

# Principales patrones de distribución de plantas vasculares de los Países Catalanes

## Primary distribution patterns of vascular plants in the Catalan Countries

Maddi Otamendi<sup>1</sup>, Xavier Font<sup>2</sup>, Josep Vigo<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Dpto. de Botánica, Asociación de Ciencias Aranzadi (motamendi@aranzadi.eus).

<sup>2</sup> Centre de Documentació de Biodiversitat Vegetal (CEDOCBIV), Universitat de Barcelona.

### RESUMEN

El área de estudio, los Países Catalanes, comprende la parte oriental de la Península Ibérica y las islas adyacentes (Bolòs, 1985). Su superficie es aproximadamente de 70.000 km<sup>2</sup> y se trata de un área bastante bien estudiada desde el punto de vista taxonómico y corológico. Existen diversos proyectos de exploración y recopilación de la información florística, entre los cuales destaca, para todo el territorio, el del grupo de trabajo ORCA, del Instituto de Estudios Catalanes, que ha editado mapas corológicos de más de 4.100.

El objetivo de este trabajo es el de definir numéricamente los principales patrones de distribución (corotipos) de la flora vascular del territorio considerado y estudiar, para cada uno de ellos, su distribución geográfica y el conjunto de especies diagnósticas correspondientes.

A partir de la distribución geográfica de todas las plantas vasculares (autóctonas y naturalizadas), se ha construido una matriz de distancias (Bray-Curtis) y realizado un análisis de agrupación k-means. Como resultado, se han obtenido numéricamente 12 grupos y 19 subgrupos de especies geográficamente significativos, que tienen un área de distribución preferente más o menos continua y con especies diagnósticas. La mayoría de los patrones de distribución propuestos guardan una cierta relación con las regiones biogeográficas, pero, algunos de ellos están más relacionados con el tipo de suelos. Por lo tanto, se concluye que los corotipos son definidos no sólo por el clima, sino también por otros factores ecológicos, como pueden ser los edáficos.

**PALABRAS CLAVE:** Corotipos, agrupación K-means, Países Catalanes, Biogeografía, Plantas vasculares, distancia Bray-Curtis, ORCA.

### ABSTRACT

The studied area, known as the Catalan Countries, comprises the eastern part of the Iberian Peninsula and contiguous islands (Bolòs, 1985). The area is approximately 70.000 km<sup>2</sup> and it has been quite well studied from a taxonomical and chorological point of view. In fact, there are many exploration and recompilation projects of the floristic information in the territory. The one carried out by the ORCA workgroup from the Institute of Catalan Studies stands out among them as it edited chorological maps of more than 4.100.

The goal of this work is to define numerically the main distribution patterns (chorotypes) of the concerned territory's vascular plants and to study the geographical distribution and the set of corresponding diagnostic species for each pattern or chorotype.

Based on the geographical distribution of the vascular plants of the Catalan Countries, a Bray-Curtis distances matrix has been built together with an analysis of k-means clustering. As a result, 12 groups and 19 subgroups with geographic sense have been numerically defined. They all present a more or less continuous distribution area and contain diagnostic species. In general, the proposed distribution patterns keep a certain relation with the biogeographical regions; yet, some of them have more to do with the type of soil. In conclusion, the chorotypes are not only defined by the climate, but also by other factors such as the soil.

**KEY WORDS:** Chorotypes, K-means clustering, Catalan Countries, Biogeography, Vascular plants, Bray-Curtis distance, ORCA.

## 1. INTRODUCCIÓN

La Corología, ciencia auxiliar de la Biogeografía, estudia la distribución geográfica de los organismos y pretende definir una serie de corotipos comunes a muchos de ellos. El concepto de "corotipo" fue originalmente definido por Baroni-Urbani *et al.* (1978) como un patrón de distribución elemental determinado por una o varias especies operativamente reconocibles dentro de un territorio. Desde entonces son muchos los autores que, utilizando diferentes metodologías, han establecido corotipos para territorios más o menos amplios, concernientes a distintos grupos de organismos, como plantas vasculares (Andrés and Font 2011; Britto and Arana 2014; Teneb *et al.*, 2004; Bolognini and Nimis 1993; Moreno Saiz *et al.*, 2013; More-

no Saiz y Lobo 2008), animales vertebrados (Linder *et al.*, 2012; Carmona *et al.*, 1999; Flores *et al.*, 2004; Real *et al.*, 2008), insectos (Baselga and Novoa 2005) y nematodos (Liébanas *et al.*, 2002).

Actualmente dicho trabajo se realiza numéricamente, como lo han hecho los autores antes mencionados. De esta manera se evita el error que puede provocar la subjetividad o los prejuicios del autor a la hora de interpretar y clasificar mapas y especies. Sin embargo, la cantidad de datos que utilizan es generalmente limitada, sobre todo los que trabajan con plantas vasculares, quizás porque resulta difícil conseguir ese tipo de información, en especial cuando el área a estudiar es muy amplia.

Hoy en día, gracias a proyectos como la Organització per a la Cartografia de les Plantes (Bolòs, 1985), el Banc de Dades de Biodiversitat de Catalunya (Font, 03/09/2015), el Atlas de la flora del Pirineo (Gómez, 2014), el Sistema de Información Vegetal Ibérica y Macaronésica (Font *et al.*, 2012), el Atlas de la flora de Aragón (VV.AA, 2010), The Global Biodiversity Information Facility (Flemons *et al.*, 2007) y el Banco de datos de Biodiversidad de la comunidad Valenciana ([www.bdb.gva.es](http://www.bdb.gva.es)), existe una gran cantidad de datos disponibles en la red para poder soslayar dicha dificultad.

El área de estudio, los Países Catalanes, comprende la parte oriental de la Península Ibérica y las islas adyacentes (Bolòs, 1985). Su superficie es aproximadamente de 70.000 km<sup>2</sup> y se trata de un área bastante bien estudiada desde el punto de vista taxonómico y corológico. En dicho territorio existen diversos proyectos de exploración y recopilación de la información florística, entre los cuales destaca el del grupo de trabajo ORCA, del Instituto de Estudios Catalanes, que ha editado mapas corológicos de más de 4.100 táxones ([www.orca.cat](http://www.orca.cat)).

El objetivo de este trabajo es definir numéricamente los principales patrones de distribución, o corotipos, de la flora vascular del territorio considerado. Para cada patrón o corotipo se ha estudiado su distribución geográfica, el conjunto de especies que incluye y los principales elementos biogeográficos que presenta.

## 2. MATERIAL Y MÉTODOS

### Datos corológicos y territoriales:

Análogamente a diversos estudios precedentes (Pausas y Sáez, 2000; Pausas *et al.*, 2003; Flores *et al.*, 2004; Israely *et al.*, 2005; Andrés y Font, 2011), en este trabajo también se ha utilizado como unidad básica territorial la cuadrícula UTM de 100 km<sup>2</sup>. Los datos corológicos se obtuvieron de las siguientes fuentes: el Banc de Dades de Biodiversitat de Catalunya (Font, 2015), la Organització per a la Cartografia de les Plantes (Bolòs, 1985), el Atlas de la flora del Pirineo (Gómez, 2014), el Sistema de Información Vegetal Ibérica y Macaronésica (Font *et al.*, 2012), el Atlas de la flora de Aragón (VV.AA, 2010), The Global Biodiversity Information Facility (Flemons *et al.*, 2007) y el Banco de datos de Biodiversidad de la comunidad Valenciana ([www.bdb.gva.es](http://www.bdb.gva.es)).

