

EL ANÁLISIS DE SEMEJANZA APLICADO AL ESTUDIO DE BARRERAS Y FRONTERAS FITOGEOGRÁFICAS: SU APLICACIÓN A LA COROLOGÍA Y ENDEMOFLORA IBÉRICAS

por

J. ESTEBAN HERNÁNDEZ BERMEJO* & HELIOS SAINZ OLLERO**

Resumen

HERNÁNDEZ BERMEJO, J. E. & H. SAINZ OLLERO (1984). El análisis de semejanza aplicado al estudio de barreras y fronteras fitogeográficas: su aplicación a la corología y endemoflora ibéricas. *Anales Jard. Bot. Madrid* 40(2):421-432.

Se propone y aplica a los territorios ibérico-baleares un método de análisis e interpretación de fronteras y barreras fitogeográficas, basado en el cálculo de coeficientes de similitud marginales y en la definición del balance de intercambio entre las unidades corológicas de una sectorización biogeográfica. El método permite: a) establecer diferentes modelos de fronteras según su permeabilidad; b) determinar la existencia de barreras fitogeográficas, vías migratorias, centros de diversidad, refugio y zonas ecotónicas. En particular el método se aplica a la información suministrada por las *Magnoliatae* endémicas ibérico-baleares.

Su aplicación a los territorios estudiados aporta nuevos datos a la sectorización corológica de los mismos, valorando de forma cuantitativa aspectos como la relación entre el archipiélago Balear y la Península, las vías migratorias seguidas por el endemismo ibérico, la naturaleza fitogeográfica de unidades controvertidas como el litoral Gaditano-Onubo-Algarviense, el valle del Guadalquivir, las Sierras Béticas, la Cordillera Cantábrica, etc.

Abstract

HERNÁNDEZ BERMEJO, J. E. & H. SAINZ OLLERO (1984). The analysis of similarity applied to the study of phytogeographic barriers and limits: An application to the Iberian chorology and endemoflora. *Anales Jard. Bot. Madrid* 40(2):421-432 (In Spanish).

A method for the analysis and interpretation of phytogeographic limits and barriers is proposed and applied. This method is based on the calculation of marginal coefficients of similarity and on the balance of interchange between the chorological units of a biogeographic sectorization. This method allows for: a) the setting up of different limit patterns according to their permeability; b) the determination of the existence of phytogeographic barriers, migratory pathways, diversity centers, refuges and ecotonal zones. The method is specifically applied to the information obtained from the Iberian-Balearic endemic *Magnoliatae*.

Its application to the territories studied provides new data for their chorological sectorization, quantitatively assessing aspects such as the relationship between the

(*) Cátedra de Botánica Agrícola, E.T.S. Ingenieros Agrónomos. Universidad de Córdoba. Córdoba.

(**) Departamento de Botánica. Universidad Autónoma. Madrid.

Balearic Archipelago and the Peninsula, the migratory pathways followed by Iberian endemics, the phytogeographical nature of controversial units like the Cadiz-Huelva-Algarve coastline, the Guadalquivir Valley, the Andalusian Mountains, the Cantabrian Range, etc.

INTRODUCCIÓN

Los límites de las áreas de distribución de las especies, a menudo coincidentes con ciertos accidentes geográficos, no se corresponden, sin embargo muchas veces, con la capacidad potencial de expansión de dichos táxones. La estabilidad de un área es además cuyuntural, susceptible de modificación por acontecimientos climáticos, geológicos o biológicos.

A pesar de ello, resulta evidente para el biogeógrafo, la existencia de territorios con espectros particulares en sus taxocenosis, que los diferencian de otros alejados o contiguos. Entre ellos, algún tipo de limitación puede concebirse, que a modo de frontera, separe áreas ecológica y biológicamente distintas. La corología jerarquiza el rango de tales áreas desde la más amplia (reino) a las más elemental (tesela). El reto, la medida de la capacidad interpretativa del biogeógrafo, consiste entonces en determinar el trazado de dichas fronteras y el rango de las mismas.

Ahora bien, las fronteras entre territorios han desempeñado papeles muy diferentes en relación con la mayor o menor facilidad de dispersión de las especies a través de ellas. En tanto que algunos límites no han supuesto prácticamente ninguna dificultad para la expansión de los táxones, otras han actuado como verdaderas barreras infranqueables. Los valles muy amplios, las grandes cordilleras (especialmente las de alineación E-W), los ríos caudalosos, zonas desérticas y brazos de mar, son ejemplo de barreras biogeográficas. En cualquier caso hasta las más eficaces de ellas presentan una cierta permeabilidad, actuando como filtros selectivos para determinadas especies. Evaluar la dificultad de expansión que una determinada barrera impone, es decir la efectividad del filtrado y por consiguiente, verificar la auténtica existencia de una frontera cuantificando su permeabilidad, es uno de los objetivos más sugestivos de la biogeografía.

