



Monteses, endotermos ya indicadores del cambéu global: los abeyones cantábricos

Por **José Ramón Obeso**

Catedráticu d'Ecología

Departamentu de Biología d' Organismos y Sistemes (Ecología)

Unidá Mesta de de Biodiversidá (UO-CSIC-PA)

Universidá d'Uviéu

ENTAMU

El cambéu global y en particular el cambéu climáticu reconócense como una de les mayores amenaces pa la riqueza biolóxica, incluyíos los insectos polinizadores que tán sufriendo un amenorgamientu a escala global (Goulson *et al.*, 2015; Kerr *et al.*, 2015). Ente los polinizadores, los abeyones tán menguando les sos poblaciones a escala global y tán produciéndose estinciones llocales y, por ello, son un grupu animal amañosu pa estudiar los efeutos d'esti cambéu global.

Los abeyones son les diferentes especies del xéneru *Bombus*, que pertenez a la familia Apidae, una de munches families d'himenópteros. En xeneral son de tamañu grande en rellación a otros abeyes, tienen el cuerpu arredondiáu y enllenu de pelos (*setae* llargues y ramificaes) que-yos da un aspeutu pelosu. Presenten delles carauterístiques que los faen perinteresantes dende munches perspeutives científiques.

Exemplar de Bombus sylvarum sacando néctar d'una flor de Sempervivum sp. En primer términu pue vese la llarga probóscide, como continuación de les pieces bucales, cola que ta succionando néctar.



ABAXO

Exemplar de *Bombus* sp. nuna flor de *Cirsium* sp. Pue apreciase l'alternancia de bandes negres y marielles con una banda acolorazada a lo cabero del abdome. Sobre'l protórax y les ales puen distingue granos de polen.

Son insectos con un ciclu vital asemeyáu a l'abeya del miel, namás que nesti casu les colonies son muncho menos abundoses, algamando como muncho unes poques docenes d'obreres enantes de la reproducción cabera de la colonia onde la reina produz reines y machos (bázcaraos). Delles especies nun constrúin colonies sinón que son parásites de crianza, invaden colonies d'otres especies, maten a la reina residente y queden cola colonia, ponen los sos güevos y les obreres trabayen pa criar la descendencia de la reina usurpadora. Estes especies parásites incluyense antes nel xéneru *Psithyrus* magar que de va pocos años p'acá inxértense tamién nel xéneru *Bombus*.

Tienen una coloración denomada aposemática, llamadera pa señalar la so potencial peli-

grosidá, que consiste en bandes onde suelen alternase diferentes combinaciones de colores, mariello, negro y colorao (Ver semeyes). Estes coloraciones de bandes marielles, negres y coloraes compártenles estremaos grupos animales alvirtiendo de la so peligrosidá a depredadores potenciales. Les reines y obreres de los abeyones puen picar si les fadien, y amás repitíes veгаes, yá que'l so aguiyón o oleru nun tien arpón y nun queda engancháu tres el primer picotazu como nel caso de l'abeya del miel. Les especies que viven nuna fastera xeográfica tienden a compartir estes bandes de señalización coloreada. Esti fenómenu conozse como mimetismu müllerianu, y supón una amplificación de la señal unviada a los potenciales depredadores, pero al empar fai práuticamente imposible determinar les especies per aciu de la coloración de les bandes que se circunscriben a unos pocos diseños compartíos por munches especies.

Otra carauterística mui reseñable ye'l fechu de que los abeyones, al igual qu'otros munchos insectos de tamañu grande, son a termorregulase. Pente medies de la contraición rápida de los sos músculos d'esnalíu (vibración o zumbíu) son a xubir la temperatura del tórax, de mou que cuando la temperatura ye baxo (< 10 °C) esti mecanismu fai que puedan aumentar la temperatura del tórax a más de 30° C y esnalar. Por tanto puen vivir en climes relativamente fríos y son carauterísticos, de fechu, de los sistemas de montes, onde amás tienen una ventaya sobre les abeyes melíferes que nun tienen esti mecanismu de termorregulación.