Se creó un archivo con todas las citas del territorio a partir de las bases de datos mencionadas en el cual la primera columna correspondía a los UTM (MGRS: Military grid reference system) y la segunda, a los nombres científicos de plantas (Género y epíteto específico), dejando de lado las subespecies y las variedades, así como los taxones híbridos. Como los datos procedentes de GBIF estaban en coordenadas geográficas, se convirtieron a MGRS con el convertidor MSP - GEOTRANS (Mensuration Services Program - Geographic Translator) 3.5. (Gorghiu *et al.*, 2008).

Se eliminaron los datos duplicados, utilizamos como referencia taxonómica la obra Flora manual dels Països Catalans (Bolòs *et al.*, 1990), se identificaron y se corrigie-

ron los sinónimos, eliminando así los nombres de plantas no aceptados.

### Análisis de los datos:

Con la lista de especies y de UTM se creó una matriz que recogía la presencia/ausencia (1/0) de cada especie en cada UTM. Una vez eliminados los cuadrados UTM con pocas especies (menos de 100) y las especies con baja presencia (en 5 o menos distintos UTM), la matriz final a analizar contenía 876 cuadrados UTM y 3315 especies.

Se calculó la relación entre las especies en base a su distribución geográfica mediante la distancia de Bray-Curtis (Bray and Curtis 1957) y a partir de la matriz de distancias generada se realizó un análisis de agrupación *k-means* (MacQueen, 1967), el cual agrupa *n* objetos (especies en este caso) en *k* grupos. Aunque muchos autores que han trabajado con corotipos han utilizado clustering jerárquico aglomerativo (Carmona *et al.*, 1999; Liébanas *et al.*, 2002; Britto y Arana 2014; Flores *et al.*, 2004; Teneb *et al.*, 2004; Real *et al.*, 2008; Bolognini and Nimis, 1993), en este trabajo se utilizó *k-means* por dos razones principales. Por un lado, se puede utilizar el estadístico Silhouette (De Cáceres *et al.*, 2007) para validar la bondad (de -1 a +1) de cada grupo generado, esto permite tener un método independiente para decidir el número de grupos idóneo dentro de la matriz de datos analizada. Por otro lado, el número de objetos de la matriz de datos (las especies) de este trabajo es demasiado grande para poder deducir gráficamente resultados a partir del dendrograma obtenido con un clustering jerárquico. Los estudios anteriormente citados se basaron en matrices con decenas o centenares de especies y en este caso se trabajó con 3315 especies.

Se realizaron 25 particiones *k-means*, de 2 a 26 grupos, y en todos los casos se utilizó la validación *leave one out* (Oliva *et al.*, 2001) para evitar que los objetos (especies) ejerzan un 'efecto atractor' sobre los centroides. Para conseguir el mejor resultado posible la reordenación se ejecutó 500 veces al azar.

Con el objetivo de valorar la afinidad de las especies a cada grupo, se utilizaron las distancias al centroide del cluster (Oliva *et al.*, 2001). Este estadístico contiene valores acotados del 0 al 1 y cuanto más pequeño es su valor, más cerca del centroide se encuentra el objeto.

Para obtener una representación cartográfica de cada grupo numérico, se elaboró un mapa de distribución mediante la superposición de todas las distribuciones de las especies que pertenecen al grupo, en una escala de 5 grados, de menor a mayor número de especies.

Por último, se calculó el porcentaje de especies de cada elemento corológico tradicional en cada grupo de la partición numérica, pudiendo así relacionar los grupos de especies obtenidos (nuestros corotipos) con los elementos corológicos.

Los análisis estadísticos (transformaciones de matrices y *k-means*), así como la cartografía se desarrollaron con el paquete de programas B-VegAna (De Cáceres *et al.*, 2007).

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De las 25 particiones *k-means* obtenidas, de 2 a 26 grupos, se escogió la partición de 24 grupos como la más significativa, ya que a partir de ella se discriminan grupos de especies que contienen un único cuadrado UTM; por lo cual ya no se generan grupos corológicos con una distribución geográfica extensa y más o menos continua. Además, en la partición de 24 grupos se encontró un valor máximo del estadístico Silhouette (De Cáceres *et al.*, 2007). Algunos grupos definidos son muy específicos, estos es, explican territorios pequeños con vegetación muy concreta, mientras que otros son más generales. Por lo tanto, se eligió la partición de 13 grupos (en este punto también se da un pico secundario en el estadístico Silhouette) para explicar corotipos más generales, y dentro de cada corotipo se detallaron los grupos más concretos (subcorotipos) derivados de la partición de 24 grupos.

En las particiones de 13 y 24 grupos, se obtuvieron 12 y 23 grupos, respectivamente, con claro significado biológico, especies propias diagnósticas y un territorio bien delimitado. Aparte se obtuvo un grupo que se consideró desprovisto de sentido biológico por no contener ninguna especie representativa, ya que todas ellas están muy alejadas del centroide. Esta situación sugirió que el grupo pueda haber sido un artefacto derivado del método empleado, puesto que *k-means* no deja ni una especie sin clasificar, de modo que las especies que no se ajustan a ningún patrón de distribución fueron incluidas en dicho grupo.

Como resultado, los corotipos (basados en la partición de 13 grupos) y los subcorotipos (basados en la partición de 24 grupos) definidos son los siguientes:

**Corotipo 1.** Plantas del Pirineo axial, y alta montaña pirenaica (Fig. 1). Más de la mitad de las especies (57,6 %) pertenecen al elemento borealpino, aunque también abundan (27,1 %) las eurosiberianas (Tabla 1). Son plantas que prefieren generalmente suelos silíceos (*Angelica razu- llii*, *Carex pyrenaica*, *Cardamine bellidifolia*, *Crepis conyzifolia*, *Gnaphalium norvegicum*, *Poa laxa*, etc.) y que viven en hábitats del piso alpino, como neveros, suelos pedregosos, herbazales, turberas y matorrales prostrados.

En la partición de 24 grupos las especies de este corotipo se reparten en dos. Por un lado, se forma un subcorotipo, similar al corotipo general, esto es, un grupo con especies y distribución parecida y, por otro lado, un subcorotipo de distribución menos amplia y más concreta, con taxones asociados a los Pirineos atlánticos (Valle de Aran).

