programa de CORDIER (1965) y BENZECRI (1976). Este análisis se repitió eliminando algunas especies para determinar su peso en los ejes definidos por el primero.

TABLA I  
DEFINICION Y FUENTES PARA LAS VARIABLES UTILIZADAS EN EL PRESENTE ESTUDIO

*Variables climáticas:*

PRE: precipitación media anual (mm), (ELÓSEGUI, 1987).  
 TMED: temperatura media anual (°C) (IMN, 1987).  
 TMAX: media de las temperaturas máximas del mes más cálido (°C) (IMN, 1987).  
 TMIN: media de las temperaturas mínimas del mes más frío (°C) (IMN, 1987).  
 DEFH: medida del déficit hídrico.  
 CE: cociente de Emberger o índice de mediterraneidad.  
 CONT: índice de continentalidad ( $CONT = TMAX - TMIN$ ).

*Variables geográficas:*

ALT: altitud sobre el nivel del mar (m), (ELÓSEGUI, 1986).  
 AGU: superficie de agua (m) (SGE, 1980).

*Variables relativas a la vegetación:*

ARB: % de superficie ocupada por arbolado (CEBALLOS, 1966).  
 MAT: % de superficie ocupada por matorral (CEBALLOS, 1966).  
 CULT: % de superficie ocupada por cultivos (CEBALLOS, 1966).

*Variables de influencia humana:*

PUEB: número de pueblos (SCE, 1980).  
 HABI: número de habitantes (INE, 1984).

*Nota:* En las ocho primeras variables el valor considerado es la media para cada cuadrícula, en las restantes es el valor absoluto.

Se realizaron regresiones múltiples por pasos de los valores de las cuadrículas en los ejes sobre un conjunto de variables climáticas, geográficas, relativas a la vegetación e indicadoras de la influencia humana (Tabla I). Este procedimiento ha sido empleado por otros autores (BARONI y COLLINGWOOD, 1977; CURRIE y PAQUIN, 1987) para explicar gradientes de variación.

Las correlaciones entre variables que se mencionan en el texto son correlaciones de Pearson. Para el ajuste de algunas variables al área de estudio se empleó un programa de superficies de tendencias (MATHER, 1973) que ajusta una superficie polinómica de quinto grado a los valores de una variable dados como coordenadas (X, Y) en un plano. Los análisis estadísticos se realizaron utilizando el BMDP (DIXON y BROWN, 1983).

## RESULTADOS Y DISCUSION

Los tres primeros ejes del análisis de correspondencias absorben el 46,65% de la varianza en los datos. Este valor de absorción de la varianza es relativamente alto para una matriz de  $162 \times 55$ , lo que pone de manifiesto la existencia de patrones de dis-

tribución comunes entre la avifauna del área de estudio.

En la representación de las cuadrículas respecto a los ejes 1 y 2 del análisis de correspondencias (Fig. 2) se observa un gradiente Norte-Sur sin marcadas discontinuidades, con excepción de las cuadrículas correspondientes a la alta montaña (15, 16, 23) que quedan claramente separadas del resto. La cuadrícula 42, que incluye una laguna, aparece en el extremo Sur del gradiente, próxima a las restantes; pero queda claramente diferenciada del resto si consideramos el eje 3 (ver Apéndice 2), que no se ha representado en la Figura 2.

El principal eje de variación de la distribución de las aves, eje 1 en el análisis de correspondencia, presenta correlaciones significativas con gran parte de las variables seleccionadas (Tabla II). El hecho de que los principales gradientes de variación en el área de estudio vayan de Norte a Sur determina una alta correlación entre las variables independientes, especialmente entre las climáticas y las geográficas. Para determinar qué variables explican mejor este eje realizamos una regresión múltiple por pasos (Tabla III). Según este modelo de re-

TABLA II

COEFICIENTES DE CORRELACION DE LAS DISTINTAS VARIABLES CON LOS TRES PRIMEROS EJES DEL ANALISIS DE CORRESPONDENCIAS. VARIANZA DE LA DISTRIBUCION DE AVES ABSORBIDA POR CADA EJE Y POR CADA VARIABLE; EN EL CASO DE LAS VARIABLES LAS VARIANZAS ABSORBIDAS NO SON INDEPENDIENTES POR EXISTIR CORRELACION ENTRE ELAS

	Eje 1	Eje 2	Eje 3	% varianza absorbida
PRE .....	-0,9128**	0,0204	-0,2759	22,42
TMED .....	0,8063**	-0,0644	-0,0082	17,06
TMAX .....	0,9125**	-0,0487	0,1044	21,90
TMIN .....	0,5715**	-0,2003	-0,1103	9,14
DEFH .....	0,9257**	-0,0248	0,2574	22,96
CE .....	0,9227**	0,1065	-0,2508	22,92
CONT .....	0,4188**	0,1523	0,2286	5,30
ALT .....	-0,8732**	0,3175*	0,0437	21,21
AGU .....	0,3092*	0,1405	-0,5814**	5,48
ARB .....	-0,7229**	-0,2581	-0,1564	14,70
MAT .....	-0,6823**	0,2063	--0,0302	12,71
CULT .....	0,8701**	0,0693	0,1252	19,99
PUEB .....	-0,1330	-0,3217*	-0,1188	1,86
HABI .....	0,0496	-0,0639	-0,0054	0,12
% varianza absorbida .....	26,16	12,41	8,08	

\*\* =  $p < 0,01$ .

