

FACTORES FISICOS QUE RIGEN LA ESTRUCTURA DE USOS EN UN TERRITORIO: EL CASO DE MADRID

Alvaro Llorca y Manuel Ruiz.

Se propone la utilización de la base municipal como unidad elemental de análisis para obtener una sectorización física y de usos del territorio correspondiente a la Comunidad Autónoma de Madrid. Se han utilizado técnicas de análisis multivariante que permiten resumir los principales gradientes de variación y definir grupos homogéneos de municipios. El gradiente altitudinal, la variación secano-regadío y la transición este-oeste resumen la mayor parte de la variabilidad del área. La clasificación de municipios facilita una planificación integral que considere conjuntamente aspectos físicos y humanos del territorio.

Physical Factors as determining structures in land usage: Madrid

Boroughs were proposed as elemental units of analysis for the territorial division of the Comunidad Autónoma de Madrid based on physical and land-use parameters. Multivariate analysis techniques were employed to summarize the major gradients of variation and to define homogeneous groups of boroughs. Altitude, differences between dry and irrigated farming and East-West gradients were identified as the major factors responsible for the area's variability. Boroughs classification may facilitate comprehensive planning that takes into consideration both physical and human territorial aspects.

INTRODUCCION

La sectorización ecológica de un territorio, de gran interés en la planificación y gestión de recursos, se basa, generalmente, en la definición de grandes unidades que, a su vez, se subdividen siguiendo unos criterios jerárquicos con distinto orden de importancia de las variables a cada nivel de análisis. La metodología desarrollada para los estudios integrados del territorio (Christian & Steward, 1968; Solntsiev, 1974; Sobolev, 1979) considera que dicha sectorización ha de reflejar las propiedades más importantes del *geosistema*, que permitan diferenciar las características estructurales, genéticas y funcionales del mismo (González Bernáldez y Díaz Pineda, 1980).

Habitualmente se definen una serie de unidades basadas en la cartografía existente o en fotointerpretación realizada al efecto, con lo que

se pretende minimizar la variabilidad intragrupo al tiempo que se maximiza la variabilidad intergrupos (De Nicolás, 1976). Sobre estas unidades se realiza un muestreo estratificado, obteniéndose una matriz de información referida a una serie de variables que es posteriormente analizada para descubrir las tendencias de variación y la estructura subyacente en la misma.

Sin embargo, estas técnicas presentan un doble inconveniente: el encarecimiento de la obtención de información al tener que cubrir el conjunto del territorio y la falta de homogeneidad entre la información de variables del medio físico (bióticas y abióticas) y la estructura de usos, que en última instancia refleja la interrelación entre un medio humano y el territorio sobre el cual se desarrollan sus actividades.

El equipo de trabajo de los Departamentos de Ecología de las Universidades Autónoma y Complutense de Madrid pretende abordar el análisis de un territorio —en este caso el correspondiente a la Comunidad Autónoma de Madrid— desde

Alvaro Llorca y Manuel Ruiz son biólogos del Departamento de Ecología de la Facultad de Ciencias en la Universidad Autónoma de Madrid.

TABLA I

Municipios de la Comunidad Autónoma de Madrid y número de orden con el que aparecen en las figuras.