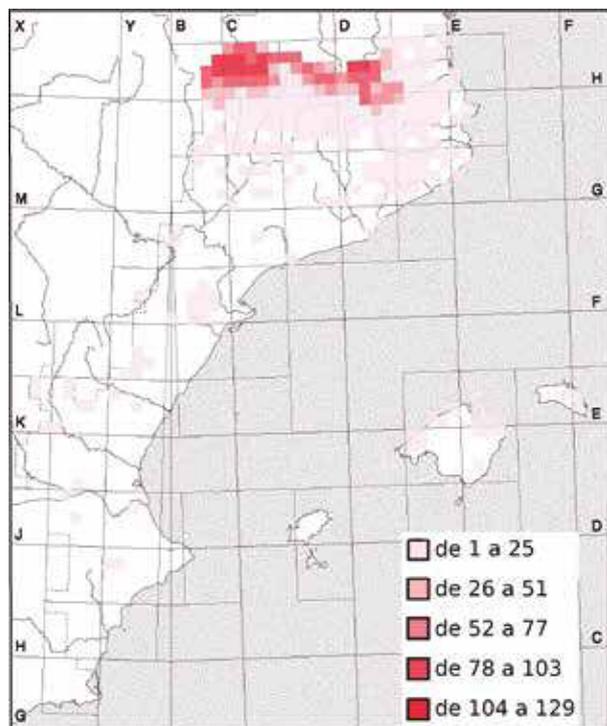
**Corotipo 2.** Plantas que se distribuyen por toda la zona pirenaica (Pirineo axial y Prepireneos) (Fig. 2). La mayoría de las especies (62,1 %) pertenecen al elemento borealpino y una tercera parte (28,16%) al eurosiberiano (Tabla 1). Estos porcentajes se asemejan mucho a los del corotipo 1, solo que en este caso el elemento atlántico no es tan significativo (1,9 %, en comparación con el 8,9 % del corotipo 1). Se trata de un grupo bien definido, puesto que, las especies están muy cerca del centroide. Entre esas plantas se encuentran especies que crecen en substrato silíceo en pastos, rocas, gleras y lugares generalmente húmedos; como *Primula integrifolia*, *Vaccinium uliginosum*, *Polygonum viviparum*, *Dianthus deltoides*, *Homogyne alpina*, *Linaria alpina*, *Phleum alpinum*, *Juncu strifidus*, *Luzula spicata*, *Saxifraga moschata*, *Silene acaulis*, *Campanula scheuchzeri*, *Cerastium alpinum*, *Chenopodium bonus-henricus*, *Epilobium alsinifolium*, *Juncus alpinus*, *Luzula nutans*, *Myosotis alpestris*, *Pedicularis pyrenaicay* *Phyteuma hemisphaericum*.

En la partición de 24 grupos las especies de este corotipo se reparten en dos. Por un lado, un subcorotipo con plantas extendidas por toda la cordillera pirenaica (Pirineo axial y Prepireneos), propias de pastos y de substratos silíceos; por otro, un segundo subcorotipo que agrupa especies del Pirineo oriental, sobre todo típicas de turberas.

**Corotipo 3.** Plantas propias de la montaña media (Fig. 3). Las de mayor presencia pertenecen al elemento eurosiberiano (39,4 %) y al plurirregional (28,4 %), aunque no faltan las de los elementos mediterráneo (12,9 %) y submediterráneo (12 %) (Tabla 1). Los claros de bosques, bosques de ribera y terrenos pedregosos son los hábitats donde crecen muchas de las plantas pertenecientes a este grupo, como *Helleborus foetidus*, *Potentilla neumanniana*, *Juniperus communis*, *Corylus avellana*, *Hieracium pilosella*, *Arabis hirsuta*, *Festuca ovina*, *Prunella vulgaris*, *Sambucus*

Corotipo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Atlánticas (%)	8,9	1,9	0,3	2,3	2,1	0	0	0,6	0	0	0,7	0
Boreoalpinas (%)	<b>57,6</b>	<b>62,1</b>	0,3	3,3	0	0	0	0,6	0	0	0	0
Endémicas (%)	0	0,2	0	0	0,4	0	1,6	1,3	4,2	1,3	<b>21,7</b>	0,5
Eurosiberianas (%)	<b>27,1</b>	<b>28,2</b>	<b>39,6</b>	<b>65,5</b>	<b>14,1</b>	2,3	1,6	7,5	0	0	0	2,7
Introducidas (%)	1,3	0,2	3,2	1,6	<b>15,9</b>	8,1	5,7	1,9	4,2	9,0	2,8	<b>20,5</b>
Mediterráneas (%)	0,9	0,5	<b>13,0</b>	2,3	<b>44,2</b>	<b>52,8</b>	<b>58,1</b>	<b>36,3</b>	<b>80,6</b>	<b>74,4</b>	<b>69,2</b>	<b>40,0</b>
Oromediterráneas (%)	1,7	3,9	3,5	5,9	0	0,2	0,8	<b>28,1</b>	2,1	0	2,8	0
Otras (%)	0	0,2	0	0	1,1	0,6	1,6	1,9	2,8	1,3	0	3,8
Plurirregionales (%)	2,1	2,2	<b>28,5</b>	8,8	<b>21,2</b>	<b>35,5</b>	<b>29,8</b>	<b>16,3</b>	4,9	<b>14,1</b>	2,8	<b>32,4</b>
Submediterráneas (%)	0,4	0,5	<b>11,7</b>	<b>10,4</b>	1,1	0,6	0,8	5,6	1,4	0	0	0

Tabla 1. - Porcentaje de los diferentes elementos corológicos tradicionales en cada corotipo.

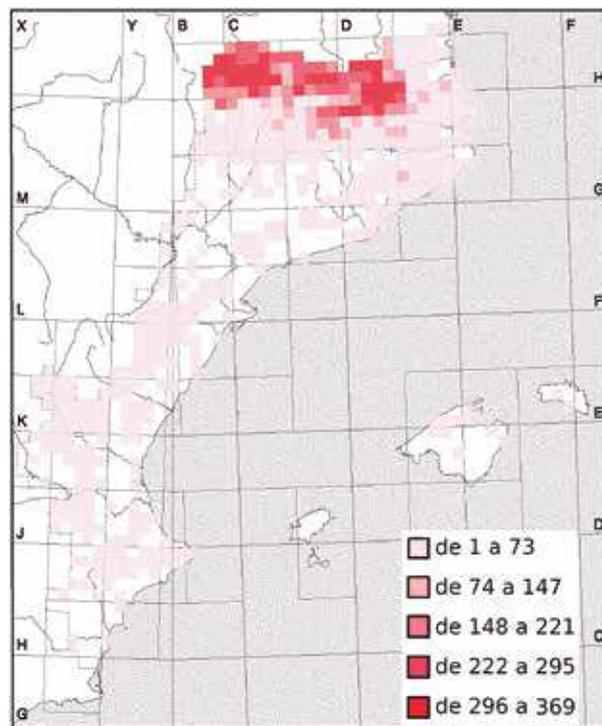


**Fig. 1.** - Distribución y datos corológicos del corotipo 1. La escala de rojos, descrita en la leyenda (borde inferior derecho), indica el número de especies del grupo presentes en cada cuadrado UTM de 100 m<sup>2</sup>.

*nigra*, *Silene nutans* y *Vicia cracca*. Se trata, en general, de plantas con una amplia distribución por las montañas de todo el territorio.

**Corotipo 4:** Las plantas que conforman este grupo tienen una distribución geográfica parecida a las del corotipo anterior, pero con un área más reducida, centrada en las zonas más montañosas -especialmente en su zona sur- y en los enclaves de clima más eurosiberiano (Fig. 4). Las especies que pertenecen a este corotipo se agrupan sobre todo en el extremo norte del territorio y descienden por zonas montañosas hacia el Sistema Ibérico. Las especies del elemento eurosiberiano alcanza en este corotipo un porcentaje mucho mayor que en el corotipo anterior (65,5 % frente al 39,4 %) (Tabla 1). Las presencias de las especies de los elementos submediterráneo (10,4 %) y del plurirregional (8,8 %) también son destacables. En cuanto al hábitat, medran en claros de bosque y prados más o menos húmedos, pastos pedregosos, bordes de cursos de agua y herbazales. Son plantas típicas de este grupo *Carex caryophylla*, *Carlina acanthifolia*, *Epilobium montanum*, *Euphrasia stricta*, *Fraxinus excelsior*, *Veronica chamaedrys*, *Betula pendula*, *Laserpitium latifolium*, *Orchis maculata*, *Rubus idaeus*, *Valeriana officinalis*, *Deschampsia flexuosa*, *Dianthus hyssopifolius*, *Digitalis lutea*, *Epilobium lanceolatum*, *Helleborus viridis*, *Luzula campestris*, *Oxalis acetosella*, *Rhinanthus pumilus* y *Salix caprea*.