\* =  $p < 0,05$ .

Nota: El porcentaje de varianza de la distribución de aves absorbida por cada variable se ha calculado como:

$$\% \text{ varianza absorbida} = \sum_{i=1}^3 r_i^2 V_i$$

$r_i$  = coeficiente de correlación con el eje i.

$V_i$  = varianza absorbida por el eje i.

TABLA III

REGRESION POR PASOS DE LOS EJES 1 Y 2 DEL ANALISIS DE CORRESPONDENCIA

EJE 1				
X = -3,2163 + 0,0024 DEFH - 0,0008 ALT + 0,1001 CONT + 0,0994 TMED - 0,0037 MAT - 0,0061 PUEB				
Paso	Variable introducida	Varianza absorbida	Incremento varianza absorbida	Valor de F
1	DEFH	0,8570	0,8570	317,52
2	ALT	0,9229	0,0659	44,46
3	CONT	0,9439	0,0211	19,16
4	TMED	0,9595	0,0156	19,21
5	MAT	0,9647	0,0052	7,29
6	PUEB	0,9689	0,0042	6,40
EJE 2				
X = -0,2492 - 0,0202 PUEB + 0,0012 ALT - 0,0163 ARB				
Paso	Variable introducida	Varianza absorbida	Incremento varianza absorbida	Valor de F
1	PUEB	0,1035	0,1035	6,12
2	ALT	0,1916	0,0881	5,67
3	ARB	0,5660	0,3744	44,00

gresión el déficit hídrico (DEFH) explica el 86% de la varianza del eje, y la altitud y la continentalidad añaden un 9% a la varianza explicada. Las representaciones espaciales del déficit hídrico y del eje 1, ajustadas mediante superficies de tendencias, coinciden casi totalmente (Fig. 1), como es de esperar dado el alto porcentaje de la varianza del eje que explica esta variable.

Pensamos en base a estos resultados, que las aves nidificantes de esta zona están más afectadas en su distribución por el clima que por otros factores ambientales.

De las especies de aves utilizadas en el análisis, 33 contribuyen predominantemente al eje 1 (contribuciones relativas mayores de 0,5). De éstas, 17 caracterizan el extremo positivo y son, en general, de distribución mediterránea y muchas de ellas características de estepas o semidesiertos. En orden de mayor o menor contribución relativa: *Galerida cristata*, *Melanocorypha calandra*, *Upupa epops*, *Oenanthe hispanica*, *Calandrella cinerea*, *Cisticola juncidis*, *Pterocles orientalis*, *Passer montanus*, *Burhinus oedicephalus*, *Anthus campestris*, *Columba oenas*, *Galerida theklae*, *Streptopelia turtur*, *Sylvia undata*, *Acrocephalus arundinaceus*. Las especies que caracterizan el extremo negativo son 16, en su mayoría de distribución centro-europea o relacionada con bosques de montaña: *Eritricha rubecula*, *Turdus philomelos*, *Parus palustris*, *Prunella modularis*, *Parus cristatus*, *Parus ater*, *Sitta europaea*, *Pyrrhula pyrrhula*, *Turdus viscivorus*, *Emberiza citrinella*, *Anthus trivialis*, *Regullus ignicapillus*, *Strix aluco*, *Anthus spinoletta*, *Cinclus cinclus*, *Dryocopus martius*.

El eje 2 del análisis de correspondencia queda caracterizado por seis especies con contribuciones relativas altas: *Turdus torquatus*, *Trichodroma muraria*, *Prunella collaris*, *Lagopus mutus*, *Tetrao urogallus* y *Montifrigilla nivalis*. Todas ellas son especies de alta montaña o forestales de montaña y dan valores positivos en dicho eje (Apéndice 1).

Si observamos el mapa en el que se representan los valores de cada cuadrícula para el eje 2 (Fig. 3) podemos ver que las parcelas más parecidas a las de alta montaña (extremo Nordeste) son las del Sur del área de estudio. Aunque ambos grupos quedan claramente diferenciados mediante la combinación de los ejes 1 y 2 (Fig. 2). El parecido entre las estepas del Sur de Navarra y la alta montaña pire-

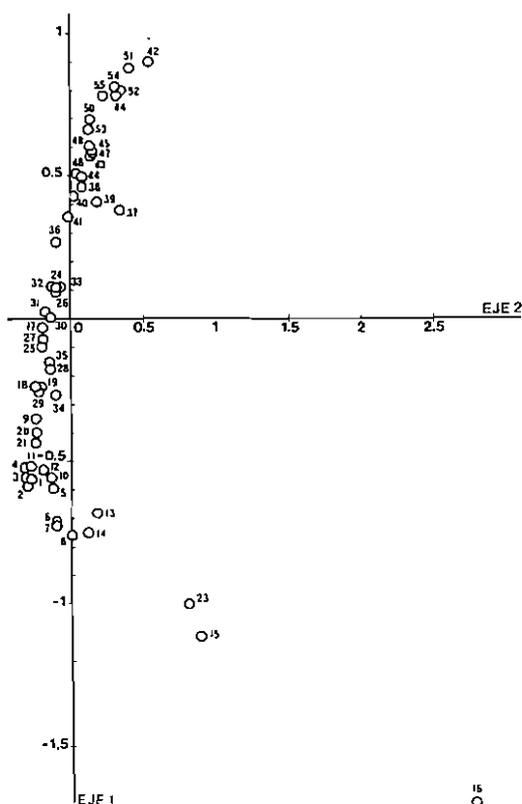


Fig. 2. Ordenación de las cuadrículas respecto a los ejes 1 y 2 del primer análisis de correspondencias.