1. Acebeda, La	77. Lozoyuela-Navas de		
2. Ajalvir	Buitrago-Sieteiglesias		
3. Alameda del Valle	78. Madarcos		
4. Alamo, El	79. Madrid		
5. Alcalá de Henares	80. Majadahonda		
6. Alcobendas	81. Manzanares el Real		
7. Alcorcón	82. Meco		
8. Aldea del Fresno	83. Mejorada del Campo		
9. Algete	84. Miraflores de la Sierra		
10. Alpedrete	85. Molar, El		
11. Ambite	86. Molinos, Los		
12. Anchuelo	87. Montejo de la Sierra		
13. Aranjuez	88. Moraleja de Enmedio		
14. Arganda del Rey	89. Morzarzal		
15. Arroyomolinos			
16. Atazar, El			
17. Batres			
18. Becerril de la Sierra			
19. Belmonte de Tajo			
20. Berzosa del Lozoya			
21. Berrueco, El			
22. Boadilla del Monte			
23. Boalo, El			
24. Braojos			
25. Brea de Tajo			
26. Brunete			
27. Buitrago del Lozoya			
28. Bustarviejo			
29. Cabanillas de la Sierra			
30. Cabrera, La			
31. Cadalso de los Vidrios			
32. Comarca de Esteruelas			
33. Campo Real			
34. Canencia			
35. Carabaña			
36. Casarrubuelos	90. Morata de Tajuña		
37. Cenicientos	91. Móstoles		
38. Cercedilla	92. Navacerrada		
39. Cervera de Buitrago	93. Navalafuente		
40. Ciempozuelos	94. Navalagamella		
41. Cobeña	95. Navalcarnero		
42. Colmenar del Arroyo	96. Navarredonda		
43. Colmenar de Oreja	97. Navas del Rey		
44. Colmenarejo	98. Nuevo Baztán		
45. Colmenar Viejo	99. Olmeda de las		
46. Collado Mediano	Fuentes, La		
47. Collado-Villalba	100. Orusco		
48. Corpa	101. Oteruelo del Valle		
49. Coslada	102. Paracuellos		
50. Cubas	103. Parla		
51. Chapinería	104. Patones		
52. Chinchón	105. Pedrezuela		
53. Daganzo	106. Pelayos de la Presa		
54. Escorial, El	107. Perales de Tajuña		
55. Estremera	108. Pezuela de las Torres		
56. Fresnedillas	109. Pinilla del Valle		
57. Fresno del Torote	110. Pinto		
58. Fuenlabrada	111. Piñuécar		
59. Fuente el Saz	112. Pozuelo de Alarcón		
60. Fuentidueña de Tajo	113. Pozuelo del Rey		
61. Galapagar	114. Prádena del Rincón		
62. Garganta de los Montes	115. Puebla de la Sierra		
63. Gargantilla del Lozoya	116. Puentes Viejas		
64. Gascones	117. Quijorna		
65. Getafe	118. Rascafría		
66. Griñón	119. Redueña		
67. Guadalix de la Sierra	120. Ribatejada		
68. Guadarrama	121. Rivas-Vaciamadrid		
69. Hiruela, La	122. Robledo de la Jara		
70. Horcajo de la Sierra	123. Robledo de Chavela		
71. Horcajuelo de la Sierra	124. Robregordo		
72. Hoyo de Manzanares	125. Rozas de Madrid, Las		
73. Humanes de Madrid	126. Rozas de Puerto		
74. Leganés	Real, Las		
75. Loeches	127. San Agustín de		
76. Lozoya	Guadalix		
	128. San Fernando de		
	Henares		
	129. San Lorenzo de El		
	Escorial		
	130. San Martín de la		
	Vega		
	131. San Martín de		
	Valdeiglesias		
	132. San Sebastián de los		
	Reyes		
	133. Santa María de la		
	Alameda		
	134. Santorcaz		
	135. Santos de la		
	Humosa, Los		
	136. Serna del Monte, La		
	137. Serranillos del Valle		
	138. Sevilla la Nueva		
	139. Somosierra		
	140. Soto del Real		
	141. Talamanca del Jarama		
	142. Tielmes		
	143. Titulcia		
	144. Torrejón de Ardoz		
	145. Torrejón de la Calzada		
	146. Torrejón de Velasco		
	147. Torrelaguna		
	148. Torrelodones		
	149. Torremocha del		
	Jarama		
	150. Torres de la Alameda		
	151. Valdaracete		
	152. Valdeavero		
	153. Valdelaguna		
	154. Valdemanco		
	155. Valdemacuada		
	156. Valdemorillo		
	157. Valdemoro		
	158. Valdeolmos		
	159. Valdepiélagos		
	160. Valdetorres del		
	Jarama		
	161. Valdilecha		
	162. Valverde de Alcalá		
	163. Velilla de San Antonio		
	164. Vellón, El		
	165. Venturada		
	166. Villaconejos		
	167. Villa del Prado		
	168. Villalbilla		
	169. Villamanrique de Tajo		
	170. Villamanta		
	171. Villamantilla		
	172. Villanueva de la		
	Cañada		
	173. Villanueva del Pardillo		
	174. Villanueva de Perales		
	175. Villar del Olmo		
	176. Villarejo de Salvanés		
	177. Villaviciosa de Odón		
	178. Villavieja del Lozoya		
	179. Zarzalejo		



una doble perspectiva que solucione dichos inconvenientes.

Por una parte, se desea maximizar la relación eficacia/coste mediante el empleo de un muestreo regular que recoja información referente a una selección apropiada de variables —fundamentalmente del medio físico— para un conjunto representativo de observaciones. Por otra, se buscan métodos que permitan la adecuación entre la base de información sobre medio físico y la base de información detallada de usos del territorio. Este segundo aspecto es el que se intenta abordar en el presente trabajo, proponiéndose para ello la utilización de la base mosaicista administrativa que supone el término municipal —cuya definición combina aspectos de medio físico y usos con condicionantes histórico-culturales— como unidad elemental de recogida y análisis de información.

El objetivo del trabajo es analizar la viabilidad del empleo de la unidad municipal en la sectorización ecológica de un territorio y comprobar si ésta permite explicar tanto la interrelación y jerarquía existente entre usos y medio físico, como descubrir criterios de diferenciación en la estructura del mismo. La investigación enlaza así con trabajos similares que utilizan la base del distrito urbano para analizar las pautas de organización

e interrelaciones que se dan en las grandes ciudades (Sancho Royo y González Bernáldez, 1972; Del Campo, 1983).

El trabajo presenta una doble vertiente científica y aplicada. Por una parte, facilita el estudio de los factores físicos que rigen la estructura de usos de un territorio, su diversificación a lo largo de gradientes y mosaicos de unidades físicas y nos permite destacar las variables más relevantes (físicas y humanas) que caracterizan la zona de estudio.

Por otra parte, la facilidad en la toma de datos y la coherencia administrativa que supone la unidad de análisis propuesta, permite un uso directo e inmediato de los resultados obtenidos en planificación y ordenación del territorio, rompiendo así la tradicional barrera existente entre el estudio de la realidad física y la realidad humana y administrativa de un territorio.

