

ANÁLISE DA SITUACIÓN E PROPOSTAS PARA A CONSERVACIÓN DOS INSECTOS



SEN INSECTOS NON HAI VIDA



Autoría:

Concepción Ornosa. Universidad Complutense de Madrid .

Ana Tello. Universidad Complutense de Madrid .

Daniel Romero. Universidad Complutense de Madrid.

Portada, diseño e maquetación: Andrés Espinosa

Fotografías: Concepción Ornosa y José María Hernández

Traducción e maquetación ao galego: Xosé Ramón Reigada, Nancy Blanco y David Martínez

Edición: Ecologistas en Acción.

C/Peñuelas 12,Bajo 28005 Madrid • Tel: 915312739 • www.ecologistasenaccion.org

Enero 2021

Ecologistas en Acción agradece a reproducción e divulgación dos contidos desta publicación sempre que se cite a fonte.

Esta publicación está baixo unha licenza Reconocimiento-No comercial-Compartir baixo a mesma licenza 3.0 España de Creative Commons. Para ver unha copia desta licenza, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/es/>



Este libro está bajo una licencia Reconocimiento-No comercial-Compartir bajo la misma licencia 3.0 España de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/es/>

Índice

IMPORTANCIA ECOLÓXICA	5
IMPORTANCIA ECONÓMICA	7
SAÚDE E CULTURA	10
AMEAZAS	13
INTRODUCIÓNS E ESPECIES INVASORAS	16
CONSERVACIÓN	17
PROPOSTAS	19
ALGUNHAS PÁGINAS WEB ÚTILES	26
Deixar zonas silvestres en parques e xardíns (públicos ou privados).	26
Campañas de Ciencia Ciudadá	26
Promover a creación de Reservas Entomolóxicas	26
REFERENCIAS	27

C

alcúlase que existen no mundo un millón e medio de especies animais, das que os artrópodos representan o 86% da biodiversidade. Aredor dun millón de especies son de insectos, unhas 100.000 de arácnidos, 11.500 de miriápodos e unhas 47.000 de crustáceos. Mais seguramente existen moitos más insectos, dos que se coida que quedan uns 30 millóns de especies máis por descubrir, xa que son o grupo máis diverso e abundoso de seres vivos do planeta. É exemplo, de cada tres especies de animais dou son insectos e considerouse que por cada persoa existen 300 millóns de individuos destos animais. Ademais, colonizaron todos os medios, aéreo, terrestre e acuático e, excepto no medio marino, onde só se atopan unhas poucas especies, e as zonas extremas polares, os insectos chegan a grandes altitudes e a profundidades do medio edáfico e cavernícola, e repártense, desde o Ecuador, ao Iango de todas as latitudes d planeta.

En termos económicos, o seu valor é altísimo. Por exemplo, de cada euro que produce un cultivo de mazá, uns 92 céntimos (mesmo o seu total) proceden do servizo de polinización por insectos, entre 80 e 99 céntimos en arandos, 78 céntimos no kiwi e case 50 céntimos no amorodo (Losey & Vaughan, 2006; Miñarro et al., 2018) e suponen 2.400 millóns de euros de valor asociado á agricultura española (FAO, 2016). Doutra banda, de acordo coa FAO (2013), a inxesta de insectos complementa a dieta de aproximadamente 2.000 millóns de persoas e trátase este de un hábito que sempre estivo presente na conduta alimentaria dos seres humanos. En Papúa, Nova Guinea, a

bolboretas son un recurso incluído na súa Constitución, co que comercian e ao que protexen, xa que lles produce altos beneficios económicos.

Vistas tales cifras, áinda que só medíse en número de especies e de individuos, xa podería inducirse que os insectos xogan un extraordinario e valioso papel nas nosas vidas e que desempeñan roles clave na polinización, na degradación de residuos, no ciclo de nutrientes, nas cadeas alimenticias das aves e outros insectívoros, que son un dos piares dos nosos ecosistemas e bioindicadores de calidade, así como que nos proporcionan alimentos e outros produtos non alimentarios como biocombustibles ou fibras e son símbolos de identidade e patrimonio cultural e natural. Pero este papel, e os seus moitos outros servizos, é tan xeralmente descoñecido, infravalorado e menos-prezado como indubidablemente é insustituíble. Curiosamente, a percepción negativa que a sociedade ten destes seres éinxusta e errónea, porque non son máis dun 2% os insectos prexudiciais.