Los abeyones aliméntense de néctar y polen; el primeru úsenlo fundamentalmente los adultos como fonte d'enerxía y el segundu utilícenlo como alimentu les llarves por mor del so mayor conteníu en proteínes, necesaries pal xorrecimien-

tu. Esta xera como visitantes florales conviértelos en polinizadores, dando llugar a un mutualismu d'intercambéu d'un bien (polen o néctar) por un serviciu (tresporte de polen d'una planta a otra). El néctar suel sacase de nectarios que tán nel fondu de flores tubulares a los qu'acceden gracias a la so llarga probóscide (apéndiz del aparatu bucal güecu que dexa absorber llíquidos, (Ver semeya). Inda que'l llargor de la probóscide ye pervariable tanto ente especies como dentro de la mesma especie, en xeneral suelen ser más llargues que les d'otres abeyes colo que se convierten nos polinizadores más importantes de les flores entubaes de los climes fríos. Sicasí, magar d'esta especialización tamién son importantes polinizadores de colleches agrícolas con flores non entubaes (frutales, tomates, ...).

Hai unes 250 especies d'abeyones qu'orixinariamente son del hemisferiu Norte. Namás hai dalgunes especies en Sudamérica, mui poques nel trópicu y dalguna especie europea introducida en Nueva Zelanda y Tasmania. Magar que la rexón china de Sichuan-Gansu ye la más bayurosa con 70 especies, les fasteres con más diversidá nel vieyu mundu son los montes terciarios del sur del Paleárticu, que van del altiplanu tibetanu y L'Himalaya hasta Los Alpes (47 especies) y Los Pirineos (40 especies). El Cordal Cantábricu ye una proullongación d'esti sistema, con unes 24 especies. Otra banda rica n'especies ye la que va del Bálticu hasta Mongolia y nel Neárticu (Norteamérica), la mayor bayura d'especies ta en Los Montes Rocosos (hasta 31 especies).

LOS ABAYONES CANTÁBRICOS

Nel Cordal Cantábricu, como en munchos sistemas de clima frío de tol mundu, los abeyones conformen ún de los principales grupos

De les 79 especies reconocíes pal Paleárticu Occidental, describiéronse nel Cordal Cantábricu un total de 24, incluyendo dalgunes especies con pergraves problemes de conservación a nivel européu como ye'l casu de *Bombus cullumanus* [Nieto et al., 2014] Estudios de recién, sicasí, demostraron que los patrones de distribución de los abeyones na cordalera tán camudando, y que dalgunes d'elles [ente elles *B. cullumanus*] paecen desaniciaes rexonalmente