naica posiblemente sea debido más a ausencias compartidas que a especies comunes. Este eje presenta una correlación positiva con la altitud y negativa con la densidad de pueblos y el porcentaje de cobertura arbórea (Tabla II). Esto último queda reflejado en la distribución de los pueblos y el arbolado en la zona estudiada en relación con los valores de las cuadrículas en el eje 2 (Fig. 3). Realizada una regresión por pasos para dicho eje son estas mismas variables, PUEB, ALT y ARB, las que mejor lo explican (Tabla III). Esto coincide con el hecho de que especies antropófilas (v.g. *Passer domesticus*, *Apus apus*, *Hirundo rustica*) y forestales de carácter general (v.g. *Accipiter gentilis*, *Turdus philomelos*) tienen valores negativos en dicho eje mientras que las relacionadas con zonas altas, aves de alta montaña y forestales de montaña, tienen valores positivos (v.g. *Perdix perdix*, *Dendrocopos leucotos*) (ver Apéndice 1).

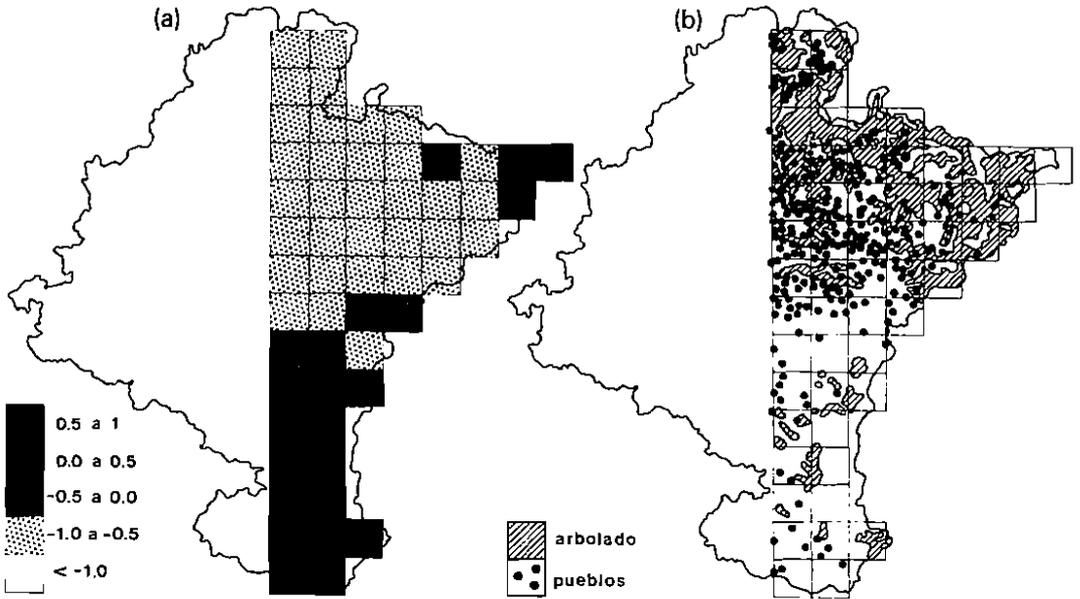


Fig. 3. Valores de las cuadrículas respecto al eje 2 del primer análisis de correspondencias (a), y distribución de los núcleos urbanos y el arbolado en el área de estudio (b).

El tercer eje del análisis de correspondencias está claramente relacionado con las aves acuáticas, como se deduce de las especies con mayores contribuciones relativas: *Ixobrychus minutus*, *Botaurus stellaris*, *Anas strepera*, *Anas querquedula*, *Porzana parva*, *Porzana pusilla*, *Vanellus vanellus*, *Locustella luscinioides*, *Ardea purpurea*, *Tringa totanus*, *Himantopus himantopus*. Estas especies son las que constituyen el extremo negativo del eje. La cuadrícula 42, que tiene un gran número de aves acuáticas nidificantes por incluir una laguna, aparece en el extremo negativo de eje 3 (Apéndice 2). La coordenada en este eje para cada cuadrícula está significativamente correlacionada tanto con el número de aves acuáticas nidificantes ( $r = -0,51$ ;  $p < 0,01$ ) como con la superficie ocupada por masas de agua ( $r = -0,58$ ;  $p < 0,01$ ), y salvo con la precipitación anual, no presenta correlaciones significativas con otras variables ambientales (Tabla 2).

En un nuevo análisis de correspondencia en el que se eliminaron las especies de alta montaña y las acuáticas (Apéndice 1) se observa que los ejes 1 y 2 apenas varían con relación a los del primer análisis ( $n = 55$ ;  $r = 0,99$  y  $r = 0,97$ , respectivamente), mientras que el eje 3, tal como estaba definido en

el análisis anterior desaparece totalmente ( $n = 55$ ;  $r = -0,69$ ). La cuadrícula 42 pierde casi toda su diferencia respecto a otras cuadrículas del extremo Sur del área de estudio mientras que la cuadrícula 16, aunque reduce su distancia con las restantes, sigue apareciendo en el extremo del gradiente (Fig. 4). Creemos que esto indica que mientras las aves acuáticas son las únicas que definen el eje 3, el eje 2 no es exclusivamente el efecto de las aves de alta montaña.