BASE DE INFORMACION Y SELECCION DE VARIABLES

La información que se quiere analizar se organiza en una matriz de datos que consta de dos submatrices: datos relativos al medio físico y datos de los usos presentes en el territorio. Esta información viene referida a cada uno de los 179

TABLA II

Variables de la matriz total de datos

VARIABLES DE MEDIO FISICO

1. Temperatura media (TEX)
2. Precipitación media anual (PEX)
3. Balance hídrico (DFH)
4. Altitud media (ALX)
5. Diferencia de altitud (DAL)
6. Pendientes inferiores al 7 por 100 (PNA)
7. Pendientes entre 7 y 15 por 100 (PNB)
8. Pendientes entre 15 y 30 por 100 (PNC)
9. Pendientes superiores al 30 por 100 (PND)
10. Granitos (GRA)
11. Gneises (GNE)
12. Pizarras (PIZ)
13. Arcosas, arcillas, gravas. (ARC)
14. Calizas y margas (CAL)
15. Yesos (YES)
16. Cuaternario (CUA)
17. Pastos (PAS)
18. Cultivos (CUL)
19. Matorral (MAT)
20. Encinar, enebro y sabinar (ENC)
21. Vegetación de ribera (RIB)
22. Frondosas (FRO)
23. Pinares (PIN)
24. Rankers y litosuelos (RAN)
25. Tierras pardas sobre sustrato no arcósico (TPA)
26. Suelos pardos sobre arcosas (SPA)
27. Suelos rojos y vérticos (SVE)
28. Suelos yesíferos (SYE)
29. Terras rosas (TER)

VARIABLES DE USOS

30. Superficie municipal (SUP)
31. Densidad de población (DEN)
32. Canteras en uso (CAU)
33. Canteras inactivas (CAI)
34. Canteras no explotadas (CAN)
35. Km. de carretera (CAR)
36. Km. de ferrocarril (FER)
37. Km. de ríos y lagos (RIO)
38. Herbáceas de secano (HRS)
39. Herbáceas de regadío (HRR)
40. Barbecho (BAR)
41. Leñosas de secano (LNS)
42. Leñosas de regadío (LNR)
43. Superficie de regadío total (SRT)
44. Superficie de cultivo total (SCT)
45. Praderas naturales (PRN)
46. Pastos (PTS)
47. Superficie total de pastos (SPT)
48. Monte arbolado (MAR)
49. Monte leñoso (MLN)
50. Monte maderable (MAD)
51. Total forestal (TOF)
52. Erial y espartizal (ERE)
53. Terreno improductivo (TRI)
54. Superficie no agrícola (SNA)
55. Ríos y lagos (RYL)
56. Trigo de secano (TRS)
57. Trigo de regadío (TRR)
58. Viñedo (VIN)
59. Varios (VAR)
60. Cebada de secano (CBS)
61. Cebada de regadío (CBR)
62. Maíz (MIZ)
63. Otros cereales (OCS)
64. Leguminosas-grano de secano (LGS)
65. Leguminosas-grano de regadío (LGR)
66. Tubérculos (TUR)
67. Cultivos industriales (CIS)
68. Gramíneas forrajeras de secano (FGS)
69. Gramíneas forrajeras de regadío (FGR)
70. Leguminosas forrajeras de secano (FLS)
71. Leguminosas forrajeras de regadío (FLR)
72. Otras forrajeras de secano (FOS)
73. Otras forrajeras de regadío (FOR)
74. Hortalizas de hojas, tallos y flores secano (HHS)
75. Hortalizas de hojas, tallos y flores de regadío, cultivos de flores (HHR)
76. Hortalizas de frutos de secano (HFS)
77. Hortalizas de frutos de regadío (HFR)
78. Hortalizas de raíces y bulbos (HRB)
79. Hortalizas de legumbres y varios (HVR)
80. Árboles frutales (FRU)
81. Olivar (OLI)
82. Vacuno de leche (VLE)
83. Vacuno de carne (VCE)
84. Ovino (OVI)

