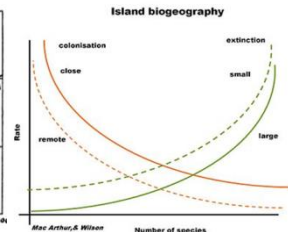
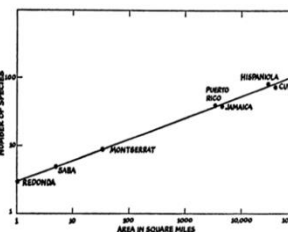


Tendències biològiques i biogeogràfiques que determinen la distribució i diversitat vegetal als illots de la Mediterrània occidental

Francisco Riera Torres
Tutor: Llorenç Sáez Gonyalons
Departament de Botànica, Facultat de Biociències

Introducció i Objectius

En aquest treball s'estudien diferents característiques biogeogràfiques de la flora vascular dels illots que es troben en tres arxipèlags de la Mediterrània occidental: les Illes Columbrets, les Illes Medes i un conjunt d'illots de les Balears. Els factors biogeogràfics que s'han estudiat inclouen la relació de la biodiversitat amb factors com l'àrea, la distància al continent o l'alçada màxima de l'illot, utilitzant, a més, aquests factors per a crear hipòtesis de futur relacionant-lo amb valors d'extinció i immigració, principalment d'endemismes i espècies protegides. La insularitat és l'estudi principal de l'ecologia des del punt de vista biogeogràfic, per tant, les illes i els illots representen experiments naturals sobre el comportament evolutiu de les espècies, d'aquí l'interès per molts estudiosos de mitjans del Segle XX com van ser McArthur & Wilson (1967), en els quals està basat aquest estudi. L'objectiu principal és connectar tant en l'espai com en el temps, tant biològic com geogràfic, l'aparició de les espècies en cadascun dels illots a més dels factors físics, biològics i biogeogràfics que ho determinen, descriure la situació actual a nivell de protecció d'espècies en perill, explicar les relacions que existeixen entre els arxipèlags i finalment dissenyar i intentar observar alguna tendència biogeogràfica a partir de diferents gràfiques i utilitzant valors estadístics com ara el coeficient de correlació de factors com l'àrea, l'alçada o la distància al continent contra el nombre total d'espècies vegetals catalogades a l'illot en qüestió. L'arxipèlag de les Illes Balears el trobem a l'est de la Península Ibèrica concretament a les coordenades 39°30'N, 3°00'E i està format per 4 illes principals: Mallorca, Menorca, Eivissa i Formentera i una gran quantitat d'illots, els quals hem fet una selecció dels més representatius: Cabrera, Sa Dragonera i l'Illa d'en Colom. Les Illes Medes, són unes petites illes localitzades a l'est de l'Estrat, concretament a les coordenades 42°03'N 03°13'E. Són un conjunt de 7 illes que formen part del front d'encavalcament del massís del Montgrí, entre les que destacarem per mida, la Meda Gran i la Meda petita. Les Illes Columbrets, a diferència dels dos arxipèlags anteriors, són d'origen volcànic, per tant, tindran especial importància. Es troben a l'est de la província de Castelló amb coordenades 39°55'N 0°40'E i el constitueixen quatre grups d'illes, entre les que cal destacar la Columbrer Grosa.

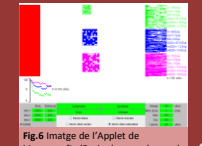


Material i Mètodes

Amb l'ajuda de la bibliografia, s'han elaborat una sèrie de fulls de càlcul EXCEL amb informació de cada illot, tant geogràfica com biològica. Als fulls de càlcul biològic s'ha indicat la família, el gènere, l'espècie, la presència o no a cadascun dels illots i la seva procedència i endemicitat, mentre que en els fulls de càlcul geogràfic (Fig. 3), s'han elaborat taules amb factors com la distància al continent, l'àrea de cada illot, el punt més elevat de cadascun, el nombre total d'espècies i el rati "espècies/àrea". S'ha utilitzat a més aplicacions informàtiques com l'Applet de biogeografia del model de McArthur & Wilson (Fig. 6), els models de seguiment d'aus (Fig. 4), així com el Bioatles de les Illes Balears (Fig. 5). L'Applet de biogeografia insular, ens permet observar diferents taxes d'immigració, extinció i espècies en equilibri per a un màxim de 3 illes en les que es pot determinar prèviament la distància al continent i la seva àrea, així com també es pot determinar el factor temps en el que es vol emmarcar l'estudi, per a intentar treure hipòtesis de futur a curt i a llarg termini. El model de seguiment d'aus, ens ha permès seguir la ruta de migracions de diverses aus presents als arxipèlags i a la península per intentar demostrar que actuen com a vectors i finalment el Bioatles de les Illes Balears, l'hem utilitzat per a localitzar les espècies més importants així com per calcular paràmetres físics.