### CONCLUSIONES

De todos los factores ambientales considerados parece que el clima es el más importante para determinar la distribución de aves nidificantes en el área estudiada. La transición climática Norte-Sur, del clima templado al mediterráneo, se correlaciona perfectamente con un gradiente máximo de variación Norte-Sur en la composición de aves. Este gradiente está significativamente correlacionado con muchas de las variables ambientales que también siguen gradientes aproximadamente Norte-Sur, pero las correlaciones más altas se logran con variables climáticas que posiblemente son las que han

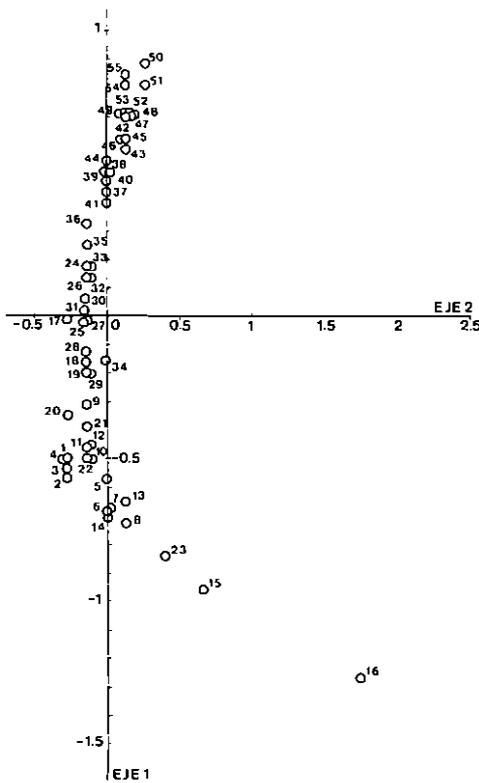


Fig. 4. Ordenación de las cuadrículas respecto a los ejes 1 y 2 del segundo análisis de correspondencias.

originado tanto los cambios en la avifauna como los de la vegetación. El déficit hídrico, que tiene en cuenta tanto la temperatura como la precipitación, es la variable climática que mejor explica este gradiente. El Cociente de Emberger, que es un índice de mediterraneidad, tiene una correlación aproximadamente igual a la del déficit hídrico y aunque en su cálculo tiene en cuenta la continentalidad no mejora con ello la explicación de los cambios de avifauna. De todas formas, el hecho de que la altitud y la continentalidad incrementen la varianza explicada en la regresión por pasos del primer eje del análisis de correspondencias, parece indicar que estas dos variables matizan de alguna forma el gradiente de aves nidificantes.

En contra de lo que a priori suponíamos, los cambios en la estructura de la vegetación representados por el porcentaje de arbolado, matorral o cultivos en las distintas cuadrículas afectan en mucha menor medida que el clima. Según los modelos de regresión de la Tabla III, el porcentaje de superficie ocupada por matorral sólo llega a explicar un 5% de la varianza del eje 1, y la ocupada por arbolado el 37% del eje 2. El número de pueblos por cuadrícula, variable que escogimos para valorar el peso de la avifauna antropófila en la definición de los ejes, tiene un peso importante en el eje 2. Interpretamos de estos resultados que hay un conjunto de especies antropófilas, junto con otras especies forestales de distribución amplia, que tienen un patrón de distribución similar en el área central de la zona estudiada. Sin embargo, la densidad de población humana no presenta correlaciones significativas con ninguno de los ejes del análisis de correspondencias. Hay que tener en cuenta que el atlas del que hemos tomado los datos (ELÓSEGUI, 1985) no proporciona mapas a la misma escala para las especies consideradas amenazadas, que son un grupo para el que cabría esperar que la densidad de población humana influyera negativamente en su distribución.

La presencia de zonas húmedas aparece como un factor bien diferenciado del resto de los factores ambientales. Posiblemente esto es debido tanto a que su variación se separa del gradiente Norte-Sur de otras variables, como a que la avifauna relacionada con el agua está bien definida.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a B. Peco, A. Baltanás, A. Valdecasas, M. Delibes y P. Jordano las sugerencias que sirvieron para mejorar este manuscrito y a M. Merino la elaboración de las figuras. Los análisis estadísticos se llevaron a cabo en los ordenadores de los Centros de Cálculo de la Universidad Autónoma de Madrid y del Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Dos de los autores (P. G. y J. B.) disfrutaron de becas predoctorales de FPI durante parte de la realización de este trabajo, dentro del Proyecto 944 CSIC-CAICYT.

SUMMARY

The study of breeding birds distribution patterns in an area with a temperate-mediterranean climatic

transition, by means of a correspondence analysis, shows that the climate, and especially the moisture-deficit, is the main factor influencing bird distributions. Other environmental factors such as altitude, vegetation structure, presence of wetlands and distribution of urban areas —probably in that order— have a secondary role while density of human inhabitants hardly has any influence.