A Península Ibérica pola súa situación xeográfica, o seu carácter peninsular e as súas viciñanças bioxeográficas é un dos territorios con maior diversidade de artrópodos de Europa e unha das zonas más ricas en insectos, áinda que se descoñece o estado de conservación de gran parte desta fauna, unha demanda histórica da sociedade científica que segue sen cubrirse na actualidade, mesmo en grupos de alta utilidade como os insectos polinizadores, os insectos edáficos ou os insectos saproxílicos (Stefanescu et al., 2018; Ramírez-Hernández et al., 2015; Traballo Colaborativo, 2019).

IMPORTANCIA ECOLÓXICA

A importancia da polinización por insectos materialízase ao considerar que estas especies son altamente variadas e que esa diversidade é o seu valor esencial (Stephanescu et ao., 2018; Ortiz-Sánchez et ao., 2018). Por exemplo, as abellas silvestres (a maioría das 1.100 especies ibéricas ou das 17.000 que existen no mundo) xogan un papel polinizador moito maior que o que tradicionalmente se lles asignou (Winfree et ao. 2008; Breeze et ao. 2011; Garibaldi et ao. 2013; Ollerton et ao., 2014; Rodrigo et ao., 2016; Ortiz-Sánchez et ao., 2018) e moitas delas son más eficientes polinizadoras que as especies domésticas, como a abella do mel, *Apis mellifera Linnaeus, 1758*. O seu déficit podería provocar graves consecuencias sobre a biodiversidade global, polo que é moi importante que a sociedade, a todos os niveis, coñeza que os insectos polinizadores compleméntanse mellorando o seu papel ecosistémico e a produción agrícola (Gallai et ao., 2009; Garratt et ao., 2014, Miñarro et ao., 2018, Rodrigo et ao., 2016; Traballo Colaborativo, 2019; Azpiazu et ao., 2020; MITECO, 2020). Os polinizadores, entón, xogan un papel esencial en axudar a alimentar de maneira sostenible a unha crecente poboación mundial e axudan a manter a biodiversidade e os ecosistemas silvestres (FAO, 2016, 2018; MITECO, 2020). Contribúen á construcción de medios resilientes, así como á creación de novos postos de traballo para os pequenos agricultores en particular, satisfacendo a progresiva demanda de alimentos sans e nutritivos e doutros produtos non alimentarios (FAO, 2018; Aguilera et ao., 2021).

Os insectos saproxílicos, como o son numerosos escaravellos (Coleoptera) e sírfidos (Diptera), son organismos que, polo menos durante unha parte do seu ciclo biolóxico (normalmente as formas xuvenís), dependen da madeira viva ou morta das árbores, así como de restos de madeira caída no chan, ou ben do material en descomposición asociado ás partes leñosas das árbores (Ramírez-

Hernández et ao., 2015; Micó et ao., 2021). Estes grupos de insectos son un importante compoñente da biodiversidade dos bosques (Micó et ao., 2021) e están estreitamente relacionados cos numerosos microhabitatats ofrecidos polas árbores, tales como a cortiza, a seivia, os oscos, as acumulacións de auga ou de materia orgánica, etc., mostrando en ocasións gran especificidade (Ramírez-Hernández et ao., 2015). Atendendo ao réxime alimenticio, poden agruparse en distintos gremios tróficos como xilófagos (madeira), saprófagos ou detritívoros (detritos, materia orgánica), micetófagos (fungos), comensais e depredadores (Ramírez-Hernández et ao., 2015) e isto confírelles o seu papel clave nestes ecosistemas forestais, xa que interveñen nos procesos de descomposición da madeira, provocando cambios fisicoquímicos nos microhabitatats onde viven, e contribúen activamente no ciclo de nutrientes do bosque (Ramírez-Hernández et ao., 2015; Micó et ao., 2021).