No obstante, los fitogeógrafos se han ocupado por el momento mucho más del establecimiento de hipótesis de sectorización que del contraste analítico y objetivación de los límites propuestos. En el caso de la Península Ibérica y Baleares han sido varias las síntesis y sectorizaciones propuestas (LÁZARO IBIZA, 1897, 1907; DANTIN CERECEDA, 1942, 1948; HERNÁNDEZ PACHECO, 1932, 1955, 1956; LAUTENSACH, 1967; RUIZ DE LA TORRE & RUIZ DEL CASTILLO, 1976; POLUNIN & SMYTHIES, 1977; AMARAL FRANCO, 1974). Algunas de ellas se han construido en base a consideraciones fitocorológicas (MEUSEL & *al.*, 1965; RIVAS MARTÍNEZ, 1973). Este último autor ha ido posteriormente modificando su propuesta de sectorización, más en función del área de sintáxones y series dinámicas de vegetación que por la distribución de las especies vegetales (RIVAS MARTÍNEZ & *al.*, 1977; RIVAS MARTÍNEZ, 1979, 1982). En la síntesis de información corológica de los endemismos ibéricos de SAINZ OLLERO & HERNÁNDEZ BERMEJO (1981) también se utilizó cierta hipótesis de sectoriza-

ción. Ésta fue posteriormente reelaborada tras el contraste de hipótesis conseguido mediante el análisis de clasificación jerárquica basado en la matriz de coeficientes de semejanza (SAINZ OLLERO, 1983).

En el proceso de datos relativo al citado contraste de hipótesis hemos tenido ocasión de detectar ciertas limitaciones a la utilización de coeficientes de semejanza, cuya corrección nos permitió además encontrar un método cuantitativo para la detección de barreras fitogeográficas, estimando la permeabilidad de los límites diseñados apriorísticamente. El método se considera válido para el establecimiento y verificación de fronteras y barreras cualesquiera que sean las taxocenosis y áreas geográficas estudiadas.

MÉTODO

Los coeficientes de similitud o semejanza han sido muy ampliamente utilizados en todo tipo de problemas ecológicos, taxonómicos y geográficos, especialmente cuando se trata de medir el parecido entre un conjunto de objetos en función de una serie de descriptores o variables. Muchas veces el cálculo de una matriz de coeficientes de similitud constituye sólo el primer paso de un análisis más complejo en el que es frecuente realizar clasificaciones numéricas por medio de sucesivas agrupaciones jerarquizadas. Este amplio uso justifica la abundante literatura al respecto y la propuesta de muy variados índices de semejanza. Revisiones recientes de este tema pueden encontrarse en SOKAL & SNEATH (1973), ORLOCI (1975), DAGET (1976) y LEGENDRE & LEGENDRE (1979).

Cuando los datos de partida son binarios, esto es, cuando como en nuestro caso y en el de numerosos problemas biogeográficos se maneja información de presencia/ausencia de una serie de especies constitutivas de cierta taxocenosis, existe una serie de posibles índices de semejanza que se diferencian en la consideración o no de la doble ausencia como causa de semejanza o en la mayor o menor ponderación de la doble presencia. Entre los más utilizados de

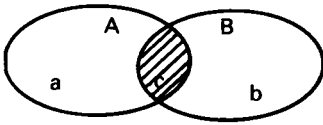
estos últimos, citaremos los de Jaccard ($S_{AB} = \frac{c}{a+b+c}$), Sorensen

($S_{AB} = \frac{c}{2c+b+a}$), Sokal & Sneath ($S_{AB} = \frac{c}{c+2a+2b}$), Kulczynski

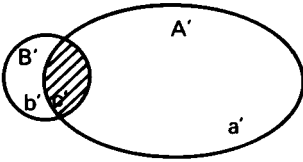
($S_{AB} = \frac{c}{a+b}$), Ochiai ($S_{AB} = \frac{c}{(a+c)(b+c)}$), expresiones en donde $c = n.^{\circ}$ de

especies comunes a los objetos A y B (unidades geográficas en nuestro caso); $a = n.^{\circ}$ de especies presentes en A, ausentes en B; $b = n.^{\circ}$ de especies presentes en B, ausentes en A.