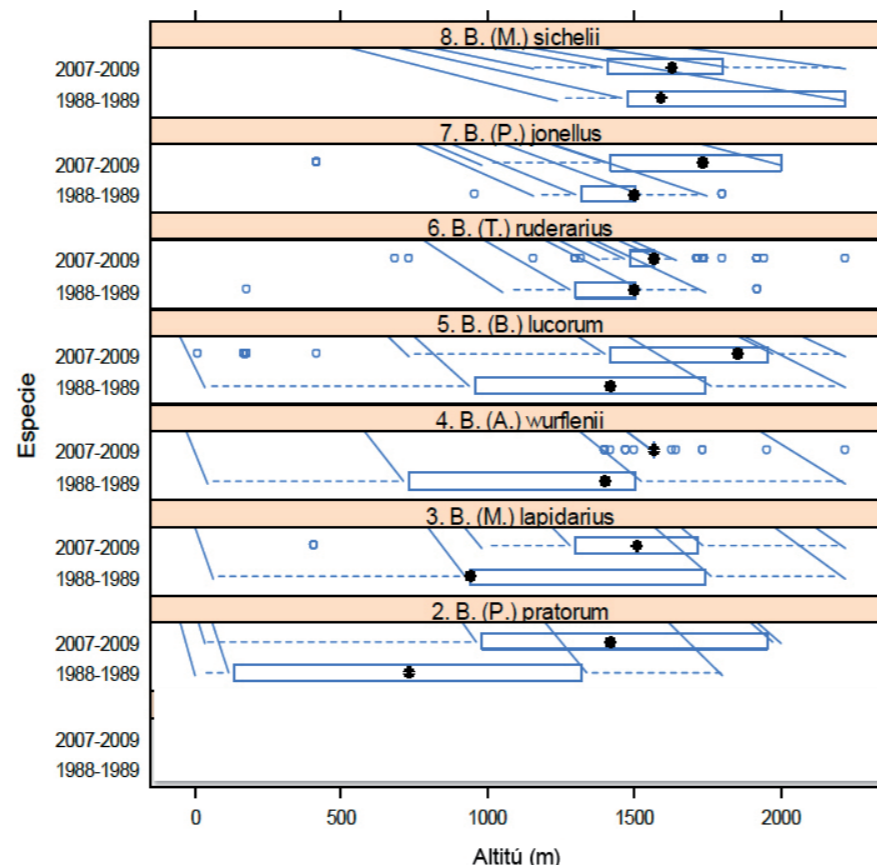
d'insectos polinizadores (Goulson, 2010). En gran midida, esto esplicase pol fechu de que, a diferencia d'otros grupos d'insectos más pequeños, son a autorregular la so temperatura corporal y, poro, capaces de soportar el clima frío que carauteriza a los sistemas montañosos (Goulson 2010) La bayura d'abeyones nel Cordal Cantábricu ye, de fechu, relativamente alta.

Asina, de les 79 especies reconocíes pal Paleárticu Occidental, según Rasmont *et al.* (2015), describiéronse na rexón un total de 24 especies, incluyendo dalgunes especies con pergraves problemes de conservación a nivel européu como ye'l casu de *Bombus cullumanus* (Nieto *et al.*, 2014) Estudios de recién, sicasí, demostraron que los patrones de distribución de los abeyones nel Cordal Cantábricu tán camudando, y que dalgunes de les especies (ente les que s'inxer *B. cullumanus*) paecen desaniciaes rexonalmente

DERECHA

Figura 1. Cambeos na distribución altitudinal d'estremaes especies ente'l periodu 1988-1989 y 2007-2009. Representase l'altitú media (puntu negru), los dos cuartiles centrales (rectángulu) y el rangu altitudinal (llinia de puntos). Preséntense namái aquelles especies que se desplazaron a mayor altitú de mou significativu, amosando a la derecha los diseños de bandes d'estes.

Los subxéneros (inicial mayúscula ente paréntesis), toos nel xéneru *Bombus* son: 8 y 3, M.= *Melanobombus*; 7 y 2, P.= *Pyrobombus*; 6, T.= *Thoracobombus*; 5, B.= *Bombus*; y 4, A.= *Alpigenobombus*.



(Ploquin *et al.*, 2013). Otra especie mui rara nel Cordal Cantábricu ye *B. gerstaeckeri*, que tien densidaes estremadamente baxes en tola fastera de la distribución de so que va de la Cantábrica a Los Alpes. Tien una probóscide particularmente llarga y apaez venceyáu a les flores d'acónitu (*Aconitum napelus*).