Doutra banda, o chan é un frutífero ecosistema. É un recurso non renovable e indispensable para a vida humana, habitado por unha rica e diversa fauna edáfica na que os artrópodos (microartrópodos) xogan un papel esencial nos procesos da súa formación, descomposición da materia orgánica e a reciclaxe de nutrientes, e constitúen o seu maior parte (Alvarado & Selga, 1961). Estes grupos de artrópodos edáficos son dependentes de factores bióticos e abióticos e sensibles ás perturbacións naturais e antrópicas do medio, que provocan cambios na súa composición específica e a súa abundancia, e ocasionan a perda de especies e da súa diversidade, coa consecuente diminución da estabilidade e a fertilidade desta contorna tan vulnerable (Alvarado & Selga, 1961; Villani et ao., 1999; Socarrás, 2013). Os grupos detritívoros, como se mencionaba anteriormente, son aqueles que se alimentan de materia orgánica (saprófagos) e constitúen a base da fauna do chan, grupos entre



os que, con gran abundancia, áchanse os colémbolos (*Collembola*) e certos ácaros (*Acari*, *Oribatida*), que fragmentan a materia vexetal e fana accesible a outros descompoñedores, proceso esencial leste para o ciclo da vida do planeta. É dicir, realizan unha eficaz degradación da materia orgánica, grazas ao fraccionamento e a trituración dos restos vexetais e á formación de substancias húmicas, favorecendo a dispoñibilidade dos nutrientes. Estes seres, ademais, serven de alimento a depredadores (ácaros gamásidos, outros arácnidos, certos miriápodos, algúns insectos, etc.), que tamén nestas comunidades edáficas existen nas cadeas tróficas, como no resto dos ecosistemas mundiais.

Os insectos en xeral e a entomofauna edáfica en particular son moi adecuados para monitorar os cambios na paisaxe pola súa abundancia, riqueza de especies e importancia no funcionamento dos ecosistemas naturais. O chan é receptor das augas pluviais e da rega, e nel depositanse os produtos fitosanitarios, fertilizantes e variados biocidas usados na agricultura, contornas urbanas e campos de golf, por exemplo.

A utilidade da estrutura da comunidade de artrópodos edáficos como bioindicadores da calidad dos chans é amplamente coñecida e a medida da súa abundancia e diversidade, común nos estudos estruturais e de contaminación (Nummelin et al., 2007). É o caso dos xa mencionados ácaros oribátidos (son arácnidos e por tanto non insectos) e o dos colémbolos, cunha longa historia na medida da biodiversidade de chans agrícolas e forestais (Gulvik, 2007; Behan-Pelletier, 2003) e mesmo, con estes últimos, chegouse a definir un algoritmo para ser usado como unha ferramenta útil de vixilancia da biodiversidade de chans alterados (Caruso et al.,

2007). Os oribátidos tamén son amplamente utilizados para estudar a contaminación por metais pesados e outros elementos nos chans forestais (Ivan & Vasiliu, 2009) e as formigas (*Hymenoptera*) foron un grupo pioneiro, obxecto deste coñecemento, como bioindicadores de avaliación de sistemas ecolóxicos terrestres ou de #estrés en medios naturais (Agosti et al., 2000).

*Os insectos tamén xogan un rol moi notable nos medios dulceacuícolas. O crecente incremento das alteracións dos cursos de auga e a sensibilidade a este problema por parte dos organismos competentes han feito que en todos os países desenvolvidos pónanse en marcha programas de control e vixilancia da calidad das augas, para o que se utilizan os insectos dulceacuícolas como bioindicadores da calidad de ríos, arroios, lagos e outros medios, ao ser sensibles en distinto grao á alteración de tales ecosistemas (Alba-Tecedor & Sánchez-Ortega, 1988; Alba-Tecedor, 1996). De modo que as especies intolerantes fronte á alteración desaparecen, ou diminúen os seus efectivos, mentres que as tolerantes ou «oportunistas» incremántanos. Algúns destes grupos pasan todo, ou case todo, o seu ciclo de vida na auga, como as chinhas acuáticas ou costureiras (*Heteroptera*) e escaravellos (*Coleoptera*), mentres que outros, como as libeliñas (*Odonata*), as efémeras (*Ephemeroptera*), as pérolas (*Plecoptera*), as frigáneas (*Trichoptera*) ou os mosquitos e tabaos (*Diptera*), teñen adultos terrestres. Todos eles repártense nos distintos medios ecolóxicos acuáticos en función das súas adaptacións e dos seus requerimentos (Alba-Tecedor & Sánchez-Ortega, 1988; Alba-Tecedor, 1996).*

IMPORTANCIA ECONÓMICA

Á inindubidable e incalculable importancia ecosistémica dos insectos únese a importancia económica, social e cultural que pousen.