Con la aplicación de cualquiera de ellos puede encontrarse una cierta limitación de uso o capacidad interpretativa en el caso de existir gran desproporción entre los valores a y b . En los ejemplos siguientes se calculan idénticos coeficientes de similitud siendo evidentemente muy distinta la naturaleza de los dos casos. Apliquemos por ejemplo, el índice de Jaccard.



$$S_{AB} = \frac{c}{a+b+c}$$



$$S_{A'B'} = \frac{c'}{a'+b'+c'}$$

Se cumple que $A \cup B = A' \cup B'$ y $A \cap B = A' \cap B'$, o sea $a + b = a' + b'$ y $c = c'$, por lo que también $S_{AB} = S_{A'B'}$. El grado de semejanza entre ambos pares de conjuntos sería por consiguiente el mismo si atendemos a los citados coeficientes. Sin embargo, obviamente esto no es así y si de unidades geográficas se tratara y fueran a , b , c , valores relativos al número de especies vegetales presentes, no comunes (a , b) y comunes (c), resultaría patente que A y B serían dos unidades con suficiente personalidad florística para ser consideradas diferentes, mientras que la interpretación de A' y B' resultaría muy distinta: habida cuenta de la importante proporción de especies de B' que aparecen también en A' , podría la primera de las unidades ser considerada como integrante de la segunda. Los coeficientes de semejanza permanecen mientras tanto «ciegos» ante este desigual diagnóstico de los pares (A , B) y (A' , B').

Frente a esta dificultad hemos utilizado coeficientes de semejanza referidos a los totales marginales, definibles como:

$$q = \frac{\text{n.º de especies comunes entre A y B}}{\text{n.º de especies de A}} = \frac{c}{a+c}$$

$$q' = \frac{\text{n.º de especies comunes entre A y B}}{\text{n.º de especies de B}} = \frac{c}{b+c}$$

Estos coeficientes son calculados para todas las posibles parejas de unidades biogeográficas.

SOKAL & SNEATH (1963) atribuyen a Kulczynski —al parecer erróneamente según LEGENDRE & LEGENDRE (1979)— una expresión equivalente al valor promedio de q y q' . Su empleo sigue, no obstante, enmascarando la naturaleza de las diferencias potencialmente detectables por lo que la hemos desechado y preferido calcular la diferencia entre q y q' que definiremos como balance de intercambio. Así, el valor modular de esta diferencia $|q - q'|$ medirá dicho balance y su signo indicará el sentido del intercambio establecido entre las unidades A y B . Este balance estima, pues, la diferencia relativa de la componente común con respecto al total de las especies

presentes en cada unidad comparada. Resulta por consiguiente un buen indicador del papel que como barrera biogeográfica desempeñan los límites o fronteras entre unidades. Así, si $q \simeq q' \simeq 0$ (hasta $< 10\%$), la frontera puede considerarse cerrada, es decir, que existe una barrera efectiva; si por el contrario $q \simeq q'$ pero muy significativamente mayor que cero, la frontera es abierta. Cuando $q \neq q'$, entonces el valor de $|q - q'|$ expresará la intensidad del flujo de información existente, o sea el balance de intercambio y su signo, la dirección del mismo. Resumiendo, las categorías posibles se resumen en la figura 1.

Por otra parte, si para una unidad geográfica calculamos todos los posibles

valores $q_i = \frac{c_i}{c_i + a}$ en base a las c_i especies comunes de las restantes 1, 2, 3 ...,

i ..., n-1 unidades de la región o país sectorizado, pueden representarse mapas tramados según intensidad equivalente a la escala de valores de q_i que nos ayudarán no sólo a visualizar las relaciones florísticas de aquella unidad con el resto, sino también a la detección de las posibles vías migratorias establecidas hacia, desde o a través de esa unidad.

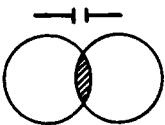
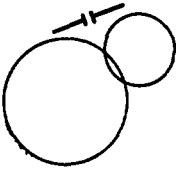
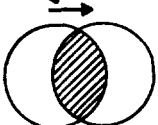
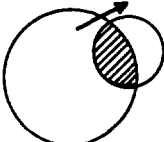
APLICACIÓN AL ESTUDIO DE LA ENDEMOFLORA Y COROLOGÍA DE LA PENÍNSULA IBÉRICA Y BALEARES

El valor indicador e interés biogeográfico de los endemismos de un territorio dado ha sido resaltado por muchos autores; BRAUN BLANQUET lo hacía en 1923 aplicándoles a estas especies el calificativo de «criterio supremo indispensable» de la fitogeografía. Entre los autores hispanos, RIVAS MARTÍNEZ (1973) expone la utilidad de la información corológica de las especies endémicas para la sectorización fitogeográfica de la Península Ibérica. No obstante la bibliografía sobre el endemismo es rica en aspectos citotaxonómicos, biológicos (origen y tipificación), conservacionistas, pero muy escasa en el manejo global, cuantitativo o exhaustivo de la endemoflora en la sectorización fitogeográfica. Por su proximidad a nuestro territorio citaremos únicamente el documento de LECOMPTE-BARBET (1973) sobre la corología de los endemismos en Marruecos.