En la partición de 24 grupos las especies de este corotipo se reparten en tres. El primer subcorotipo reúne plantas cuya distribución se corresponde con el territorio Olositánico (Bolòs *et al.*, 1990), y cuyo hábitat son los bos-

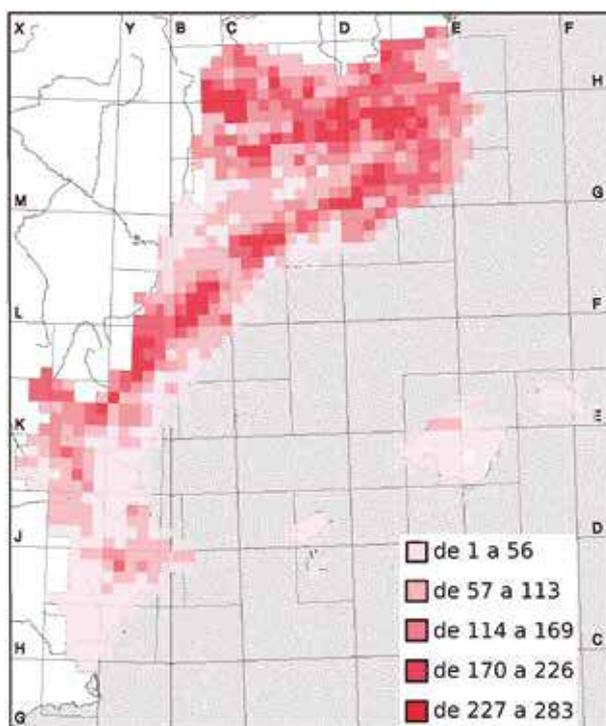


**Fig. 2.** - Distribución y datos corológicos del corotipo 2. La escala de rojos, descrita en la leyenda (borde inferior derecho), indica el número de especies del grupo presentes en cada cuadrado UTM de 100 m<sup>2</sup>.

ques húmedos y los márgenes de los mismos, los claros y barrancos, los roquedos y las gleras de lugares umbríos. El segundo subcorotipo está asociado a plantas que tienen la misma distribución que el corotipo general, aunque aquí el porcentaje de las especies del elemento euriberiano es más elevado (73,9 %). El tercer subcorotipo contiene plantas que se reparten exclusivamente por el Prepireneo.

**Corotipo 5.** Plantas que geográficamente se extienden por el sistema Catalanídico septentrional (Fig. 5). Dominan las plantas pertenecientes al elemento mediterráneo (44,2 %). Aunque destacan unos porcentajes apreciables de introducidas (15,9 %), plurirregionales (21,2 %) y eurosiberianas (14,1 %) que en conjunto suponen más de un tercio de las especies (Tabla 1). Las plantas que mejor lo definen son: *Vicia bithynica*, *Genista triflora*, *Ornithopus compressus*, *Aristolochia rotunda*, *Lamium flexuosum*, *Quercus suber*, *Trifolium glomeratum*, *Trifolium nigrescens*, *Bunias erucago*, *Lathyrus angulatus*, *Tolpis barbata* y *Vicia lathyroides*. Viven en bosques perennifolios, bordes de caminos, herbazales, pastizales, sotobosques, cultivos sobre suelos silíceos y márgenes de caminos, lo que explica el alto porcentaje de especies introducidas, puesto que algunos de estos hábitat son fácilmente invadidos por plantas alóctonas.

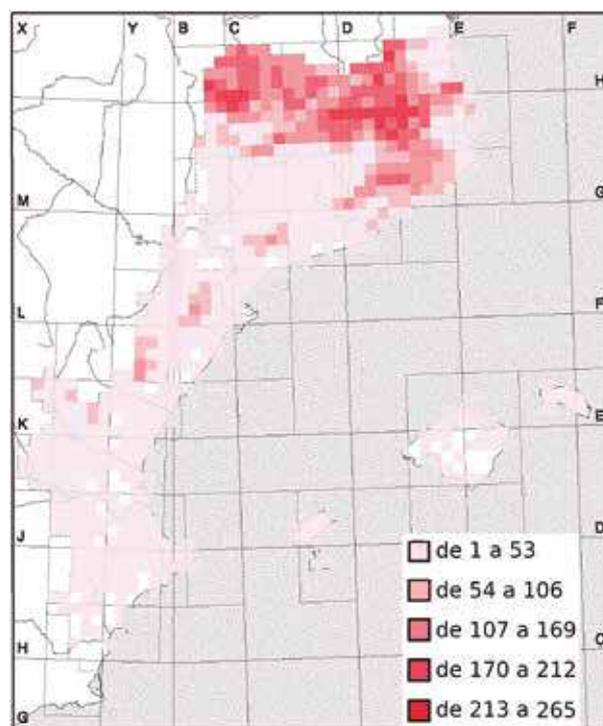
En la partición de 24 grupos las especies de este corotipo se reparten en dos. Por un lado, un subcorotipo conformado por plantas que se distribuyen por el territorio Ruscínico como lo describieron Bòlos *et al.* (1990). Por su parte, el segundo subcorotipo congrega plantas con la misma distribución que el corotipo general.



**Fig. 3.** - Distribución y datos corológicos del corotipo 3. La escala de rojos, descrita en la leyenda (borde inferior derecho), indica el número de especies del grupo presentes en cada cuadrado UTM de 100 m<sup>2</sup>.

**Corotipo 6.** Plantas que se distribuyen por el amplio territorio mediterráneo (Fig. 6). La mitad de las especies pertenecen al elemento mediterráneo (52,8 %) y les siguen en importancia las plurirregionales (35,5 %) (Tabla 1). No obstante, cabe señalar que las especies introducidas tienen en este territorio una presencia destacable (8,1 %). Estos porcentajes reflejan el tipo de hábitat que ocupan las plantas de este grupo, esto es, maquias y matorrales, vegetación ruderal, es decir de lugares más o menos perturbados, como cultivos, márgenes de caminos, herbazales y baldíos. Algunas de las especies que más cerca del centroide están son: *Catapodium rigidum*, *Diplotaxis erucoides*, *Ficus carica*, *Asteriscus spinosus*, *Avena barbata*, *Calendula arvensis*, *Centaurea aspera*, *Conyza bonariensis*, *Filago pyramidata*, *Marrubium vulgare*, *Quercus coccofera* y *Salvia verbenaca*.

En la partición de 24 grupos las especies de este corotipo se reparten en tres. El primer subcorotipo agrupa plantas que tienen una distribución similar que el corotipo general. El segundo grupo lo forman plantas que tienen como área una distribución geográfica más litoral que el corotipo, plantas de maquias mediterráneas termófilas, como pueden ser *Chamaerops humilis*, *Ceratonia siliqua* o *Asparagu shorridus*. El tercer subcorotipo agrupa plantas con una distribución dispersa que no sigue ningún patrón. Esto puede explicarse por ser este el grupo que mayor cantidad de especies introducidas contiene (32,7 %); aunque también puede reflejar un efecto del muestreo, puesto que no todos los autores incluyen las especies introducidas en sus catálogos, y los que lo hacen no aplican criterios idénticos.