Por exemplo, varias especies de escaravellos, moscas, chinches e avésporas poden empregarse como controladores biolóxicos fronte a pragas, evitando, por tanto, os efectos contaminantes dos insecticidas químicos ao uso. Ao redor do 90% das especies fitófagas, que atacan aos cultivos, son consumidas ou atacadas en fase de ovo ou en fase xuvenil por depredadores, parasitos ou parasitoides que, na súa maioría, son insectos (Beitia et ao., 2003; Nicholls, 2008; Wyckhuys et ao., 2013). Entre os depredadores más comúns atopanse representantes de distintas ordes e das familias: Anthocoridae, Pentatomidae, Reduviidae, (Heteroptera), Carabidae, Coccinellidae, Staphylinidae (Coleoptera), Chrysopidae (Neuroptera), Cecidomyidae, Syrphidae, Sciomyzidae (Diptera) e Formicidae (Hymenoptera) (Nicholls, 2008). Por exemplo, as babosas e os carafio son atacados por moscas da familia Sciomyzidae (cuxas larvas atopan e matan un ou varios carafio durante o seu desenvolvemento) e por algúns escaravellos da familia Carabidae. Os insectos depredadores atopanse en case todos os hábitats agrícolas e naturais e aliméntanse de todos os estados da presa: ovos, larvas (ou ninfas), pupas e adultos, aos que matan ou inhabilitan de inmediato (Nicholls, 2008). Entre eles, o grupo máis importante son os Coccinellidae (Coleoptera), coñecidos vulgarmente como xaoniñas. Sábese que controlan tanto as pragas exóticas como as nativas e son depredadores xeneralistas e voraces que se distribúen por todo o mundo. Por exemplo, as larvas da xaoiñas de sete puntos, *Coccinella septempunctata* (Linnaeus, 1758) consomen de 200 a 300 pulgóns (Homoptera) por día e os adultos máis de 100 (Harmon et ao., 2007; Nicholls, 2008). Ademais, vale a pena mencionar ás arañas (Araneae), que, aínda que non son insectos, xogan un papel moi importante ao ser

case todas depredadoras (Foelix, 1982).

Os insectos parasitoides son na súa maioría avespas (Hymenoptera) (Pennacchio & Strand, 2006; Nicholls, 2008; Ferracini et ao., 2019; Nieves-Aldrey, et ao., 2019), aínda que tamén existen moscas parasitoides (Diptera), unhas poucas especies de escaravellos (Coleoptera), avelaíñas (Lepidoptera), Neurópteros (Neuroptera) e mesmo se describiu algunha especie de tricóptero (Trichoptera) parasitoide e poden considerarse os inimigos naturais dominantes e más efectivos dalgúns insectos infesta. Os parasitoides, entón, matan os insectos infesta de forma lenta: algúns hospedadores son paralizados, mentres que outros continúan alimentándose e poñendo ovos antes de sucumbir (Nicholls, 2008).

Unha praga endémica, nas áreas froítícolas españolas das zonas mediterráneas, é *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824), coñecida vulgarmente como a mosca da froita, cuxos ataques xeraron un incremento significativo de perdas directas nos últimos anos, a pesar das actividades permanentes de control. Os adultos son atraídos por árbores como nísperos, albaricoqueiros, pexegueiros, nectarinos, figueiras, caquis e outros froiteiros, mais destacan as súas cuantiosas perdidas económicas en cítricos, en cuxo interior se desenvolven as súas larvas (Beitia et ao., 2003). Levouse a cabo un amplo repertorio de métodos tradicionais e biotecnológicos para o seu control con pouco éxito, polo que se expuxo, xa hai tempo, o control biolóxico por medio de inimigos naturais (Beitia et ao., 2003). O primeiro intento data do ano 1902 en Australia, con especies foráneas de parasitoides (Headrick e Goeden, 1996) e, en España, comezouse en 1930, en Valencia. Utilizáronse, entre outras, distintas

especies de Himenópteros das familias Braconidae (superfamilia Ichneumonoidea), Eulophidae (superfamilia Chalcidoidea) (Beitia et al., 2003; Beitia et al. 2011) e Figitidae (superfamilia Cynipoidea) (De Pedro et al., 2013).