La síntesis de información corológica sobre las dicotiledóneas endémicas ibérico-baleares (SAINZ OLLERO & HERNÁNDEZ BERMEJO, 1981) sirvió de base documental de un proceso de datos dirigido a contrastar una hipótesis de sectorización biogeográfica de la Península Ibérica y Baleares. En el transcurso de este trabajo (SAINZ OLLERO, 1983) se manejó una matriz de presencia/ausencia con 1.250 vectores fila (endemismos de la clase *Magnoliatas*) y 70 vectores columna (unidades corológicas de rango no definido en la hipótesis). La matriz de coeficientes de similitud referidos a los totales marginales (valores q y q') es no simétrica y de rango 70×70 .

De acuerdo con el método y criterios establecidos fue así posible analizar la naturaleza y oportunidad de los límites (fronteras) establecidos apriorísticamente. Los resultados se discuten de acuerdo con las siguientes tres fases:

NATURALEZA DE LAS FRONTERAS

	$q = q'$	$q \neq q'$
$q = q'$ bajos	 <p style="text-align: center;">Frontera cerrada</p>	
q y/o q' altos	 <p style="text-align: center;">Frontera abierta</p>	 <p style="text-align: center;">Frontera semipermeable</p>

INTERPRETACIÓN COROLÓGICA

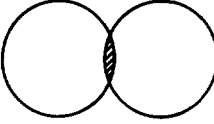
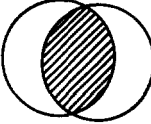
<p>Frontera cerrada: (balance de intercambio casi nulo)</p>	<p>separación de unidades a niveles corológicos superiores (región, provincia)</p>		
<p>Frontera abierta: (balance de intercambio equilibrado)</p>	<p>fusión de unidades o separación a niveles corológicos inferiores (sector, distrito).</p>		
<p>a) fusión de unidades por absorción de la más pobre en la de mayor diversidad</p>	<p>b) centro de diversidad</p>	<p>c) unidad ecotónica</p>	<p>d) zona de paso (eslabón de vías migratorias).</p>
<p>Frontera semipermeable</p>			

Fig. 1.—Naturaleza de las fronteras y su interpretación.

1. *Balace de intercambio entre unidades limítrofes*

En la figura 2 se representan los modelos de fronteras según el esquema propuesto en la figura 1. La leyenda (fig. 2) recoge los símbolos utilizados para las diferentes categorías: frontera abierta, cerrada y para las distintas intensidades del balance de intercambio en las semipermeables. Puede así observarse que:

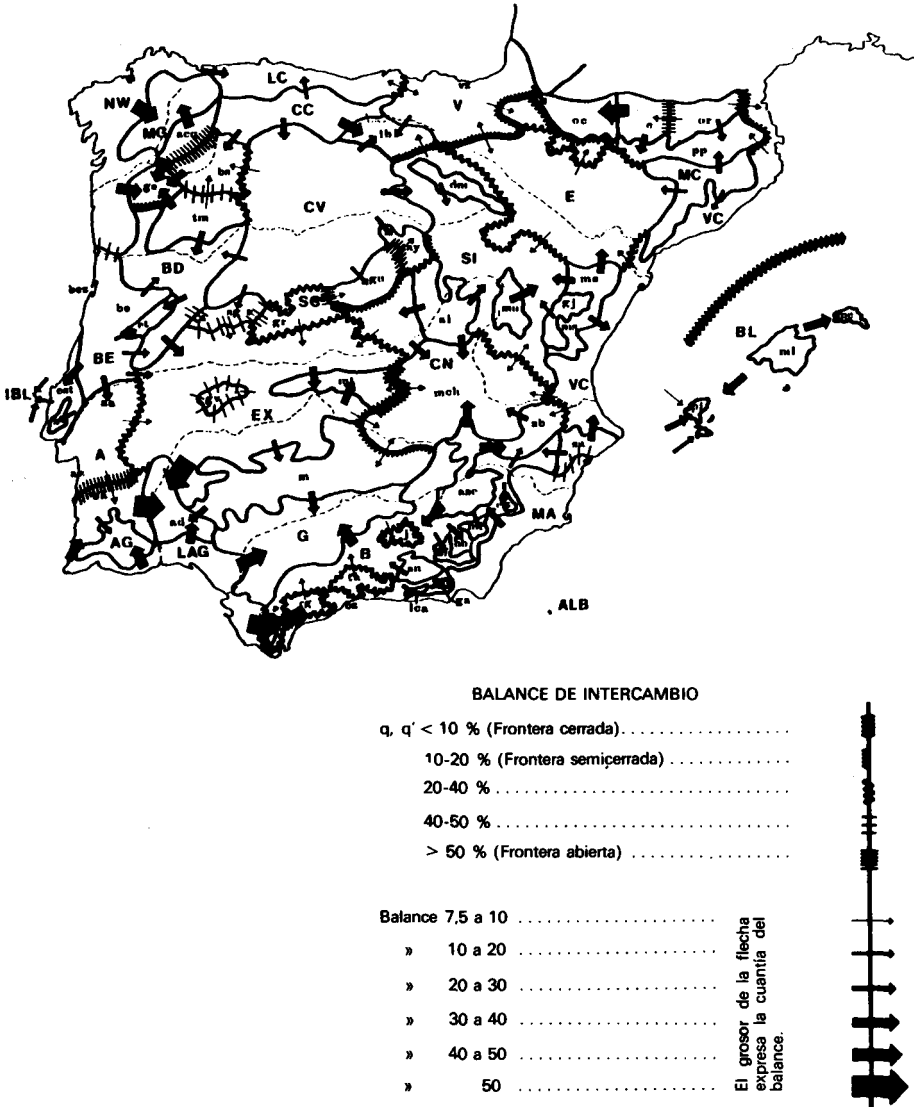


Fig. 2.—Balance de intercambio entre subunidades limítrofes.