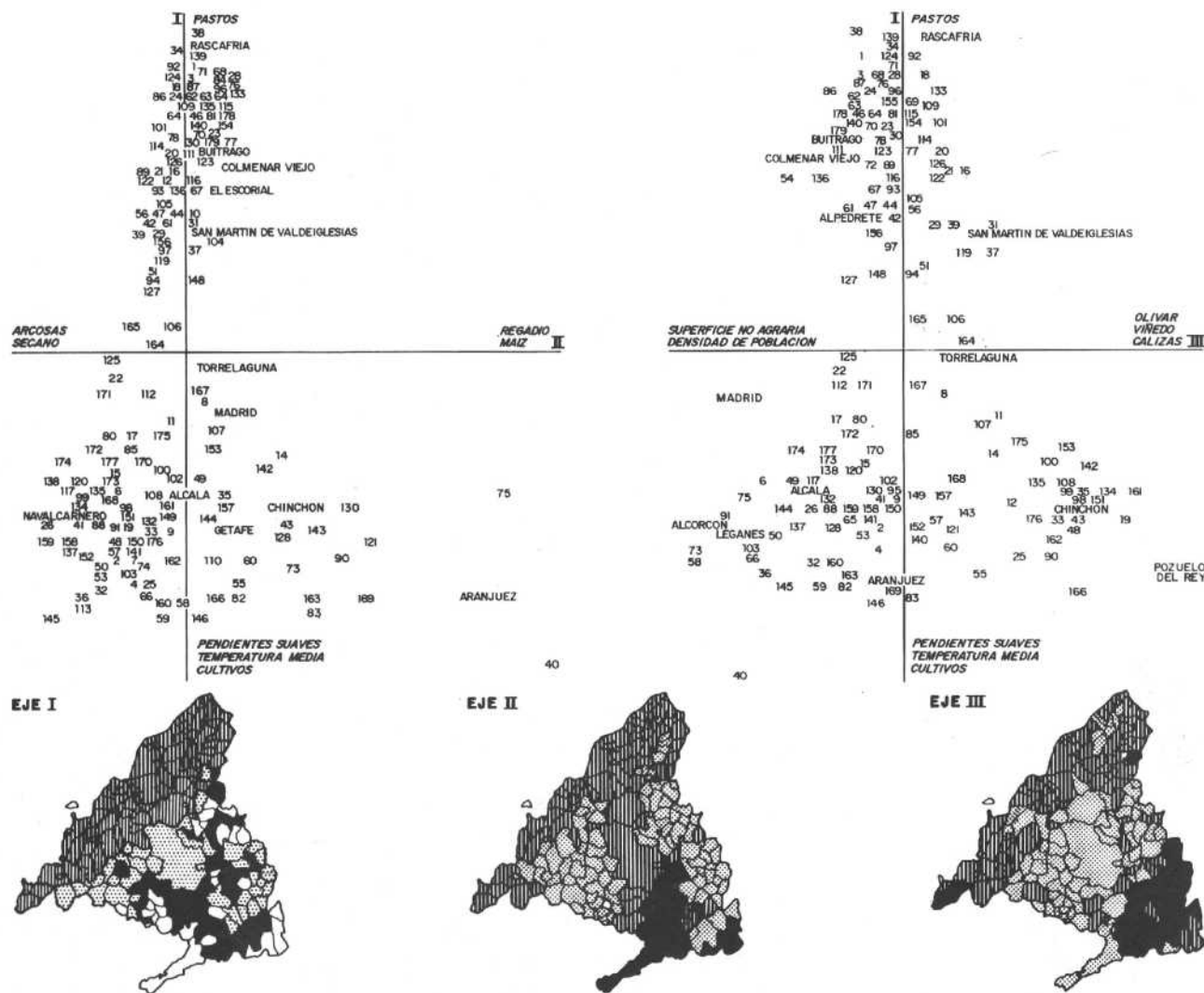


Figura 1:

Proyección de los ejes I-II y I-III del Análisis de Componentes Principales de la matriz total. Los mapas reflejan la variación, a intervalos regulares, recogida por cada uno de los tres ejes.

municipios de la Comunidad Autónoma de Madrid (tabla I).

Medio físico: La información analizada se ha obtenido a partir de la cartografía existente, distinguiéndose cinco grupos de variables: climáticas, topográficas, litológicas, edáficas y de vegetación (ver tabla II). En conjunto, se han considerado 29 variables, expresadas en la proporción de término municipal (en clases de 20 en 20 por 100) que corresponde a cada variable, excepto para datos climáticos y topográficos en los que se da un valor promedio por término municipal.

Usos del territorio: La información analizada se ha recogido en parte de la cartografía existente (canteras, kilómetros de carretera, ferrocarril, ríos y embalses) y, fundamentalmente, de la información procedente del Estudio de Distribución de Superficies de Cultivo que anualmente realiza el Ministerio de Agricultura a través de las Cámaras Agrarias. Incluye, a su vez, dos grandes grupos de variables: una información general de usos referida a 26 variables y una información agropecuaria en detalle y referida a 29 variables (ver tabla II).

ANÁLISIS DE LA INFORMACION

La matriz obtenida se ha analizado con técnicas multivariantes de ordenación y clasificación que permiten simplificar la información, resaltando aquellas variaciones o sectores de mayor interés y definiendo las variables asociadas a los mismos. Un resumen de dichas técnicas puede encontrarse en Legendre & Legendre (1979) y en Sokal & Rohlf (1969).

Las técnicas de ordenación resumen los principales ejes de variación colocando los municipios a lo largo de los mismos e indicando qué variables contribuyen a definir dichos ejes (González Bernáldez, 1972). En nuestro caso, hemos utilizado el análisis de componentes principales (PCA, Hotelling, 1936).

Las técnicas de clasificación permiten obtener grupos homogéneos de términos municipales que se unen entre sí a distintos niveles de similitud (diferente grado de homogeneidad interna) (Sokal & Sneath, 1963). Se han utilizado algoritmos de agrupación UPGMA y de mínimos cuadrados de Ward sobre matrices de correlación y distancias taxonómicas. Los grupos así obtenidos pueden proyectarse sobre la ordenación de municipios del análisis de componentes principales (Ordenación Jerárquica, de Nicolás *et al.*, 1972).

Este sistema de análisis permite tratar la información en su conjunto o por grupos de variables, pudiéndose evaluar el grado de contribución de la submatriz de datos físicos y la de datos de usos a la estructura global del territorio, puesta de manifiesto por el análisis del conjunto de variables.

Al mismo tiempo, por un procedimiento recurrente, se puede volver a aplicar el mismo conjunto de análisis a cada uno de los grupos definidos en la clasificación, hasta alcanzar el límite de coherencia y significación interpretables.

ORDENACION DE TERMINOS MUNICIPALES

El análisis de componentes principales aplicado a la matriz de datos completa (179 observaciones \times 84 variables) nos muestra una distribución de los municipios definida por tres tendencias principales de variación (ver figura 1).

La primera tendencia contraponen las zonas altas de la Sierra de Guadarrama, con un balance hídrico favorable, elevada precipitación, predominio de suelos de tipo ránkter y uso pascícola del territorio frente a zonas bajas de la provincia, definidas por una mayor temperatura media, alto índice de superficie dedicada al cultivo, pendientes suaves y litología cuaternaria. Estos extremos de variación caracterizan a términos municipales del tipo de Cercedilla, Rascafría y Somosierra frente a Aranjuez, Ciempozuelos y Villamanrique de Tajo.