Pa investigar los camudamientos potenciales nos patrones de distribución de los abeyones nel Cordal Cantábricu como consecuencia del cambéu climáticu, Ploquin *et al.* (2013) fixeron comparanza de los patrones distribución y abundancia de les diferentes especies en 2007-09 cola información existente en 1988-89 (Obeso, 1992). Estos autores atoparon que la distribución de los abeyones nel Cordal Cantábricu dempués de dos décadas camudó de mou non aleatoriu. Asina, munches especies amosaron un incrementu na altitú media a la que s'atoparon nel segundu periodu (2007-09) en comparanza col primer periodu (1988-89). Amás, estos cambeos na altitú media foron principalmente por mor d'incrementos nes llendes baxeres de distribución (quedando les llendes cimeres práuticamente ensin cambeos), por tanto l'amplitú

del rangu de distribución altitudinal viose fuertemente menguada pa les más de les especies (Ploquin *et al.*, 2013). Per otru llau, los resultaos llograos amosaron que los eventos de desaniciu d'especies (estimaos como'l númberu d'especies presentes nel primer periodu y ausentes nel segundu) foron particularmente frecuentes n'altitúes baxes (0-900 m) y medies (900-1500 m), mientras que n'altitúes elevaes (>1500 m) predominaben los eventos de colonización (estimaos como'l númberu d'especies ausentes nel primer periodu y presentes nel segundu). Pyke *et al.* (2016) observaron tamién dalgunos desplazamientos n'altitú pa los abeyones de Los Montes Rocosos llueu d'observar los cambeos dempués de 33 años (1974-2007).

Si nos entrugamos qué especies son les que se desplazaron, hai que destacar que los abeyones xeneralistes dende un puntu de vista tróficu (consideraos asina por tener una probóscide de llargor curtiu o mediu: Goulson y Darvill, 2004) como por exemplu *B. terrestris*, volviéronse particularmente abundoses –sobre manera a altitúes medies y altes– en detrimentu d'especies más especialistes (aquelles que tienen una probóscide llarga) como ye'l casu de *B. sylvarum*; Ploquin *et al.*, 2013). En conxuntu, esti patrón non aleatoriu nos cambeos de distribución d'especies provocó una fuerte homoxeneización na comunidá d'abeyones a lo llargo del gradiente d'altitú, non solo dende un puntu de vista estructural (diversidá d'especies), sinón tamién dende un puntu de vista funcional (diversidá trófica). Les consecuencies d'esta homoxeneización biótica sobre la polinización de les plantes presentes na rexón tán, sicasí, lloñe de ser aclaraes.

Magar d'amosar una respuesta xeneralizada de la comunidá d'abeyones que consistió nun incrementu de l'altitú media d'apaición nel segundu periodu respetive al primeru, Ploquin *et al.* (2013) atoparon, sicasí, importantes diferencies

ente especies. Asina, non toles especies amosaron la mesma magnitú de respuesta y dalgunes, de fechu, amosaron una inesperada mengua na altitú media a la qu'apaecien nel segundu periodu con respeto del primeru. Exemplan d'esto último ye *B. hortorum* (Ploquin *et al.*, 2013). Estes pantes de respuesta suxeríen que, a pesar de que toles especies que componíen la comunidá taben merguyaes nun mesmu escenariu de cambéu climáticu, determinaos atributos o carauterístiques especie-específiques taben modulando la respuesta de caúna d'elles al camudamientu nes condiciones climátiques.

P'aclarar esta cuestión, Herrera *et al.* (2014) estudiaron la posibilidá de que les variaciones na magnitú y del signu de la respuesta de les especies foren por mor de diferencies na susceptibilidad al cambéu nes condiciones climátiques ente periodos.

La susceptibilidad de les diferentes especies estimóse considerando la influencia relativa de variables climátiques (temperatura y precipitación) y de paisaxe (importancia proporcional de praos, pastos, mates y viesques) sobre la so presencia y abundancia, en caún de los periodos d'estudiu. Usando esta aproximación, Herrera *et al.* (2014) atoparon tres grupos d'especies en función de les sos pantes de respuesta:

(1) Especies qu'amosaron un siguimientu de les condiciones climátiques independientemente de la estructura del paisaxe (exemplos d'ello fo-