Fronteras abiertas: Son las que aparecen, por ejemplo, entre los macizos de Ancares-Caurel-Queija y Bierzo-Sanabria; entre el Pirineo Central y Oriental; entre las unidades diferenciadas dentro de la Cordillera Central (sobre todo Gredos, Guadarrama y Ayllón). La detección de fronteras abiertas implica generalmente la necesidad de fusionar las dos unidades consideradas, o caso de mantenerse su diferenciación, establecerla a niveles corológicos inferiores.

Fronteras cerradas: Sugieren la separación de las unidades a un nivel corológico elevado (provincia, región); se registran así balances de intercambio casi nulos entre unidades como Extremadura y La Mancha, claro exponente de la escasa comunicación endemoflorística entre la mitad oriental y occidental de la Península Ibérica, pues sólo en la porción septentrional de Castilla la Nueva —piedemonte de la Sierra del Guadarrama— o en el contacto de Sierra Morena con el macizo de Alcázar-Segura-Cazorla se permeabiliza algo la frontera; notable es también el aislamiento de las islas Baleares respecto a la Península que sugiere su consideración como provincia independiente, permeabilizada tan sólo, según demuestran los coeficientes calculados, a través de la frontera establecida por Pitiusas/Sierras Alicantinas.

Valores muy pequeños de $|q-q'|$ aparecen también entre la Depresión del Ebro y todos sus territorios limítrofes (indicando la evidente función de barrera biogeográfica desempeñada por este valle). Igual ocurre entre las Sierras de Moncayo y Demanda respecto a los territorios basales circundantes del Sistema Ibérico.

Fronteras semipermeables: Pueden llevarnos a cuatro interpretaciones distintas según se manifiesten los siguientes fenómenos:

a) La existencia de valores muy elevados de balance ($> 50\%$) entre dos unidades y en un único sentido $A \rightarrow B$, indicará la conveniencia de considerar a B parte integrante de A. En esta situación se encuentra la Sierra del Aljibe respecto a la más amplia unidad que forma el litoral Gaditano-Onubo-Algarviense y algo similar ocurre en el Andévalo respecto al Alentejo y Extremadura.

b) Presencia de balances de intercambio relativamente altos entre la unidad considerada y varias más o menos adyacentes, en el sentido de exportación de aquélla hacia éstas. Tal situación permite suponer que esa unidad corológica actuó como centro de diversidad, dando origen o refugio a gran parte de sus táxones endémicos. Ejemplos de este caso encontramos en la Cordillera Cantábrica (el más significado), Pirineo Oriental, Sierra Nevada y Mallorca. El litoral Gaditano-Onubo-Algarviense también manifiesta estos valores, aunque pudo producirse aquí tanto un efecto de refugio de algunos elementos florísticos como la aparición ulterior de neoendemismos que habrían sido posteriormente exportados hacia el norte por vía litoral-atlántica, alcanzando incluso algunos táxones el NW de la Península.

c) Presencia de balances de intercambio elevados de varias unidades respecto a otra, con el sentido de exportación de aquéllas hacia ésta. Tal situación puede indicar el carácter ecotónico de la unidad receptora. Este fenómeno es muy patente en el Andévalo respecto a Extremadura y al litoral Gaditano-Onubo-Algarviense; en el valle del Guadalquivir; en la región de los páramos de la Meseta Norte, transición entre la unidad Cántabro-Pirenaica, Sistema Ibérico y Castilla la Vieja; y en el Macizo Galaico, donde confluyen

endemismos cántabros y litoral-atlánticos. En algunos casos la mala caracterización de las unidades que así se comportan puede ser también debida a un insuficiente conocimiento florístico de las mismas.

d) La detección de unidades que mantienen simultáneamente balances de intercambio positivos con algunas adyacentes y negativos con otras, hace suponer se tratan de zonas de tránsito, eslabones de vías migratorias, entre unidades más alejadas. Dentro del Sistema Central, se observa un fácil tránsito E-W a lo largo de la Cordillera, simultáneo con un centro de diversidad en Gredos (confirmado por la presencia de especies endémicas exclusivas como *Biscutella gredensis* o *Reseda gredensis*). La Meseta Norte parece haber servido también de tránsito de táxones cántabros hacia el Sistema Central y Extremadura.