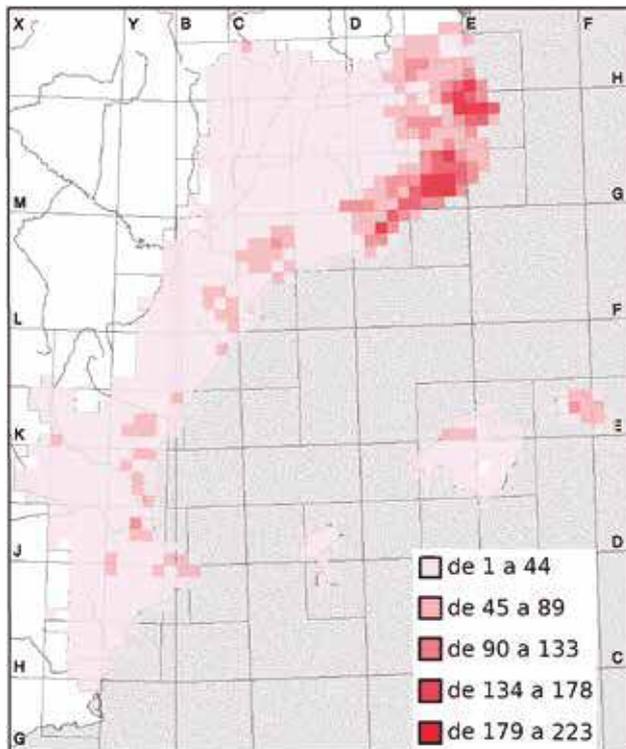


**Fig. 4.** - Distribución y datos corológicos del corotipo 4. La escala de rojos, descrita en la leyenda (borde inferior derecho), indica el número de especies del grupo presentes en cada cuadrado UTM de 100 m<sup>2</sup>.

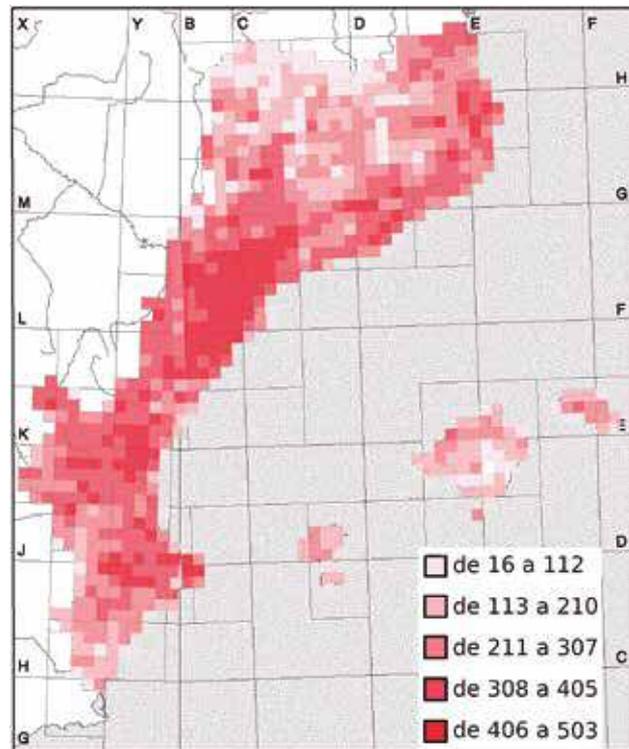
**Corotipo 7.** Plantas que se hallan distribuidas por la depresión del Ebro y otros territorios de clima mediterráneo continental, y con frecuencia propias de suelos salinos (Fig. 7). Más de la mitad de las especies pertenecen al elemento mediterráneo (58,1 %) y una tercera parte son plurirregionales (30,1 %) (Tabla 1). La mayoría integran la vegetación de suelos más o menos salinos (*Salsola vermiculata*, *Malcolmia* y *Spergularia diandra*, por ejemplo) y de matorrales, baldíos y tomillares, generalmente yesosos (*Lygeum spartum*, *Nonea micrantha*, *Sisymbrium runcinatum*, *Stipa parviflora*, *Artemisia herba-alba*, *Picris hispánica* y *Sideritis scordioides*).

**Corotipo 8.** Plantas que se distribuyen por las montañas Catalaníticas e Ibéricas y por los Prepirineos (Fig. 8). Las especies más numerosas pertenecen al elemento mediterráneo (36,3 %) y al oromediterráneo (28,1 %), pero también existe un porcentaje significativo de plurirregionales (16,3 %) (Tabla 1). Los hábitats en que viven son pastos secos, zonas pedregosas y rocas, sobre substrato calcáreo (*Festuca hystrix*, *Erinacea anthyllis*, *Hieracium loscosianum*, *Minuartia hamata*, *Alyssum lapeyrousianum*, *Arabis auriculata*, *Cerastium gracile*, *Ononis aragonensis*, *Alyssum spinosum*, *Bupleurum rotundifolium*, *Hieracium aragonense*, *Pimpinella gracilis*, *Adonis flammea* y *Lathyrus filiformis*).

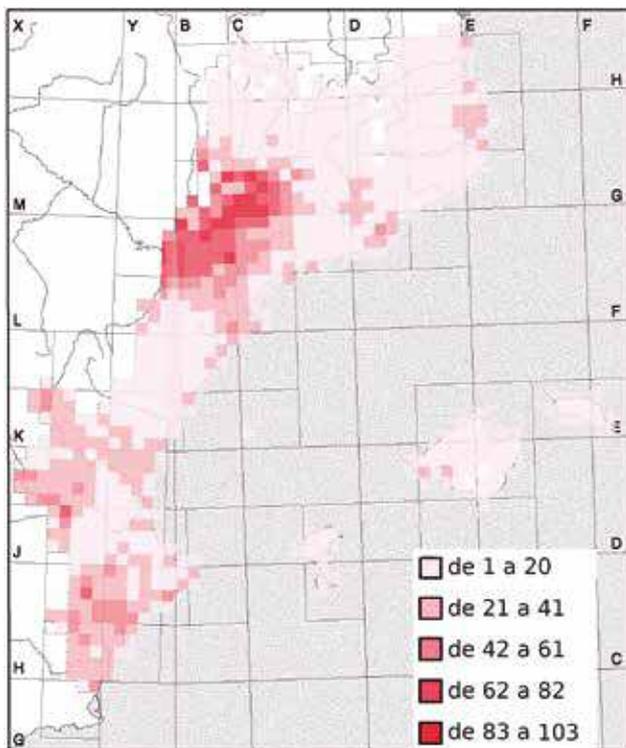
En la partición de 24 grupos las especies de este corotipo se reparten en dos. Por un lado, se constituye un subcorotipo con plantas de las montañas Catalaníticas meridionales e Ibéricas. Por otro, se forma un subcorotipo con plantas de distribución más amplia, parecida a la del corotipo general.