La ordenación coincide con la diferenciación litológica, geomorfológica, climática y de biocenosis de la provincia de Madrid y que corresponde a un predominio de los fenómenos vectoriales debido a los fuertes gradientes altitudinales y la subsecuente evolución del paisaje. Los usos del territorio se han ajustado tradicionalmente a los agentes modeladores que predominan en el mismo, apareciendo en el análisis, a lo largo de un gradiente relativamente uniforme, una lógica interconexión entre variables del medio físico y variables de uso, con un predominio de estas últimas como condicionantes de la tendencia de variación.

Esta distribución uniforme a lo largo del primer eje se transforma cuando consideramos las otras dos tendencias de variación observadas en el análisis, las cuales afectan, fundamentalmente, a la mitad sur de la provincia. La segunda está determinada por variables de uso, contraponiendo, dentro de las zonas predominantemente agrícolas, áreas de regadío a áreas de secano. Se diferencian así usos intensivos y extensivos del territorio, siendo los municipios representativos de este gradiente Ciempozuelos, Aranjuez y Rivas frente a Brunete, Valdeolmos y Sevilla la Nueva. Esta diferenciación, basada en variables de uso, no significa que el medio físico no tenga relevancia a la hora de definir este territorio. La interpretación correcta es que en una región con menos constricciones físicas, las variables de uso pueden ser los factores más relevantes (portadores de información) en el estudio conjunto de los subsistemas natural y social.

La tercera tendencia de variación opone áreas marginales, en calizas y con predominio de olivar-viñedo y matorral, frente a áreas con elevada proporción de superficie no agrícola, alta densidad de población (efecto del cinturón sur de Madrid) y arcosas, reflejando una variación este-oeste dentro de los municipios de la zona sur. Esta variación corresponde a una diferenciación en las series sedimentarias de la provincia, situándose los municipios de la sierra en el centro del eje, poco relacionados con dicho gradiente.

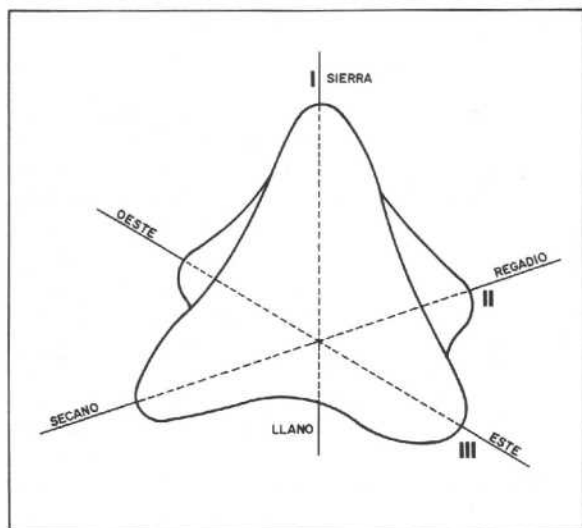


Figura 2: Representación tridimensional de las tres principales tendencias de variación detectadas por los análisis de ordenación de la matriz total.

Los municipios más representativos de ambos extremos serían Pozuelo del Rey, Valdilecha y Belmonte de Tajo frente a Alcorcón, Fuenlabrada y Leganés.

La visión tridimensional resultante del conjunto de los tres primeros ejes del análisis es una provincia de Madrid con forma campanoide. En el vértice superior se situarían agrupados los pueblos de la sierra y del piedemonte, y en el inferior los de la llanura arcóscica y zonas de sustrato básico y de vega, expandidos según las principales tendencias de variación (ver figura 2).

Esta distribución indica una tendencia a la diversificación para el conjunto de variables consideradas, en el sentido norte-sur de la provincia. La sierra, por sus características físicas, presenta unas limitaciones que constriñen las posibilidades de uso, mientras que las áreas bajas, de relieve y clima suave y con una litología que permite una mayor relevancia de los fenómenos mosaicistas, ofrecen mayores posibilidades de diversificación. Este fenómeno podría describirse en términos de una mayor «liberalización» de las alternativas de uso del territorio —con la consiguiente diversificación— una vez superados los umbrales físicos impuestos por las duras condiciones de la montaña (bajas temperaturas, pendientes acusadas, suelos pobres, etcétera).

El resultado, que refleja los gradientes altitudinales a gran escala, coincide con la estructura en la distribución de comunidades vegetales a pequeña escala en el sistema ladera-vaguada (De Pablo *et al.*, 1982), pudiendo servir de punto de partida para hipotetizar sobre la correspondencia existente entre la organización de los sistemas naturales y sociales.