## BIBLIOGRAFIA

- BARONI, C., y COLLINGWOOD, C. A., 1977: «The zoogeography of ants (*Hymenoptera, Formicidae*) in northern Europe». *Acta Zool. Fennica*, 152:1-34.
- BENCECRI, J. P., 1976: *L'Analyse de donnes. II. L'Analyse des correspondances*. Dunod. Paris.
- BLONDEL, J., y CHOISY, J. P., 1983: «Biogéographie des peuplements d'oiseaux à différentes échelles de perception: de la théorie à la pratique». *Acta Oecologica*, 4:89-110.
- CEBALLOS, L., 1966: *Mapa forestal de España*. Escala 1:400.000. Ministerio de Agricultura. Madrid.
- CORDIER, B., 1965: *L'Analyse factorielle des correspondances*. Thèse 3eme. Cycle. Rennes.
- CURRIE, D. J., y PAQUIN, V., 1987: «Large-scale biogeographical patterns of species richness of trees». *Nature*, 329:326-327.
- DIAMOND, A. W., y HAMILTON, A. C., 1980: «The distribution of forest passerine birds and Quaternary climatic change in tropical Africa». *J. Zool., Lond.*, 191:379-402.
- DIXON y BROWN, 1983: *BMDP Statistical Software*. University of California Press. Ucla.
- ELÓSEGUI, J., 1985: *Navarra. Atlas de aves nidificantes (1982-1984)*. Caja de Ahorros de Navarra. Pamplona.
- ENDLER, J. A., 1980: «Problems in Distinguishing Historical from Ecological Factors in Biogeography». *Amer. Zool.*, 22:441-452.
- HAILA, Y.; JÄRVINEN, O., y RAIVIO, S., 1987: «Quantitative versus qualitative distribution patterns of birds in the western Palearctic taiga». *Ann. Zool. Fennici*, 24:179-194.
- IMN, INSTITUTO METEOROLÓGICO NACIONAL, 1987: *Datos de temperaturas de estaciones meteorológicas de las provincias de Navarra, Zaragoza y Guipúzcoa. Serie de cinco años (1980-1984)*. Madrid.
- INE, INSTITUTO NACIONAL de ESTADÍSTICA, 1984: *Censo de la población de España, 1981. Nomenclátor-Navarra*.
- KIKKAWA, J., y PEARSE, K., 1969: «Geographical distribution of land birds in Australia. A numerical analysis». *Aust. J. Zool.*, 17:821-840.
- MACARTHUR, R. H., 1964: «Environmental factors affecting bird species diversity». *Amer. Natur.*, 98:387-397.
- MATHER, P. M., 1973: *Trend surface analysis program using orthogonal polynomials*. Geography Dept. Univ. of Nottingham.
- PÉREZ MELLADO, V., 1983: «La herpetofauna de Salamanca: un análisis biogeográfico y ecológico». *Salamanca, Revista Provincial de Estudios*, 9/10:9-78.
- PIANKA, E. R., 1966: «Latitudinal gradients in species diversity a review of concepts». *Amer. Natur.*, 100:33-46.
- SCE, SERVICIO CARTOGRAFICO del EJÉRCITO, 1980: Mapas topográficos 7-2, 7-3 y 7-4; escala 1:200.000.
- SCHALL, J. J., y PIANKA, E., 1977: «Species densities of reptiles and Amphibians on the Iberian Peninsula». *Doñana, Acta Vertebrata*, 4:27-34.
- WALLACE, A. R., 1976: *The geographical distribution of animals*. New York, Harper & Brothers, 1.108 pp.
- WILSON, J. W., III, 1974: «Analitical zoogeography of north american mammals». *Evolution*, 28:124-140.