Es evidente que algunas unidades pueden participar de varios de estos modelos: el complejo Alcaraz-Segura-Cazorla, por ejemplo, constituye además de un centro de diversidad, un eslabón de paso de la vía migratoria bético-oro-mediterránea, en dirección al Sistema Ibérico.

2. Balance de intercambio entre unidades distantes

En la fig. 3 se representa el balance de intercambio entre algunos pares de unidades no limítrofes. Sobre las flechas del mapa se anotan los dos valores q y q' separados por un signo (:). Estos valores son de interés para conocer las relaciones florísticas entre comarcas distantes y perfilar las posibles vías de migración seguidas por la endemoflora.

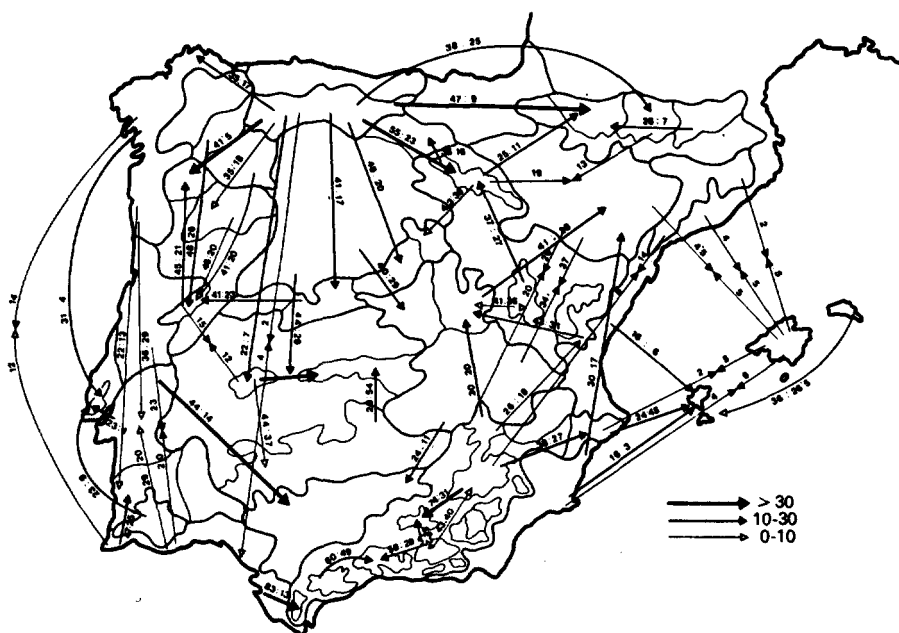


Fig. 3.—Balance de intercambio entre subunidades distantes.

Resulta evidente en la fig. 3 el destacado papel de «exportador» de la Cordillera Cantábrica. Esta unidad no sólo es la que incluye el mayor número de endemismos ibéricos (196, siempre *Magnoliatae*) sino por sus ($q - q'$) positivos con la mayor parte de las unidades corológicas de la Península y de forma más significada con el Pirineo Occidental, Sierra de la Demanda, Xerès e incluso con unidades extremeñas como Guadalupe-Villuercas.

No parece haber obstáculos serios para el trasvase de endemismos entre todas las sierras del noroeste peninsular. La Sierra de Xerès, por ejemplo, está altamente relacionada con Estrela y ésta última con Gredos.

Las no demasiado internas relaciones de Demanda-Moncayo con Ayllón a pesar de su proximidad geográfica indican la función de barrera ejercida por las altas parameras ibéricas respecto a la expansión de táxones cántabros, que sin embargo no han tenido grandes dificultades para atravesar el valle del Duero por su curso medio.

Se aprecia claramente en el mapa la semejanza e influencia endemoflorística que desde el litoral Gaditano-Onubo-Algarviense, se extiende hacia el norte de Portugal a través del litoral atlántico.

El valle del Guadalquivir (sector Hispalense de la provincia Bética, sensu RIVAS MARTÍNEZ, 1973, 1982) es un territorio muy pobre en endemismos —como consecuencia del fuerte y secular impacto antrópico— y con tan escasa información resulta difícil de relacionar con otras unidades. No obstante y en base al análisis de fronteras sería posible relacionarlo con una provincia sudatlántica que incluyese junto con la Gaditano-Onubo-Algarviense (sensu RIVAS MARTÍNEZ, 1982) el litoral del Alentejo y parte del valle del Guadalquivir.

Resultan también destacables las relaciones de la Depresión del Ebro con la Alcarria y sobre todo con la unidad Murciano-Almeriense (20 especies comunes) integrantes de un elemento endémico subestepario, del que son representantes, por ejemplo, *Astragalus clusii* Boiss., *Reseda suffruticosa* Loefl., *Centaurea linifolia* L., *Sonchus crassifolius* Pourret ex Willd.