Un segundo aspecto a considerar es qué parte de la variación corresponde a características físicas y qué parte a usos del suelo. Hemos visto que mientras la principal tendencia de variación de la provincia está determinada por factores de medio físico, las otras dos lo son por factores ligados a actividades humanas en sentido amplio. De este modo se plantea el problema de la intensidad de la aportación respectiva de caracteres físicos y de usos del suelo a la homogeneidad de las zonas altas de la provincia y a la heterogenei-

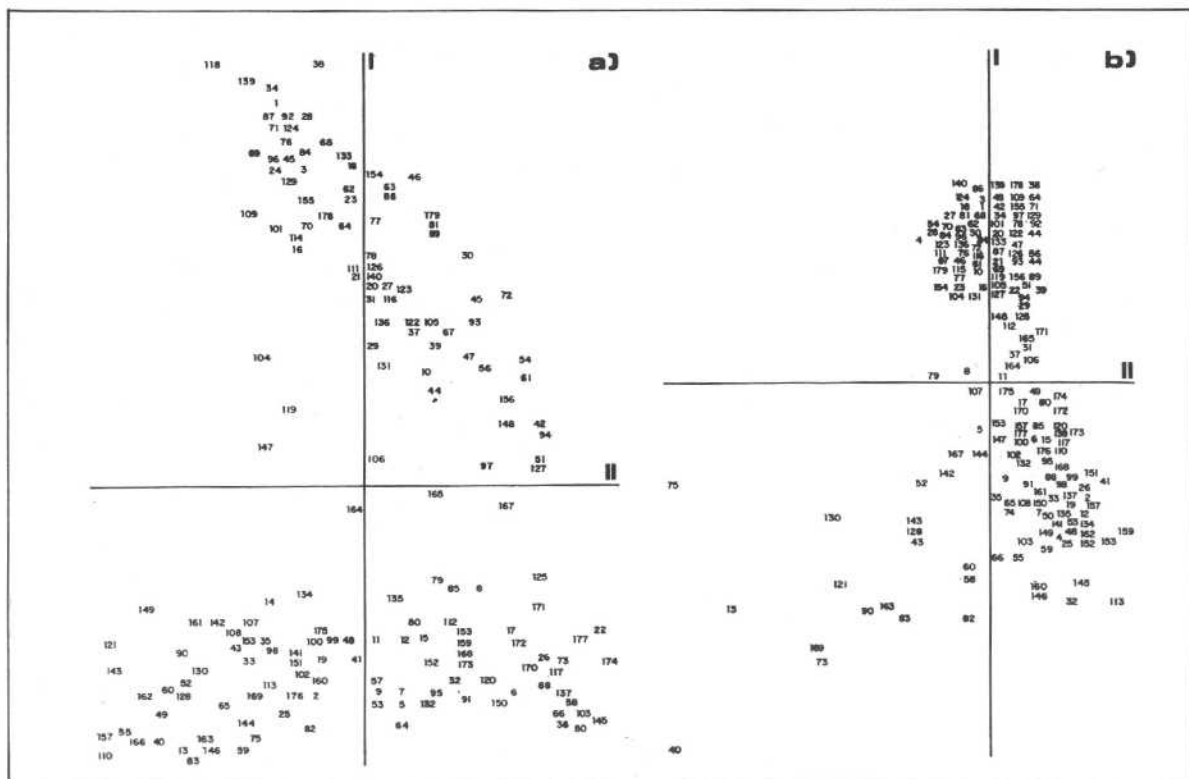


Figura 3: Proyección de los ejes I-II del Análisis de Componentes Principales de las submatrices de medio físico (a) y usos del suelo (b).

TABLA III

Matrices de correlación entre las coordenadas de los términos municipales para los tres primeros ejes de los Análisis de Componentes Principales de la matriz total, de medio físico y de usos.

		MATRIZ TOTAL					MATRIZ TOTAL					MATRIZ DE USOS		
		I	II	III			I	II	III			I	II	III
MATRIZ DE MEDIO FISICO	I	0.98**	0.05	0.03	MATRIZ DE USOS	I	0.95**	-0.14	-0.01	MATRIZ DE MEDIO FISICO	I	0.88**	-0.19	0.10
	II	-0.08	0.57**	0.47**		II	0.12	0.94**	-0.21**		II	0.14	0.28**	-0.02
	III	0.05	0.00	0.60**		III	0.00	0.14	0.81**		III	0.00	0.28*	0.37*

** (p < 0.01)

dad de las bajas. Para intentar una aproximación a la solución de esta cuestión se procedió al análisis de la submatriz de datos del medio físico y a la submatriz de datos de usos del suelo. Los resultados de ambos análisis (figura 3) confirman la estructuración de los municipios en la forma antes comentada. Sin embargo, mientras que los pueblos de la llanura presentan un rango de variación similar en ambos análisis, los pueblos de la sierra presentan una variabilidad de medio físico superior a la de usos, es decir, la campana representada en la figura 2 se ensancharía en su parte superior si consideráramos solamente datos de medio físico. La matriz de correlación entre las coordenadas de los términos municipales para los tres primeros ejes del análisis de componentes de la matriz total y de las submatrices de medio

físico y usos (tabla III) nos informa sobre la relación existente entre los resultados de los tres análisis.

La alta correlación entre el primer eje de cada análisis nos indica la gran similitud existente entre la principal tendencia de variación registrada para cada una de las submatrices, lo que confirma el predominio de la ordenación a lo largo del gradiente altitudinal como el principal proceso en la estructuración del territorio madrileño. Sin embargo, para el segundo y tercer eje la alta correlación sólo se mantiene entre la matriz total y la submatriz de usos, disminuyendo la correlación entre la matriz total y la submatriz de medio físico y entre las submatrices de uso y medio físico. Este hecho apoya la idea de que, a una escala secundaria, pero importante, la relación