La susceptibilidad de les diferentes especies al cambéu nes condiciones ambientales estimóse considerando la influencia relativa de variables climátiques [temperatura y precipitación] y de paisaxe [importancia proporcional de praos, pastos, mates y viesques] sobre la so presencia y abundancia, en caún de los dos periodos d'estudiu. Usando esta aproximación, Herrera *et al.* (2014) atoparon tres grupos d'especies en función de les sos pantes de respuesta



ARRIBA

Obrera de *Bombus* sp. recolectando polen nuna flor de *Sempervivum* sp. Pue apreciase l'alternancia de bandes coloreaes y la «cesta» del polen (superficie nidia de la tibia trasera con serdes llargues curvaes a mou de blimes) con una masa de polen que tresportará a la colonia.

DERECHA

Exemplar de *Bombus* del subxéneru *Bombus* (el final del abdome ye blancu y la primer banda del protórax, o collar, ye mariella y el restu del protórax negru), nel qu'hai tres especies: *B. (B.) terrestris*, *B. (B.) lucorum* y *B. (B.) magnus* que son práuticamente indistinguibles morfolóxicamente (especies críptiques o ximielgues) y la so determinación segura ha facese per aciu del análisis xenéticu.



ron *B. hortorum*, *B. lucorum*, *B. mesomelas*, *B. muscorum*, *B. pratorum* y *B. ruderarius*.

(2) Especies qu'amosaron un siguimientu de la estructura del paisaxe independientemente del clima de los llugares habitaos (*B. sichelii*, *B. soroeensis* y *B. wurflenii*).

(3) Especies que nun amosaron nengún patrón de respuesta al cambéu nin de variables climátiques nin de paisaxe (*B. terrestris*).

Enfrentando estos patrones de respuesta con aquellos atopaos por Ploquin *et al.* (2013), estos autores deduxeron qu'aquelles especies qu'amosaron un siguimientu de les condiciones climátiques (ello ye, aquelles que la importancia relativa de les variables climátiques nun camudó significativamente ente periodos) foron aquellos qu'amosaron

les respuestes más fuertes al cambéu nel clima rexonal (en términos de desplazamientos altitudinales), mientras qu'aquelles qu'amosaron un siguimientu de variables relacionaes cola estructura del paisaxe foron les qu'amosaron respuestes más leves o una baxada na altitú media ente periodos. Nesti sen, quedó demostrao que determinaos atributos propios de los abeyones como'l grau de dependencia d'un escenariu climáticu determináu, condicionen fuertemente la so capacidá (o necesidá) de respuesta al cambéu climáticu.

Quedaben inda por determinar, sicasí, los atributos funcionales que condicionen la diferente susceptibilidad al cambéu de les condiciones climátiques. De fechu, la nuesa conocencia de los rasgos ecolóxicos que determinen les respuestes al cambéu climáticu ye tovía mui superficial. P'allegase a esta cuestión, Herrera *et al.* (2018) esaminaron la rrellación qu'hai ente'l nichu climáticu de cada especie d'abeyón y el desplazamientu n'altitú observáu nel Cordal Cantábricu (Ploquin *et al.*, 2013). Como nichu climáticu utilizóse una combinación de variables de temperatura y precipitación nes qu'apaez cada especie a escala continental. Los resultaos alcontraron una fuerte asociación ente l'amplitú del nichu climáticu y la respuesta de les especies d'abeyones al aumentu de temperatura. Aquelles especies con nichos más amplios (pueden ocupar mayor diversidá de condiciones climátiques) foron les que sufrieron mayores desplazamientos altitudinales na so fastera de distribución cantábrica. Esto nun ye trivial darréu que nos indica que l'amplitú de nichu climáticu ye por tanto un rasgu que nos dexa predicir la respuesta de les especies al calecimientu global.

En resume, la distribución xeográfica de los abeyones cantábricos ta moviéndose a mayores altitúes nel Cordal Cantábricu en términos xenerales. Pero non toles especies respuesten cola mesma pauta: los nichos tróficos y climáticos determinen les pautes de respuesta. Les especies que son especialistas trófiques y climáticos (nichos más restrinxíos) tienen menos capacidá pa responder siguiendo les nueves condiciones climátiques. Esta asociación ente rasgos específicos y respuesta al cambéu climáticu conviértelos n'organismos modelu pal siguimientu d'estos procesos.