Illes o illots	Àrea (km²)	Quantitat d'espècies	Distància al continent (km)	Alçada màxima (m)	Rati esp/àrea
Cabrera	15,69	423	236	172	26,9584704
Dragonera	2,88	341	222	360	118,402778
Illa d'en Colom	0,59	228	235	40	386,440678
Meda Gran	0,18	222	1,8	75	1233,333333
Columbrer gros	0,14	104	55	67	742,8511429
Meda petita	0,026	61	1	72	2346,153846

Fig. 3 Taula de dades biogeogràfiques de cada illot estudiat.



Resultats

Tot i ser arxipèlags independents, existeixen connexions clares que suggereixen que hi ha diferents vectors que connectarien la flora vascular dels diferents illots i que permeten el flux genètic, de propàguls o de pol·len vegetals entre ells. Aquest flux es veu clarament si estudiem la vegetació de cada illa o illot tenint en compte el que l'envolta. Sembla molt similar la vegetació de dos punts propers en relació a dos punts més llunyans. Un exemple clar per a aquest tipus d'estudi seria l'Illa de Cabrera, una illa que rep propàguls de la zona Sud-Oest de Mallorca, però que a la vegada, rep (encara que en menor quantitat), propàguls de l'Illa d'Eivissa, ja que, gran quantitat d'espècies vegetals que trobem a Cabrera i al Sud-Oest de Mallorca, són de caràcter pitius. En el cas de les Columbretes, especials perquè van haver de ser poblades degut al seu origen volcànic i es troben en un punt entremig entre la Península i les Balears, la seva vegetació també presenta gran varietat d'espècies procedents de la zona Est de la Península Ibèrica, però també presenta espècies de les Illes Balears, arribant fins i tot a compartir endemismes. Les espècies més representatives en comú són: *Medicago citrina*, *Lobularia maritima*, *Pistacia lentiscus*, *Smilax asperoides* o *Daucus carota*.

Gràfiques

Utilitzant el full d'Excel d'informació biogeogràfica de cada illot es representen les correlacions a través de gràfics de dispersió (X,Y) que inclouen les diferents dades escollides per a determinar les característiques biogeogràfiques de cada illot. A la dreta podem observar 4 de les gràfiques principals de l'estudi així com una representació dels resultats obtinguts a l'Applet predictiu de biogeografia insular i l'anàlisi dels vectors que comuniquen els arxipèlags:

- **Àrea-Espècies (Fig. 7-8)** L'àrea i el número d'espècies estan directament correlacionats com predeia la hipòtesi inicial seguint el model de McArthur & Wilson, s'ha realitzat també una gràfica utilitzant el valor logarítmic per a obtenir una recta que representi linealment aquest creixement. El que s'observa en ambdós casos és un valor de R² superior a 0,85, el que dona una significança important a l'àrea com a principal factor de la biodiversitat vegetal.
- **Distància al continent-Rati (esp/àrea) (Fig. 9)** La distància al continent en canvi presenta una correlació inversa amb el nombre d'espècies, en aquest cas, el valor de R² és de 0,72, el que li dona un valor important però menor al de l'àrea.
- **Alçada màxima-Rati (esp/àrea) (Fig. 10)** Un valor extra estudiat és la importància de l'alçada màxima de l'illot. En aquest cas es veu també una correlació inversa encara que molt menor. Aquesta correlació pot estar condicionada sobretot per el vent i la manca d'espècies de caràcter arbori degut a la proximitat al mar.

Applet de Biogeografia insular

Hem utilitzat l'Applet per a crear hipòtesis de futur sobre la diversitat d'espècies de plantes dels illots estudiats (Fig. 16). El que hem observat és que la extinció és major als illots d'àrea més reduïda, ja que, les espècies presenten poblacions menys petites, dificultant així la fecundació, a més de la manca d'espai per a poder expandir el seu nínxol ecològic. En canvi en valors d'immigració, els illots més pròxims al continent, seran més fàcilment colonitzats per noves espècies. Hem utilitzat les dades obtingudes i les hem aplicat a l'Applet per a analitzar-ne els resultats, el que s'observa és que l'arxipèlag de les Illes Medes, al estar pròxim al continent i ser de menor reduïda, presenta un valor de S petit així com valors d'immigració i extinció després de 200 anys elevats. L'arxipèlag de les Illes Columbrets, és el més allat i els illots són de mida petita, per tant, observem un valor d'S encara més petit que a les Medes i valors d'extinció i immigració entremitjos. Finalment l'arxipèlag Balear, concretament l'Illa de Cabrera, observem un valor d'S molt elevat degut a la seva extensa àrea, fet que provoca que sigui nul·la la taxa d'extinció després de 200 anys. La taxa d'immigració també és nul·la degut a la distància significativa que hi ha entre la península i l'Illa de Cabrera.