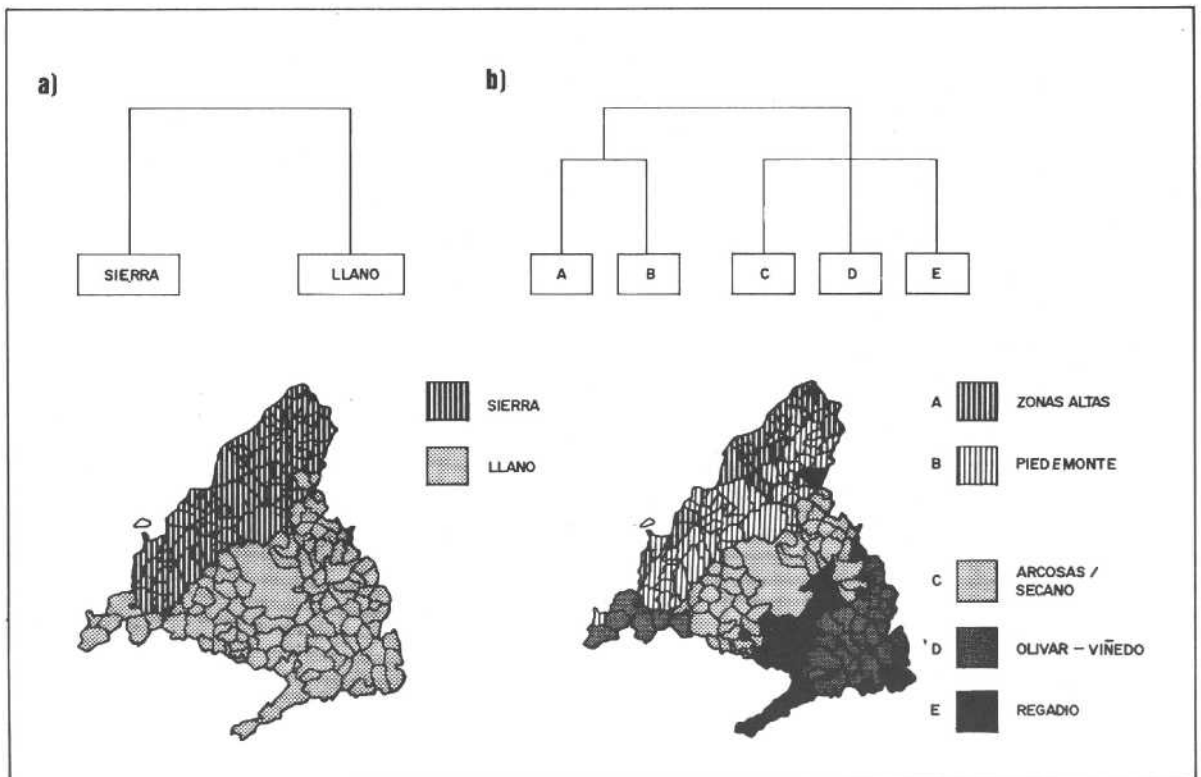


Figura 4: Resumen sintético de los fenogramas obtenidos a partir de los métodos Correlación-UPGMA y Distancias-WARD. Los mapas representan los distintos grupos de municipios obtenidos a un primer nivel (a) y a un segundo nivel de corte (b).

usos-medio físico puede estar poco definida, presentando un mismo medio físico amplias posibilidades de diversificación de usos siguiendo otros condicionamientos (socio-económicos, transporte, distancia a mercados, etcétera).

TECNICAS DE CLASIFICACION

Dentro de la amplia variedad de técnicas de análisis de clasificación, las mencionadas anteriormente permiten obtener los resultados más coherentes e interpretables para el tipo de variables que utilizamos. Un resumen sintético de los fenogramas obtenidos a partir de los métodos de correlación-UPGMA y distancias-Ward se ofrece en la figura 4. El primer nivel de separación diferencia dos grupos bien definidos de municipios: municipios serranos y municipios de llanura (figura 4A). Esta diferenciación refleja la gran división geológico-estructural de la provincia —sierra y depresión del Tajo—, coincidiendo con la primera gran tendencia de variación observada en el análisis de ordenación.

Un segundo nivel de corte en el fenograma permite diferenciar una serie de subgrupos dentro de cada uno de los dos grupos antes mencionados (figura 4B). Por una parte, el grupo de municipios de la sierra queda dividido en municipios serranos, en sentido estricto, y municipios del piedemonte granítico-gneísico. Esta diferenciación coincide con las dos unidades fisiográficas principales de la sierra: cumbres y vertientes del Guadarrama y rampa o piedemonte. Su carácter netamente físico apoya la idea apuntada anteriormente referente a una mayor importancia de la diferenciación física del territorio en la zona norte de la provincia, donde la diversidad de usos es relativamente baja a la escala de análisis utilizada (término municipal como unidad elemental).

Por otra parte, el grupo de municipios de llanura puede ser subdividido en tres subgrupos cuya situación correspondería a zonas de arcas-secano, zonas de regadío y zonas de olivar-viñedo. Esta distinción está basada, en gran medida, en características de uso del territorio, coincidiendo así con la mayor diversidad y diferenciación de usos que se observa en la zona sur de la provincia al utilizar técnicas de ordenación.

En conjunto, se puede decir que dentro del gradiente altitudinal general de Madrid desde las cumbres de la sierra hasta el valle del Tajo, la zona serrana mantiene una agrupación de municipios congruente con estos procesos vectoriales, mientras que los municipios de la zona de llanura se agrupan formando un mosaico superpuesto al gradiente general.