3. Mapas de semejanza

Con el cálculo de $q_i = \frac{c_i}{c_i + a}$ para todas las $i = 1, 2, \dots, n-1$ unidades restantes a la i considerada y su representación mediante mapa de grises, puede conseguirse la expresión gráfica de la semejanza marginal de cada unidad con las restantes, sugiriéndose las posibles vías migratorias y áreas de influencia de la endemoflora. En las figs. 4 y 5 se representan dos de estos mapas que corresponden respectivamente a las unidades «Depresión del Ebro» y «Gredos».

En el primero de ellos se puede observar la total desemejanza de la Depresión del Ebro con el Pirineo, los Montes Catalanes y Euskadi, con las que esta unidad limita por el norte. La barrera biogeográfica a los táxones eurosiberianos queda así patente. Se observa también la existencia de un elemento endémico común a todos los territorios de la mitad oriental de la Península Ibérica sobre substratos básicos. La relación es mucho más intensa

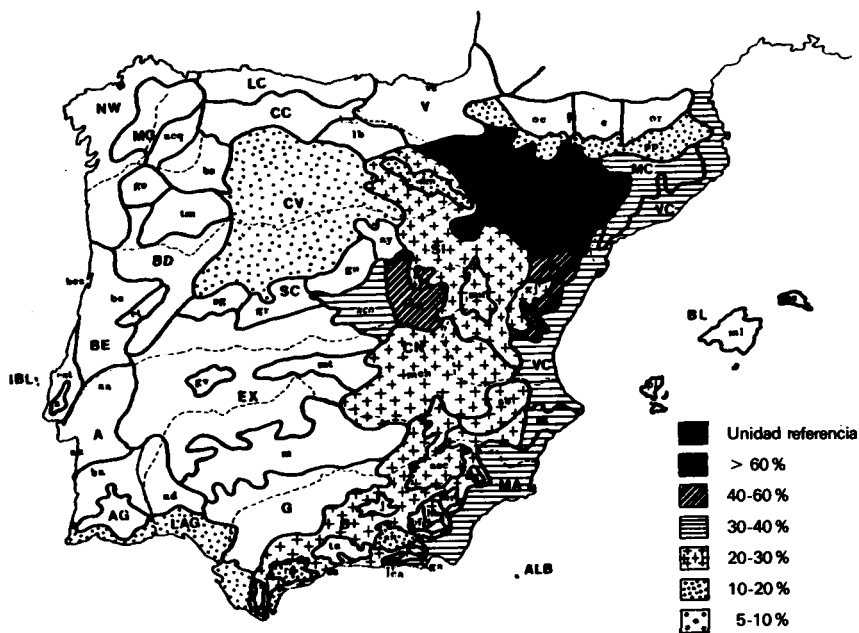


Fig. 4.—Mapa de semejanza correspondiente a la unidad «Depresión del Ebro».

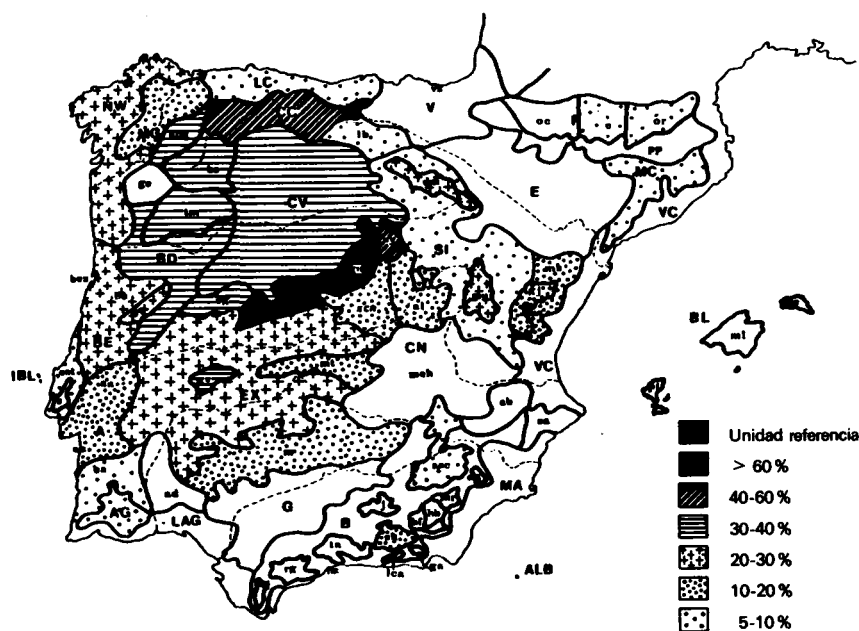


Fig. 5.—Mapa de semejanza correspondiente a la unidad «Gredos».

entre las zonas esteparias con substratos margo-yesíferos (cuenca del Tajo, Guadiela, Hoya de Baza).