APENDICE I

COORDENADAS DE LAS ESPECIES EN LOS TRES EJES PRINCIPALES DEL ANALISIS DE CORRESPONDENCIA

Especies	Eje. 1	Eje. 2	Eje. 3
1. <i>Tachybaptus ruficollis</i> .....	1,1287	0,5749	-0,9887
2. <i>Podiceps cristatus</i> .....	1,5749	1,1362	-2,3829
3. <i>Exobrychus minutus</i> .....	1,6529	1,4498	-4,2028
4. <i>Botaurus stellaris</i> .....	1,6529	1,4498	-4,2028
5. <i>Nycticorax nycticorax</i> .....	1,5215	0,9546	-1,5046
6. <i>Egretta garzetta</i> .....	1,5106	1,0534	-2,4884
7. <i>Ardea purpurea</i> .....	1,5451	1,1092	-2,5560
8. <i>Ciconia ciconia</i> .....	1,3033	0,6775	-0,7772
9. <i>Anas strepera</i> .....	1,6529	1,4498	-4,2028
10. <i>Anas platyrhynchos</i> .....	0,7644	0,2200	-0,1774
11. <i>Anas querquedula</i> .....	1,6529	1,4498	-4,2028
12. <i>Pernis apivorus</i> .....	-0,5065	-0,0765	0,2319
13. <i>Milvus migrans</i> .....	0,1686	-0,0461	0,0185
14. <i>Milvus milvus</i> .....	-0,1623	-0,2339	0,1878
15. <i>Neophron percnopterus</i> .....	-0,2363	-0,1673	0,2995
16. <i>Gyps fulvus</i> .....	-0,5675	-0,2243	0,1866
17. <i>Circus gallicus</i> .....	-0,0730	-0,1819	0,2721
18. <i>Circus aeruginosus</i> .....	1,1930	0,6202	-0,5784
19. <i>Circus cyaneus</i> .....	-0,2034	-0,3769	0,1627
20. <i>Circus pygargus</i> .....	0,5121	0,0248	0,1358
21. <i>Accipiter gentilis</i> .....	-0,4038	-0,3470	0,2394
22. <i>Buteo buteo</i> .....	-0,1399	-0,0436	-0,0651
23. <i>Hieraaetus pennatus</i> .....	0,2540	-0,1719	0,3054
24. <i>Falco tinnunculus</i> .....	-0,1312	0,1977	0,1367
25. <i>Falco subbuteo</i> .....	0,5756	0,0037	0,3630
26. <i>Lagopus mutus</i> .....	-3,1195	7,4092	1,6349
27. <i>Tetrao urogallus</i> .....	-2,5793	4,8751	0,9376
28. <i>Alectoris rufa</i> .....	0,3957	-0,0125	0,1331
29. <i>Perdix perdix</i> .....	-1,9039	2,1146	0,5502
30. <i>Coturnix coturnix</i> .....	0,0891	-0,0706	-0,0196
31. <i>Rallus aquaticus</i> .....	1,2199	0,7255	-1,4828
32. <i>Porzana parva</i> .....	1,6529	1,4498	-4,2028
33. <i>Porzana pusilla</i> .....	1,6529	1,4498	-4,2028
34. <i>Gallinula chloropus</i> .....	0,6973	0,2447	-0,0424
35. <i>Fulica atra</i> .....	1,2508	0,7113	-1,0243
36. <i>Otis tetrax</i> .....	1,0425	0,3947	-0,0915
37. <i>Charadrius dubius</i> .....	0,9366	0,3143	-0,1612
38. <i>Vanellus vanellus</i> .....	1,6529	1,4498	-4,2028
39. <i>Scolopax rusticola</i> .....	-1,4355	1,0750	-0,0455
40. <i>Actitis hypoleucos</i> .....	0,4304	0,0095	-0,1299
41. <i>Tringa totanus</i> .....	0,8755	0,8373	-2,7162
42. <i>Himantopus himantopus</i> .....	1,5399	1,1039	-2,6747
43. <i>Burhinus oedinenus</i> .....	0,9475	0,3030	0,1657
44. <i>Pterocles orientalis</i> .....	1,0364	0,3771	0,1166
45. <i>Pterocles alchata</i> .....	1,1836	0,4413	0,6711
46. <i>Columba livia</i> .....	0,9558	0,3090	0,4858
47. <i>Columba oenas</i> .....	0,7079	0,1109	0,3518
48. <i>Columba palumbus</i> .....	-0,1286	0,1289	0,2703
49. <i>Sireptopelia decaocto</i> .....	-0,0587	-0,5558	0,3061
50. <i>Sireptopelia turtur</i> .....	0,5263	0,0505	0,2708
51. <i>Cuculus canorus</i> .....	-0,1588	0,0501	-0,0269
52. <i>Clamator glandarius</i> .....	0,9650	0,3230	-0,1372
53. <i>Tyto alba</i> .....	0,1534	-0,1274	-0,0442
54. <i>Otus scops</i> .....	0,5230	0,0008	0,1493
55. <i>Athene noctua</i> .....	0,2911	-0,1031	0,1045
56. <i>Strix aluco</i> .....	-0,6993	-0,2504	-0,1014