Referencies bibliográfiques

- GOULSON, D. (2010).- *Bumblebees: behaviour, ecology and conservation*. Oxford University Press, Oxford, Reinu Xuníu.
- GOULSON, D., DARVILL, B. (2004).- Niche overlap and diet breadth in bumblebees; are rare species more specialized in their choice of flowers? *Apidologie* 35:55–63.
- GOULSON, D., E. NICHOLLS, C. BOTÍAS & E.L. ROTHERAY (2015).- Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides, and lack of flowers. *Science* 347: 1435.
- HERRERA, J.M., E.F. PLOQUIN, J. RODRÍGUEZ-PÉREZ & J.R. OBESO (2014).- Determining hábitat suitability for bumblebees in a mountain system: a baseline approach for testing the impact of climate change on species presence and abundance. *Journal of Biogeography* 41: 700-712.
- HERRERA J.M., E.F. PLOQUIN, P. RASMONT & J.R. OBESO (2018).- Climatic niche breadth determines the response of bumblebees (*Bombus* spp.) to climate warming in mountain areas of the Northern Iberian peninsula. *Journal of Insect Conservation* 22: 771-779.
- KERR, J.T., P. GALPERN, L. PACKER, S.G. POTTS, S.M. ROBERTS, P. RASMONT, O. SCHWEIGER, S.R. COLLA, L.L. RICHARDSON, D.L. WAGNER, L.F. GALL, D.S. SIKES & A. PANTOJA (2015).- Climate change impacts on bumblebee converge across continents. *Science* 349: 177-180.
- NIETO, A., S.P.M. ROBERTS, J., KEMP, P. RASMONT, M. KUHLMANN, M. GARCÍA CRIADO, J.C. BIESMEIJER, P. BOGUSCH, H.H. DATHE, P. DE LA RÚA, T. DE MEULEMEESTER, M. DEHON, A. DEWULF, F.J. ORTIZ-SÁNCHEZ, P. LHOMME, A. PAULY, S.G. POTTS, C. PRAZ, M. QUARANTA, V.G. RADCHENKO, E. SCHEUCHL, J. SMIT, J. STRAKA, M. TERZO, B. TOMOZII, J. WINDOW & D. MICHEZ, D. (2014).- *European Red List of bees*. Luxembourg: Publication Office of the European Union.
- OBESO, J.R. (1992).- Geographic distributions and community structure of Bumblebees in Northern Iberian Peninsula. *Oecologia* 89: 244-252.
- PLOQUIN, E.F., J.M. HERRERA & J.R. OBESO (2013).- Bumblebee community homogenization after uphill shifts in montane areas of northern Spain. *Oecologia* 173: 1649–1660.
- PYKE, G. H., J.D. THOMSON, D.W. INOUE, & T.J. MILLER (2016).- Effects of climate change on phenologies and distributions of bumble bees and the plants they visit. *Ecosphere* 7(3):e01267.
- RASMONT, P., M. FRANZÉN, T. LECOCQ, A. HARPKE, S.P.M. ROBERTS, J.C., BIESMEIJER, L. CASTRO, B. CEDERBERG, L. DVORÁK, Ú FITZPATRICK, Y. GONSETH, E. HAUBRUGE, G. MAHÉ, A. MANINO, D. MICHEZ, J., NEUMAYER, F. ØDEGAARD, J. PAUKKUNEN, T. PAWLIKOWSKI, S.G. POTTS, M. REEMER, J. SETTELE, J. STRAKA, & O. SCHWEIGER, O. (2015).- Climatic risk and distribution atlas of European bumblebees. *Biorisk* 10 (Special Issue), 246 páxs.