En el segundo se aprecia la fuerte semejanza de Gredos con el resto de las unidades consideradas en el Sistema Central, especialmente con Guadarrama y Ayllón. También manifiesta una estrecha relación con la Cordillera Cantábrica, que contrasta sin embargo con la absoluta independencia del Pirineo. Las relaciones endemoflorísticas con los territorios del centro y norte del Hercínico ibérico son intensas, lo que ratifica el escaso papel de Castilla la Vieja como barrera biogeográfica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL FRANCO, J. DO (1974). Predominant phytogeographical zones in continental Portugal. *Bol. Soc. Brot.* (sér. 2) 47 (supl.): 91-103.
- BRAUN BLANQUET, J. (1923). L'origine et le development des flores dans le Massif Central de France. *Ann. Soc. Linn. Lyon* 76: 54-76.
- DAGET, P. (1975). *Les modèles mathématiques en écologie*. Masson & C^e. Paris.
- DANTIN CERECEDA, J. (1942). *Ensayo acerca de las Regiones Naturales de España*. Tomo I. 2.^a ed. Madrid.
- DANTIN CERECEDA, J. (1948). Resumen fisiográfico de la Península Ibérica. *Trab. Mus. Nac. Ci. Nat. Madrid* (2.^a ed.): 1-309.
- HERNÁNDEZ PACHECO, E. (1932). Síntesis fisiográfica y geológica de España. *Trab. Mus. Nac. Ci. Nat., Ser. Geol.* 38: 1-584.
- HERNÁNDEZ PACHECO, E. (1955). Fisiografía del solar hispano. *Mem. Real Acad. Ci. Exact. Madrid, Ser. Ci. Nat.* 16(1): 1-665.
- HERNÁNDEZ PACHECO, E. (1956). Fisiografía del solar hispánico. *Mem. Real Acad. Ci. Exact. Madrid, Ser. Ci. Nat.* 16(2): 1-793.
- LAUSTENSACH, H. (1967). *Geografía de España y Portugal*. Vicens Vives. Barcelona.
- LÁZARO IBIZA, B. (1897). Regiones botánicas de la Península Ibérica. *Anales Soc. Esp. Hist. Nat.* (sér. 2) 24: 161-208.
- LÁZARO-IBIZA, B. (1907). *Flora Española*. Madrid.
- LECOMTE-BARBET, O. (1973). *Introduction a une étude de l'endemisme végétal au Maroc*. (Impresión en offset). Rabat.
- LEGENDRE, L. & P. LEGENDRE (1979). *Écologie numérique I & II*. Masson & C^e. Press. Univ. de Quebec.
- MEUSEL, H., E. JAGER & E. WEINERT (1965). *Vergleichende chorologie der Zentraleuropaischen Flora*. Gustav. Fischer Verlag. Jena.
- ORLOCI, L. (1975). *Multivariate analysis in vegetation research*. Dr. W. Junk B. V. The Hague.
- POLUNIN, O. & B. E. SMYTHIES (1977). *Guía de campo de las flores de España, Portugal y Sudoeste de Francia*. Omega. Barcelona.
- RIVAS MARTÍNEZ, S. (1973). Avance sobre una síntesis corológica de la Península Ibérica, Baleares y Canarias. *Anales Inst. Bot. Cavanilles* 30: 69-87.
- RIVAS MARTÍNEZ, S., C. ARNAIZ, E. BARRENO & A. CRESPO (1977). Apuntes sobre las provincias corológicas de la Península Ibérica e Islas Canarias. *Opusc. Bot. Pharm. Complutensis* 1: 1-48.
- RIVAS MARTÍNEZ, S. (1979). Brezales y jarales de Europa occidental. *Lazaroa* 1: 5-127.
- RIVAS MARTÍNEZ, S. (1982). *Mapa de las series de vegetación de Madrid*. Dip. Prov. de Madrid.
- RUIZ DE LA TORRE, J. & J. RUIZ DEL CASTILLO (1976). Metodología y codificación para el análisis de la vegetación española. *Trab. Cátedra Bot. E.T.S.I. Montes (Madrid)* 3: 1-44.
- SÁINZ OLLERO, H. & J. E. HERNÁNDEZ BERMEJO (1981). *Síntesis corológica de las Dicotiledóneas endémicas de la Península Ibérica e Islas Baleares*. Monografías INIA, n.º 31. Ministerio Agricultura. Madrid.
- SÁINZ OLLERO, H. (1983). *Análisis de la naturaleza y corología del endemismo ibérico: su aplicación al estudio de la fitogeografía y sectorización corológicas de la Península Ibérica y Baleares*. Tesis doctoral. Univ. Politécnica Madrid inéd.
- SOKAL, R. R. & P. H. A. SNEATH (1983). *Principles of numerical taxonomy*. 2.^a ed. Freeman Co. San Francisco.

Accepted for publication: 3-X-83.