Continúa

## APENDICE 1 (Continuación)

	Especies	Eje. 1	Eje. 2	Eje. 3
57.	<i>Asio otus</i> .....	0,3143	-0,1676	0,4646
58.	<i>Caprimulgus europaeus</i> .....	0,1558	-0,1153	-0,0870
59.	<i>Caprimulgus ruficollis</i> .....	0,1464	0,4006	0,9441
60.	<i>Apus apus</i> .....	0,0021	-0,1973	-0,1241
61.	<i>Apus melba</i> .....	0,3527	-0,1277	0,7067
62.	<i>Alcedo atthis</i> .....	-0,0906	-0,2003	-0,1550
63.	<i>Merops apiaster</i> .....	0,8647	0,2308	0,1152
64.	<i>Coracias garrulus</i> .....	-0,0854	-0,4829	0,3972
65.	<i>Upupa epops</i> .....	0,5624	0,0450	0,1799
66.	<i>Jynx torquilla</i> .....	0,0491	-0,1836	-0,0790
67.	<i>Picus viridis</i> .....	-0,0052	0,0843	-0,0445
68.	<i>Dryocopus martius</i> .....	-1,0769	0,2865	-0,0245
69.	<i>Dendrocopus major</i> .....	-0,3180	-0,1704	-0,0009
70.	<i>Dendrocopus leucotos</i> .....	-1,8938	2,1381	-0,0657
71.	<i>Dendrocopus minor</i> .....	-0,0623	-0,6594	-0,3671
72.	<i>Calandrella cinerea</i> .....	0,9522	0,3967	0,1383
73.	<i>Calandrella rufescens</i> .....	1,4395	0,8552	-1,6312
74.	<i>Melanocorypha calandra</i> .....	1,0223	0,3744	0,0238
75.	<i>Galerida cristata</i> .....	0,6848	0,1066	0,1798
76.	<i>Galerida ibeklae</i> .....	0,8919	0,2414	0,2296
77.	<i>Lullula arborea</i> .....	-0,0678	-0,2558	0,2667
78.	<i>Alauda arvensis</i> .....	-0,1369	0,1364	0,1025
79.	<i>Riparia riparia</i> .....	1,0068	0,3827	-0,2728
80.	<i>Hirundo rupestris</i> .....	-0,4807	-0,2560	0,1267
81.	<i>Hirundo rustica</i> .....	0,0832	-0,1110	-0,0839
82.	<i>Delichon urbica</i> .....	0,0349	-0,0570	-0,1051
83.	<i>Anthus campestris</i> .....	0,5726	0,0323	0,2551
84.	<i>Anthus trivialis</i> .....	-0,6017	-0,3280	-0,1118
85.	<i>Anthus spinoletta spinoletta</i> .....	-1,4008	0,4773	-0,4783
86.	<i>Motacilla flava</i> .....	0,8087	0,2259	-0,0642
87.	<i>Motacilla cinerea</i> .....	-0,3227	-0,0273	-0,0472
88.	<i>Motacilla alba</i> .....	-0,0022	-0,0935	-0,0342
89.	<i>Cinclus cinclus</i> .....	-0,8164	-0,3421	-0,2254
90.	<i>Troglodytes troglodytes</i> .....	-0,2277	-0,0169	-0,0595
91.	<i>Prunella modularis</i> .....	-0,6679	-0,1899	-0,0797
92.	<i>Prunella collaris</i> .....	-2,4442	4,4160	0,9708
93.	<i>Eritacus rubecula</i> .....	-0,6556	-0,1446	-0,0449
94.	<i>Luscinia megarhynchos</i> .....	0,3800	-0,0304	0,0155
95.	<i>Phoenicurus ochruros</i> .....	-0,2789	0,0852	-0,0426
96.	<i>Phoenicurus phoenicurus</i> .....	-1,1261	-0,5884	-0,8499
97.	<i>Saxicola torquata</i> .....	-0,0232	-0,1948	0,0271
98.	<i>Oenanthe oenanthe</i> .....	-0,0344	0,2330	-0,0425
99.	<i>Oenanthe hispanica</i> .....	0,8704	0,2368	0,1196
100.	<i>Oenanthe leucura</i> .....	1,1141	0,4087	0,4604
101.	<i>Monticola saxatilis</i> .....	-0,1682	-0,0280	0,2161
102.	<i>Monticola solitarius</i> .....	0,0799	-0,3116	0,6628
103.	<i>Turdus torquatus</i> .....	-2,4635	4,4484	0,9265
104.	<i>Turdus merula</i> .....	-0,0790	0,0384	0,0000
105.	<i>Turdus philomelos</i> .....	-0,6871	-0,1438	-0,0621
106.	<i>Turdus viscivorus</i> .....	-0,5535	-0,1292	0,0098
107.	<i>Cettia cetti</i> .....	0,2665	-0,0873	-0,1774
108.	<i>Cisticola juncidis</i> .....	0,9172	0,2907	-0,1080
109.	<i>Luscinella luscinoides</i> .....	1,6529	1,4498	-4,2028
110.	<i>Acrocephalus scirpaceus</i> .....	1,0747	0,4495	-0,2315
111.	<i>Acrocephalus arundinaceus</i> .....	1,0024	0,3725	0,1856
112.	<i>Hippolais polyglotta</i> .....	0,2109	-0,1055	-0,0474
113.	<i>Hippolais pallida</i> .....	1,2104	0,4360	1,4383
114.	<i>Sylvia hortensis</i> .....	0,5294	-0,0359	0,3641