Relació biològica entre els arxipèlags

Com es pot observar a les imatges de la dreta, els arxipèlags (sobretot el Balear i el de les Columbrets) es troben clarament comunicats per vectors, en aquest cas, aus en migració com la Pardela Balear o Cenicenta (*Puffinus mauretanicus*) (Fig. 12, 13) i el Falco d'Eleonor (*Falco eleonorae*) (Fig. 14, 15), ja que, ambdós espècies fan niu a zones rocoses dels illots. Les dues espècies vegetals principals que s'han estudiat són *Daucus carota* (Fig. 12) i *Lobularia maritima* (Fig. 11), degut a les seves característiques mediterrànies i a que es troben als 3 arxipèlags estudiats. El que s'ha observat és que aquestes dues espècies es troben en llocs aïllats, rocosos i prop del mar. Ambdues espècies presenten gran quantitat de subespècies que s'adapten a cadascun dels arxipèlags com ara *Lobularia maritima ssp. maritima* a les Balears i a les Medes i *Lobularia maritima ssp. columbretensis* a les Illes Columbrets. *Daucus carota* presenta tres subespècies pròpies de cadascun dels arxipèlags: *Daucus carota ssp. carota*, *majoricus* i *maximus* a les Balears, *Daucus carota ssp. hispanicus* a les Medes i *Daucus carota ssp. commutatus* a les Columbrets. Aquests canvis es deuen sobretot a que les Columbrets són un arxipèlag molt aïllat, amb illots molt petits i les plantes s'han d'adaptar a nous mètodes de pol·linització degut a la manca d'insectes (sobretot d'abelles).

Fig. 7 Gràfica que correlaciona l'àrea de l'illot amb el nombre total d'espècies vegetals presents. $y = 17,8338(\ln x) + 269,9$ $R^2 = 0,8603$

Fig. 8 Gràfica que representa la relació entre els valors logarítmics de l'àrea i el nombre d'espècies. $y = 0,295x + 2,364$ $R^2 = 0,8519$

Fig. 9 Gràfica de correlació inversa entre la distància al continent (Km) i el rati d'espècies per Km2. $y = -913,77(0,001x) + 316,5$ $R^2 = 0,7211$

Fig. 10 Gràfica que relaciona l'alçada i el rati d'espècies/àrea. $y = -917,39(\ln x) + 528,56$ $R^2 = 0,5088$

Fig. 11 *Lobularia maritima*. Fig. 12 *Daucus carota*

Fig. 12 Pardela Balear. Fig. 13 Seguiment de l'au

Fig. 14 Falco d'Eleonor. Fig. 15 Seguiment de l'au

Fig. 16 Model d'Applet predictiu, resultats per a t=200.

Estat actual i Discussió

Actualment els arxipèlags de les Illes Balears, les Illes Columbrets i les Illes Medes es troben protegits degut a la seva riquesa en quant a espècies animals i vegetals tant terrestres com sobretot marines. Dintre d'aquest rang de protecció cal destacar la Xarxa Natura 2000, el ZEPA, el LIC o el ZEC, així com els diferents plans de gestió proposats per cada Govern, en aquest cas, Govern Balear, Generalitat de Catalunya i la Generalitat Valenciana. En quant a discussió del treball, reforçar la importància d'un factor com és l'àrea de l'illot, que li confereix a aquest la quantitat de nínxols ecològics i nombre d'espècies que pot tenir en la seva superfície terrestre així com la seva conservació, ja que, aquest factor va molt lligat a les taxes d'extinció, que es de gran importància sobretot en els darrers anys. El que observem per tant és que cal realitzar una protecció i gestió total de les espècies de les Columbrets per intentar conservar-les degut al seu especial aïllament i àrea reduïda mentre que les Medes en canvi, al estar tan pròximes al continent, no presenten endemismes de tipus vegetal amb especial conservació. Actualment a les Illes Balears el nombre d'espècies vegetals protegides per la Xarxa Natura 2000 per perill directe d'extinció és de 18 espècies, que utilitzant el Bioatles, observem que es localitzen sobretot a zones aïllades com són els illots més petits o nínxols ecològics de difícil accés i per tant, fora de l'efecte antròpic, principal factor actual de desaparició d'espècies.

Bibliografia

Meaza, Guillermo, 2000, *Metodologia y práctica de la Biogeografía*, Ediciones del Serbal.
Colom Casanovas, Guillermo, 1978, *Biogeografía de las Illes Balears*, Instituto de estudios balearicos, consejo superior de investigaciones científicas, Palma de Mallorca.
H. McArthur, Robert, O. Wilson, Edward, 2001, *The theory of island biogeography*, Princeton landmarks in biology, Princeton and Oxford university press.
Caldusch i Almela, Manuel, 1992, *Plantes Vasculares del cuadrat UTM 31S CE01 Els columbrets "The columbert islands"*, ORCA, catalès florístics i locals, 4, Institut d'estudis catalans, secció de ciències biològiques, Barcelona.
Illes columbretes, contribució al estudio de su medio natural, 1991, Agencia de medi ambient, Generalitat Valenciana, Valencia.
Ros, J., Olivella, I. i Gill, JM., 1984, *Els sistemes naturals de les Illes Medes*, Institut d'estudis catalans. Barcelona.
<http://bioatles.caib.es/serprofront/>
http://www.ecologiaconnumeros.uab.es/Libre/AppletsLibre/11/Biogeografia/Applet_11_1/Biogeografia1.html