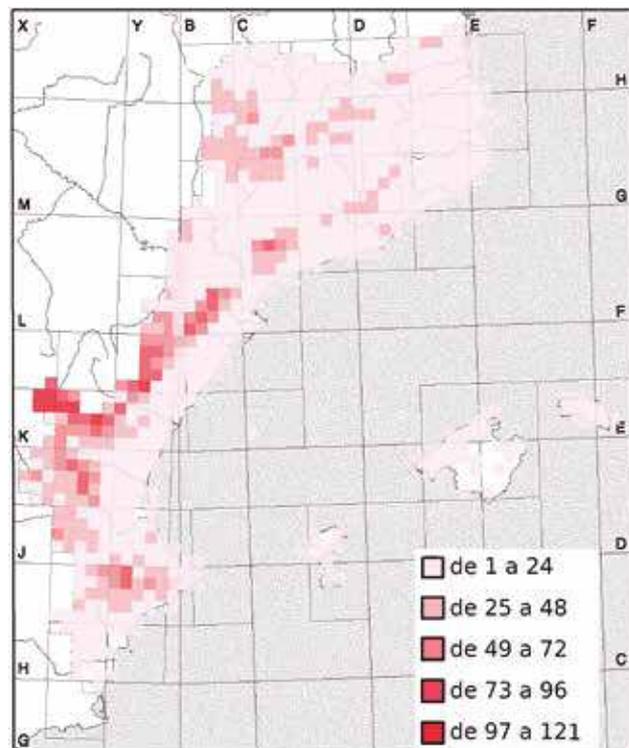
**Fig. 5.** - Distribución y datos corológicos del corotipo 5. La escala de rojos, descrita en la leyenda (borde inferior derecho), indica el número de especies del grupo presentes en cada cuadrado UTM de 100 m<sup>2</sup>.



**Fig. 6.** - Distribución y datos corológicos del corotipo 6. La escala de rojos, descrita en la leyenda (borde inferior derecho), indica el número de especies del grupo presentes en cada cuadrado UTM de 100 m<sup>2</sup>.



**Fig. 7.** - Distribución y datos corológicos del corotipo 7. La escala de rojos, descrita en la leyenda (borde inferior derecho), indica el número de especies del grupo presentes en cada cuadrado UTM de 100 m<sup>2</sup>.



**Fig. 8.** - Distribución y datos corológicos del corotipo 8. La escala de rojos, descrita en la leyenda (borde inferior derecho), indica el número de especies del grupo presentes en cada cuadrado UTM de 100 m<sup>2</sup>.

**Corotipo 9.** La distribución geográfica de las plantas de este grupo corresponde a los territorios Mediovalentino y Diánico (Fig. 9) (Bolòs *et al.*, 1990). El elemento mediterráneo es el que predomina claramente (80,6 %) (Tabla 1). La vegetación que define el grupo corresponde a matorrales mediterráneos (romerales, tomillares), atochales y pedregales y roquedos calizos (*Hypericum ericoides*, *Coronilla juncea*, *Ballota hirsuta*, *Echium creticum*, *Elaeoselinum asclepium*, *Silene secundiflora*, *Stipa tenacissima*, *Teucrium buxifolium*, *Valantia hispida*, *Anthyllis cythoides*, *Asparagus horridus*, *Fumana laevipes*, *Scrophularia sciophila*, *Teucrium pseudochamaepitys*, *Guillonea scabra*, *Trachelium caeruleum*, *Viola arborescens*...).

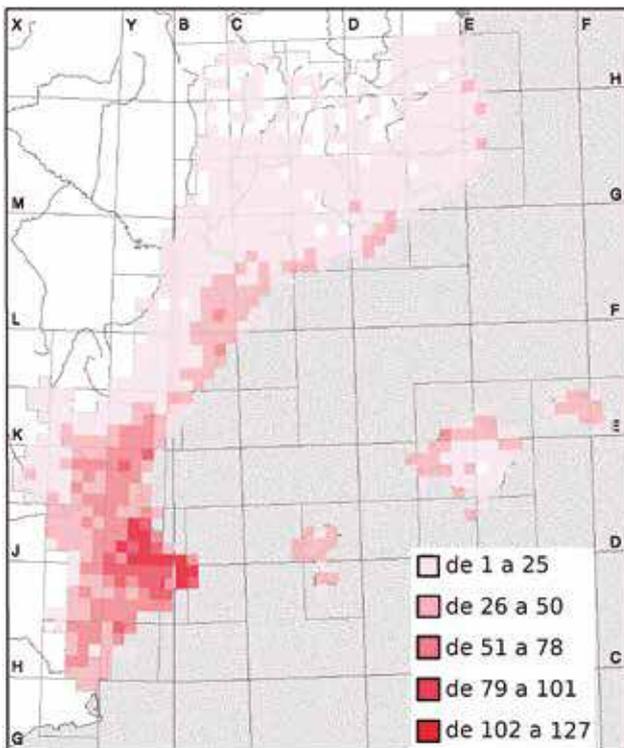
**Corotipo 10.** El área de las plantas de este grupo pertenece al territorio Lucéntico (Bolòs *et al.*, 1990) (Fig. 10). La mayoría de las especies son del elemento mediterráneo (74,1 %), pero unas cuantas corresponden al plurirregional (14,1 %) y a las introducidas (8 %) (Tabla 1). Está definido por plantas que crecen en suelos básicos, margosos, arenosos, arcillosos o yesosos más o menos salinos, como *Salsola genistoides*, *Atriplex glauca*, *Halogeton sativus*, *Thymus longiflorus*, *Hammada articulata*, *Salsola oppositifolia*, *Teucrium pumilum*, *Frankenia corymbosa*, *Limonium cossonianum*, *Diploaxis ilorcitana*, *Anthyllis terniflora*, *Echium humile*, *Limonium supinum*, *Sideritis leucantha* y *Matthiola parviflora*.

**Corotipo 11.** La distribución de las plantas de este grupo se centra en las Islas Baleares (Fig. 11). Las espe-

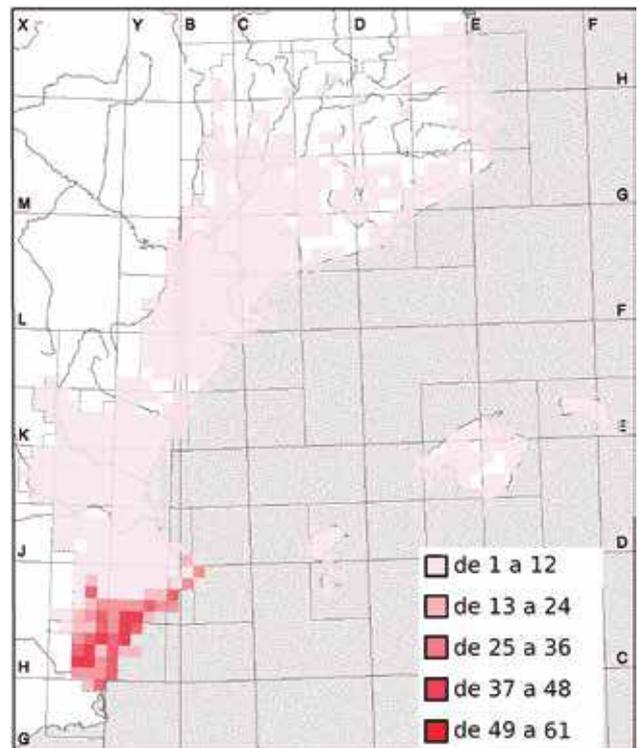
cies del elemento mediterráneo son las que predominan (69,2 %), aunque destaca también un alto porcentaje de endémicas (21,7 %) (Tabla 1). Entre estas últimas, las más cercanas al centroide, encontramos especies de hábitat muy diversos, como roquedos, gleras, prados, claros de bosques, suelos húmedos y secos: *Digitalis minor*, *Lotus tetraphyllus*, *Euphorbia pithyusa*, *Bellium bellidioides*, *Crepis triasii*, *Cymbalaria aequitriloba*, *Dracunculus muscivorus*, *Pastinaca lucida*, *Astragalus balearicus*, *Arum pictum*, *Satureja cordata*, *Sibthorpia africana*, *Phlomis itálica* y *Teucrium asiaticum*.