## APENDICE 1 (Continuación)

	Especies	Eje. 1	Eje. 2	Eje. 3
115.	<i>Sylvia communis</i> .....	0,0329	-0,2382	0,1222
116.	<i>Sylvia borin</i> .....	-0,1733	-0,1570	-0,1448
117.	<i>Sylvia atricapilla</i> .....	-0,1641	-0,0113	-0,1619
118.	<i>Sylvia melanocephala</i> .....	0,5266	-0,1076	0,6298
119.	<i>Sylvia cantillans</i> .....	0,5853	0,0232	0,3576
120.	<i>Sylvia conspicillata</i> .....	1,0258	0,3304	0,5205
121.	<i>Sylvia undata</i> .....	0,4747	-0,0166	0,2342
122.	<i>Phylloscopus bonelli</i> .....	-0,1608	-0,3265	-0,0327
123.	<i>Phylloscopus collybita</i> .....	-0,2471	-0,0571	0,0424
124.	<i>Regulus regulus</i> .....	-1,3278	-0,6071	-0,1635
125.	<i>Regulus ignicapillus</i> .....	-0,3804	-0,0107	-0,0187
126.	<i>Muscicapa striata</i> .....	-0,8313	-0,4926	-0,4450
127.	<i>Ficedula hypoleuca</i> .....	-1,1018	-0,6184	-1,0547
128.	<i>Aegithalis caudatus</i> .....	-0,1301	-0,1493	-0,0709
129.	<i>Parus palustris</i> .....	-0,9966	0,0716	-0,1932
130.	<i>Parus cristatus</i> .....	-0,7939	-0,0752	-0,1132
131.	<i>Parus ater</i> .....	-0,7707	-0,1566	-0,1252
132.	<i>Parus caeruleus</i> .....	-0,1978	0,0185	-0,0392
133.	<i>Parus major</i> .....	-0,1610	0,0192	-0,0700
134.	<i>Sitta europaea</i> .....	-0,9033	-0,2488	-0,2561
135.	<i>Tichodroma muraria</i> .....	-2,8156	6,0855	1,3637
136.	<i>Certhia familiaris</i> .....	-1,3706	0,8293	-0,1677
137.	<i>Certhia brachydactyla</i> .....	-0,3098	0,0972	-0,1254
138.	<i>Remiz pendulinus</i> .....	1,1190	0,4962	-0,5102
139.	<i>Oriolus oriolus</i> .....	0,4623	-0,0371	0,1121
140.	<i>Lanius collurio</i> .....	-0,6186	-0,4283	-0,1263
141.	<i>Lanius excubitor</i> .....	0,3283	-0,1153	0,3940
142.	<i>Lanius senator</i> .....	0,4224	-0,0478	0,0197
143.	<i>Carrulus glandarius</i> .....	-0,3752	-0,1604	0,0537
144.	<i>Pica pica</i> .....	0,1383	-0,0774	0,0035
145.	<i>Pyrrhocorax graculus</i> .....	-1,7056	1,6673	0,0608
146.	<i>Pyrrhocorax pyrrhocorax</i> .....	0,0536	0,0835	0,4163
147.	<i>Corvus monedula</i> .....	0,6306	0,1020	0,1975
148.	<i>Corvus corone corone</i> .....	-0,1131	-0,0193	0,0105
149.	<i>Corvus corax</i> .....	-0,0669	-0,1341	0,0435
150.	<i>Sturnus unicolor</i> .....	0,6561	0,1020	0,1728
151.	<i>Sturnus vulgaris</i> .....	-1,0812	-0,5121	-0,7780
152.	<i>Passer domesticus</i> .....	0,0681	-0,1298	-0,0622
153.	<i>Passer montanus</i> .....	0,6489	0,0988	0,0296
154.	<i>Petronia petronia</i> .....	0,3430	-0,0408	0,1648
155.	<i>Montifringilla nivalis</i> .....	-2,5793	4,8751	0,9376
156.	<i>Carduelis carduelis</i> .....	0,1009	-0,0996	-0,0828
157.	<i>Acanthis cannabina</i> .....	0,0072	-0,0118	-0,0628
158.	<i>Loxia curvirostris</i> .....	-1,2279	1,1765	0,4302
159.	<i>Pyrrhula pyrrhula</i> .....	0,8683	-0,2205	-0,2252
160.	<i>Coccothraustes coccothraustes</i> .....	0,5030	-0,1779	0,7771
161.	<i>Emberiza citrinella</i> .....	-0,7908	-0,3624	-0,2157
162.	<i>Emberiza citrlus</i> .....	0,0389	-0,1068	-0,0188

APENDICE 2  
 COORDENADAS DE LAS CUADRÍCULAS DE LOS TRES EJES PRINCIPALES DEL ANALISIS DE  
 CORRESPONDENCIA

Cuadrícula	Eje. 1	Eje. 2	Eje. 3
1	-0,5551	-0,2808	-0,2831
2	-0,5810	-0,3302	-0,3446
3	-0,5502	-0,3171	-0,3458
4	-0,5236	-0,3294	-0,3393
5	-0,6231	-0,1259	-0,2335
6	-0,7125	-0,1364	-0,3753
7	-0,7209	-0,1051	-0,2412
8	-0,7621	-0,0029	-0,2154
9	-0,3546	-0,2494	-0,0903
10	-0,5576	-0,1593	-0,1406
11	-0,5336	-0,2654	-0,1338
12	-0,5307	-0,2060	-0,0729
13	-0,6773	-0,0179	-0,2078
14	-0,7518	-0,1298	-0,1714
15	-1,1125	0,8799	0,0728
16	-1,7021	2,7848	0,4956
17	-0,0326	-0,2089	0,0928
18	-0,2445	-0,2500	0,0248
19	-0,2449	-0,2353	0,1004
20	-0,4030	-0,2631	-0,0265
21	-0,4490	-0,2585	0,0475
22	-0,5563	-0,1744	-0,0468
23	-1,0388	0,7948	0,1668
24	0,1150	-0,1261	0,1132
25	-0,1052	-0,2131	0,1221
26	0,1233	-0,1348	0,0282
27	-0,0767	-0,1910	0,2237
28	-0,1827	-0,1571	0,1233
29	-0,2519	-0,2192	0,0924
30	0,0017	-0,1568	0,2082
31	-0,0328	-0,1795	0,1771
32	0,1292	-0,0869	0,1554
33	0,1266	-0,0883	0,2600
34	-0,2706	-0,0952	0,1787
35	0,1547	-0,1484	0,2214
36	0,2744	-0,0669	0,2356
37	0,3894	-0,0354	0,0748
38	0,4628	0,0638	0,0832
39	0,4168	0,0175	0,2992
40	0,4295	0,0382	0,1386
41	0,3566	-0,0148	0,2018
42	0,9018	0,5449	-1,2741
43	0,5627	0,1205	0,0851
44	0,5007	0,0751	0,0857
45	0,5963	0,1511	0,0884
46	0,5172	0,0581	0,3788
47	0,5908	0,1482	0,1647
48	0,6128	0,1597	0,3351
49	0,7854	0,3214	-0,4945
50	0,7080	0,1681	0,5369
51	0,8825	0,3921	-0,4303
52	0,8002	0,3442	-0,4627
53	0,6598	0,1346	0,4312
54	0,8197	0,3054	-0,3702
55	0,7819	0,2219	-0,0046