El intento de definición de nuevos subgrupos a un tercer nivel de corte, dentro del fenograma, lleva a agrupaciones incoherentes, no pudiéndose distinguir una estructura de municipios diferenciada con mejor detalle. Este hecho aconseja fijar en el segundo nivel de corte del fenograma el máximo nivel de detalle alcanzable en el análisis de la información global para la unidad ele-

mental (municipio) y las variables consideradas.

Las consideraciones obtenidas del análisis sobre la mayor diversidad de la zona sur de la provincia pueden ser complementadas con el estudio de los niveles de unión y grado de homogeneidad de los grupos y subgrupos diferenciados en el fenograma (Ruiz, 1980). La tabla IV recoge la media de las alturas a las que se realiza la unión de los municipios que integran cada grupo. Se observa que los municipios de la sierra mantienen un nivel de unión inferior (son más similares entre sí) que los del llano, dándose un aumento de la heterogeneidad del grupo al descender desde las cumbres de la sierra a las áreas de regadío. Este hecho es coincidente con el incremento de diversidad —reflejado en la mencionada «campana»— desde la sierra al llano, puesto de manifiesto por las técnicas de ordenación. De este modo, la mitad sur de la provincia se configura como un subsistema con mayor información (Margalef, 1968) que la sierra, permitiendo una mayor organización puesta de manifiesto en la mayor complejidad de la estructura de usos del territorio.

TABLA IV

Distancia media de unión de los grupos y subgrupos obtenidos en la clasificación

GRUPOS	DISTANCIA MEDIA	SUBGRUPOS	DISTANCIA MEDIA
Sierra	6.4	Zonas altas	4.9
		Piedemonte	6.7
Llanura	8.3	Secano	6.2
		Olivar	7.3
		Regadío	10.0

CONCLUSIONES

La utilización de la base municipal como unidad elemental de análisis da resultados satisfactorios en la interpretación de la estructura de usos y medio físico de un territorio. En Madrid, el gradiente altitudinal condiciona la principal tendencia de variación. Sin embargo, a un mayor nivel de detalle, los aspectos mosaicistas, identificados fundamentalmente por variables de uso, cobran mayor relevancia. El resultado global es un territorio con una forma campanoide, donde la diversidad y complejidad estructural del mismo aumenta desde la sierra hasta el valle del Tajo. Este modelo parece reproducir a nivel regional la estructura observada —en la microescala de un sistema ladera-vaguada— en la organización de las biocenosis, pudiendo servir como punto de partida para analizar las similitudes y diferencias en la organización de subsistemas naturales y sociales.

BIBLIOGRAFIA

- CHRISTIAN, C. S., & STEWART, G. A. (1968). Methodology of integrated studies. En: *Aerial photography and integrated studies*, 233-280. UNESCO. Natural Resources Research IV. París.
- DE NICOLAS, J. P.; MARTIN, A., & OLIVER, S. (1972). Ordenación del «pattern» de variación de la composición mineral de poblaciones locales de *Trifolium campestre* y su relación con factores del hábitat. *Investigación pesquera*, 36(1): 43-56.
- DE NICOLAS, J. P. (1970). Estudio ecológico de la composición mineral de *Trifolium campestre* en relación con factores del hábitat. Tesis doctoral. Univ. Autónoma de Madrid.
- DE PABLO, C. L.; PECO, B.; GALIANO, E. F., & PINEDA, F. D. (1982). Space-time variability in Mediterranean pastures through the analysis of diversity parameters. *Vegetatio*, 50:113-125.
- DEL CAMPO MARTIN, A. (1983). Una aplicación de ecología factorial al estudio de pautas de segregación social en el municipio de Madrid. *Ciudad y Territorio*, 57-58:137-153.
- GONZALEZ BERNALDEZ, F.; GARCIA NOVO, F., & RAMIREZ DIAZ, L. (1972). Interpretación ambiental física de componentes principales de análisis biocénótico. *Investigación pesquera*, 36(1):129-130.
- GONZALEZ BERNALDEZ, F., & DIAZ PINEDA, F. (1980). Bases para la tipificación integrada de pastizales de dehesa. *Pastos*, 10(1):20-43.
- HOTELLING, H. (1936). Relations between two sets of variables. *Biometría*, 28:321-377.
- LEGENDRE, L., & LEGENDRE, P. (1979). *Ecologie numerique* (dos tomos). I. Le traitement multiple des données écologiques. II. La structure des données écologiques. Masson. París.
- MARGALEF, R. (1968). *Perspectives in ecological theory*. Univ. Chicago Press. Chicago.
- RUIZ, M. (1980). *Características de la variación de pastizales en zonas graníticas del centro de la Península Ibérica*. Tesis doctoral. Univ. Autónoma de Madrid.
- SANCHO ROYO, F., & GONZALEZ BERNALDEZ, F. (1972). Estructura subyacente de datos urbanísticos de Sevilla. *Ciudad y Territorio*, 3:7-13.
- SOBOLEV, L. M. (1979). Basic problems of ecological typology of lands. *Soviet J. of Ecol.*, 10(1):6-9.
- SOKAL, R. R., & SNEATH, P. H. A. (1963). *Principles of numerical taxonomy*. Freeman & Co. San Francisco.
- SOKAL, R. R., & ROHLF, F. J. (1969). *Biometría*. Blume. Madrid.
- SOLNTSIEV, V. N. (1974). *Acerca de algunas propiedades fundamentales de la estructura de los geosistemas. Métodos de investigaciones integradas de los geosistemas*. Traducción de F. González Bernáldez.