En la partición de 24 grupos las especies de este corotipo se reparten en tres. El primer subcorotipo está formado por plantas cuya área se circunscribe a Menorca. Las plantas del segundo subcorotipo tienen una distribución geográfica amplia, como el corotipo, es decir, todas las Islas Baleares. Las plantas del tercer subcorotipo presentan una distribución geográfica limitada a la sierra de Tramuntana de Mallorca, ya que la mitad de ellas son endémicas de esta zona (45,2 %).

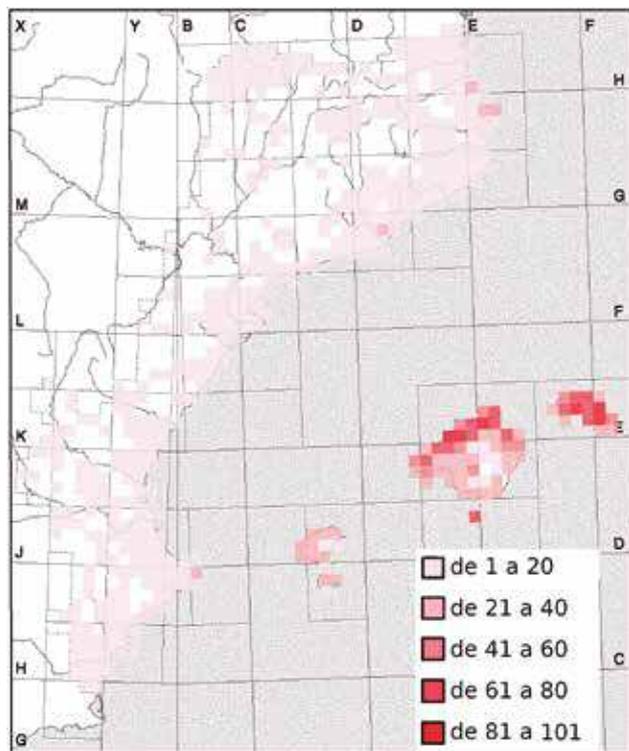
**Corotipo 12.** Plantas con una distribución geográfica litoral (Fig. 12), asociadas a la vegetación sabulícola, esto es, taxones que crecen en playas, arenales y dunas (*Echinophora spinosa*, *Elymus farctus*, *Sporobolus pungens*, *Ammophila arenaria*, *Calystegia soldanella*, *Pancratium maritimum*, *Polygonum maritimum*, *Pseudorhiza pumila*...) y en ambientes salobres (*Cyperus difformis*, *Spartina versicolor*, *Ceratophyllum demersum*...). El porcentaje de las



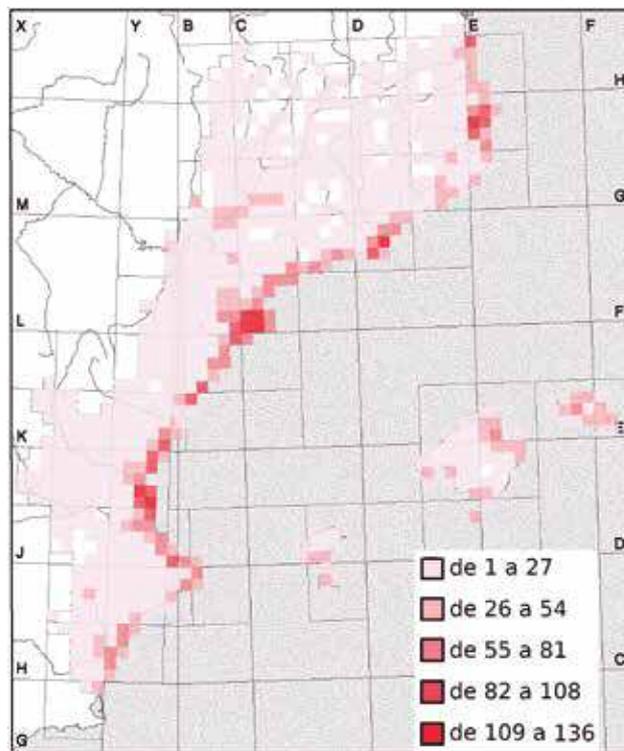
**Fig. 9.** - Distribución y datos corológicos del corotipo 9. La escala de rojos, descrita en la leyenda (borde inferior derecho), indica el número de especies del grupo presentes en cada cuadrado UTM de 100 m<sup>2</sup>.



**Fig. 10.** - Distribución y datos corológicos del corotipo 10. La escala de rojos, descrita en la leyenda (borde inferior derecho), indica el número de especies del grupo presentes en cada cuadrado UTM de 100 m<sup>2</sup>.



**Fig. 11.** - Distribución y datos corológicos del corotipo 11. La escala de rojos, descrita en la leyenda (borde inferior derecho), indica el número de especies del grupo presentes en cada cuadrado UTM de 100 m<sup>2</sup>.



**Fig. 12.** - Distribución y datos corológicos del corotipo 12. La escala de rojos, descrita en la leyenda (borde inferior derecho), indica el número de especies del grupo presentes en cada cuadrado UTM de 100 m<sup>2</sup>.

especies introducidas es muy alto (20,5 %), explicable porque estas comunidades son de las más perturbadas y por lo tanto las más propensas a las invasiones (Tabla 1). Los elementos mediterráneo (40%) y plurirregional (32,4 %) son los dominantes.

En la partición de 24 grupos las especies de este corotipo (12) se reparten en dos subcorotipos de distribución geográfica diferenciada. Por un lado, un subcorotipo que agrupa plantas de lagunas salinas y de ambientes deltáicos. Por otro lado, un segundo corotipo con plantas que presentan la misma distribución que las del corotipo, en que predomina la vegetación sabulícola.

#### 4. CONCLUSIONES

A partir de la distribución geográfica de las plantas de los Países Catalanes, se pueden definir numéricamente 12 corotipos principales y 19 subcorotipos con significado biogeográfico, los cuales presentan un área de distribución preferente más o menos continua e incluyen especies propias.

Sin embargo, al utilizar fuentes de diferentes orígenes, puede haber ocurrido que uno de los subgrupos (uno de los subcorotipos del corotipo 6) refleje en realidad un defecto en el muestreo de las especies introducidas. No todos los autores recopilan las especies introducidas, y los que lo hacen no utilizan criterios semejantes. En futuros

trabajos, sería interesante estudiar y estandarizar el esfuerzo de muestreo de las especies introducidas.

Las áreas de distribución de algunos corotipos coinciden con los territorios fisiográficos establecidos por Bòlos *et al.* (1990). A pesar de que dichos territorios se basan en características físicas (relieve, clima, suelo, vegetación, etc.) y los corotipos sólo en la distribución de las plantas. Los corotipos 9 y 10 y los subcorotipos de los corotipos 4 y 5 se ajustan con bastante fidelidad a los territorios Lucéntico, Mediovalentino/Diánico, Olositánico y Ruscínico, respectivamente, con lo que esos territorios resultan caracterizados asimismo florísticamente.

Por último, los corotipos que se proponen guardan una cierta relación con las regiones biogeográficas. Hay corotipos donde dominan claramente especies de un único elemento biogeográfico; los corotipos 6, 7, 9, 10 y 11 presentan más de la mitad de taxones del elemento mediterráneo. El elemento eurosiberiano es dominante en el corotipo 4 y el borealpino en los corotipos 1 y 2. En el resto de corotipos (3, 5, 8 y 12) no hay ningún elemento que presente más del 50% de las especies y encontramos dos o tres elementos con porcentajes elevados. Por último, se ha visto que en algunos corotipos dominan las especies que crecen en determinados tipos de suelos (silíceo, yesoso, etc.). Por lo que se concluye que los corotipos no solamente vienen definidos por el clima, sino también por otros factores, como por ejemplo el tipo suelo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Andrés, M., Font, X., 2011. Principals patrons de distribució de plantes vasculares a Catalunya. En: Actes del IX Col·loqui Internacional de Botànica Pirenaico-Cantàbrica a Ordino, 33-44. Andorra.
- Baroni-Urbani, C., Ruffo, S., VignaTaglianti, A., 1978. Materiali per una biogeografia italiana fondata su alcunigeneri di coleottericicindelidi, carabidi e crisomelidi. *Memoire-Societa entomologica italiana*.
- Baselga, A., Novoa, F., 2005. Faunistic Heterogeneity across Eurosiberian-Mediterranean Boundary: Chrysomelidae (Coleoptera) in Galicia, Spain. *Annals of the Entomological Society of America* 98(4), 558–564.
- Bolognini, G., Nimis, P. L., 1993. Phytogeography of Italian deciduous oak woods based on numerical classification of plant distribution ranges. *Journal of Vegetation Science* 4(6), 847–860.
- Bolòs, O., 1985. *Corologia de la flora del Paísos Catalans volum introductorii*. Institut d'Estudis Catalans, Secció de ciències, Barcelona. ORCA: Notícies i comentaris; 1.
- Bolòs, O., Vigo, J. De, Masalles, R., Ninot, J. M., 1990. *Flora manual dels països Catalans*. Editorial Pòrtic, Barcelona.
- Bray, J. R., Curtis, J. T., 1957. An Ordination of the Upland Forest Communities of Southern Wisconsin. *Ecological Monographs* 27(4), 325–349.
- Britto, B., Arana, C., 2014. Preliminary chorotypes of Peru based on the distribution of Asteraceae family. *Darwiniana, nueva serie* 2(1), 39–56.
- Carmona, J. A., Doadrio, I., Márquez, A. L., Real, R., Hugueny, B., Vargas, J. M., 1999. Distribution patterns of indigenous freshwater fishes in the Tagus River basin, Spain. *Environmental Biology of Fishes* 54, 371–387.
- De Cáceres, M., Oliva, F., Font, X., Vives, S., 2007. GINKGO, a program for non-standard multivariate fuzzy analysis. *Advances in Fuzzy Sets and Systems* 2, 41–56.
- Flemons, P., Guralnick, R., Krieger, J., Ranipeta, A., Neufeld, D., 2007. A web-based GIS tool for exploring the world's biodiversity: The Global Biodiversity Information Facility Mapping and Analysis Portal Application (GBIF-MAPA). *Ecological Informatics* 2(1), 49–60.
- Flores, T., Puerto, M. A., Barbosa, A. M., Real, R., Gosálvez, R. U., 2004. Agrupación en corotipos de los anfibios de la provincia de Ciudad Real (España). *Revista Española de Herpetología* 18, 41–53.
- Font, X., Pérez-García, N., Biurrun, I., Fernández-González, F., Lence, C., 2012. The Iberian and Macaronesian Vegetation Information System (SIVIM, [www.sivim.info](http://www.sivim.info)), five years of online vegetation's data publishing. *Plant Sociology* 49(2), 89–95.
- Font, X., (acceso 03.09.2015), *Mòdul Flora i Vegetació*. Banc de Dades de Biodiversitat de Catalunya. Generalitat de Catalunya i Universitat de Barcelona. Disponible en: <https://biodiver.bio.ub.es/biocat/homepage.html>.
- Gómez, D., 2014. Atlas de la flora vascular de los Pirineos. *Boletín de la AHIM* 16, 39–40.
- Gorghiu, G., Cosmin, M., Carstoiu, D., Nicolescu, C. L., 2008. Software applications dedicated to spatial data processing. *Bulletin UASVM, Horticulture* 65(2), 581–587.
- Israely, N., Ziv, Y., Galun, R., 2005. Metapopulation Spatial – Temporal Distribution Patterns of Mediterranean Fruit Fly (Diptera: Tephritidae) in a Patchy Environment. *Annals of the Entomological Society of America* 98(3), 302–308.
- Liébanas, G., Peña-Santiago, R., Real, R., Márquez, A. L., 2002. Spatial Distribution of Dorylaimid and Mononchid Nematodes from Southeast Iberian Peninsula: Chorological Relationships among Species. *Journal of Nematology* 34(4), 390–395.
- Linder, H. P., de Klerk, H. M., Born, J., Burgess, N. D., Fjeldså, J., Rahbek, C., 2012. The partitioning of Africa: Statistically defined biogeographical regions in sub-Saharan Africa. *Journal of Biogeography* 39(7), 1189–1205.
- MacQueen, J., 1967. Some methods for classification and analysis of multivariate observations. In: Cam, L. M. Le, Neyman, J. (eds.), *Proceedings of the Fifth Berkeley Symposium of Mathematical Statistics and Probability*, 281-297. University of California Berkeley, California.
- Moreno Saiz, J. C., Donato, M. H., Katinas, L., Crisci, J. V., Posadas, P. E., 2013. New insights into the biogeography of south-western Europe: Spatial patterns from vascular plants using cluster analysis and parsimony. *Journal of Biogeography* 40(1), 90–104.
- Moreno Saiz, J. C., Lobo, J. M., 2008. Iberian-Balearic fern regions and their explanatory variables. *Plant Ecology* 198(2), 149–167.
- Oliva, F., De Cáceres, M., Font, X., Cuadras, C. M., 2001. Contribuciones desde una perspectiva basada en proximidades al Fuzzy K-means clustering. En: XXVI Congreso Nacional de Estadística e Investigación Operativa. Úbeda, España.
- Pausas, J. C., Carreras, J., Ferré, Font, X., 2003. Coarse-scale plant species richness in relation to environmental heterogeneity. *Journal of Vegetation Science* 14, 661–668.
- Pausas, J. G., Sáez, L., 2000. Pteridophyte richness in the NE Iberian Peninsula: Biogeographic patterns. *Plant Ecology* 148(2), 195–205.
- Real, R., Olivero, J., Vargas, J. M., 2008. Using chorotypes to deconstruct biogeographical and biodiversity patterns: The case of breeding water birds in Europe. *Global Ecology and Biogeography* 17(6), 735–746.
- Teneb, E. A., Cavieres, L. A., Parra, M. J., Marticorena, A., 2004. Patrones geográficos de distribución de árboles y arbustos en la zona de transición climática mediterráneo-templada de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 77(1), 51–71.
- VV. AA, 2010. Atlas de la Flora de Aragón. Instituto Pirenaico de Ecología-Departamento de Medio Ambiente del Gobierno de Aragón. Disponible en: <http://www.ipe.csic.es/> (acceso 16.02.2015).