Como un exemplo ilustrativo de loita biolóxica (O MUNDO, 12 de marzo de 2020, Viticultura sa: con insectos!), na Rioxa Alta comezáronse a instalar, nos seus viñedos, albergues para insectos e arácnidos beneficiosos, "para dar acubillo a esa microfauna aliada, que axuda a unha defensa fitosanitaria moi selectiva, moi respectuosa co medio ambiente e para incrementar a biodiversidade dos viñedos", valorando que "hai especies, como as xaoniñas que son indicadoras dunha boa calidade ambiental nas viñas e débense preservar asegurando a súa proliferación xa que, sobre todo no seu estado xuvenil de larva, depredan con voracidade extrema pulgóns, cochonillas e ácaros, a maioría deles prexudiciais para o viñedo e para outros cultivos" (Roberto Frías, director da Sección Agrícola da Rioxa Alta). Outras especies interesantes que se están favorecendo son "as forcadelas, as crisopas, certas avespínas e arácnidos, que poden depredar sobre artrópodos praga como os trips, os ácaros, a avelaíña do acio e o piral da vide. Todas as especies favorecidas son consideradas como auténticos insecticidas biolóxicos que axudan a continuar limitando ao máximo o uso de produtos químicos, un dos grandes obxectivos a conseguir".

De maneira similar, os beneficios dos cultivos mundiais que dependen directamente dos polinizadores áchanse entre 235.000 e 577.000 millóns de dólares ao ano e a súa cantidade vai en aumento (FAO, 2018). O volume da agricultura, cuxa produción é dependente dos polinizadores, aumentou nun 300% nos últimos 50 anos (FAO, 2018), polinizan máis do 80% dos cultivos e plantas silvestres e, no ámbito da agricultura española, estímase que o 70% dos principais cultivos para consumo directo humano dependen en maior ou menor medida da polinización por insectos.

Desde outra perspectiva, os insectos son unha boa fonte de alimento, a evidencia do seu consumo por parte dos humanos pódese observar a través dos testemuños atopados xa desde a literatura bíblica (Van Fuxides et al., 2013), pinturas rupestres, esculturas, tótems ou deidades que sobreviviron ata aos nosos días (Ramos- Elorduy 2009). Esta práctica ten lugar en moitos países de todo o mundo, pero principalmente en rexións de Asia, África e América Latina e a FAO leva propoñendo, desde hai anos, programas de alimentación a base de insectos como unha fonte de proteínas excelente



e barata para o consumo mundial (FAO, 2013). Frente a un 25-50% de proteínas que ten a carne de gando doméstico, os insectos conteñen ata un 75% e más facilmente dixerible (FAO, 2013). Con todo, ata hai pouco a entomofaxia non captara a atención dos medios de comunicación, as institucións de investigación, os chefs e outros membros da industria alimentaria, á parte de lexisladores e demais organismos que se ocupan da alimentación humana e animal. O Programa de Insectos Comestibles da FAO tamén analiza as posibilidades que brindan os arácnidos (arañas e alacráns, por exemplo) en relación cos alimentos e pensos (FAO, 2013).

De calquera modo, rexistráronse ao redor de 1.900 especies que se consomen en 113 países (Mitsuhashi, 2008), a maioría delas en países tropicais. Segundo os datos dispoñibles, os insectos máis consumidos son os escaravellos (Coleoptera) (31%), as eirugas de bolboreta (Lepidoptera) (18%) e as abellas, avespuras e formigas (Hymenoptera) (14%). Séguenlle os saltóns, as lagostas e os grilos (Orthoptera) (13%), as chicharras, os fulgoromorfos e saltafollas, as cochinillas (Homoptera) e as chinchas (Heteroptera) (10%), as couzas (Blattodea, Isoptera) (3%), as libeliñas (Odonata) (3%), as moscas (Diptera) (2%) e outras ordes (5%) (Halloran & Vantomme, 2013). Os Lepidópteros e Himenópteros consómense principalmente nas súas etapas larvarias ou pupales. Os Coleópteros son consumidos tanto como larvas como de adultos, mentres que os Ortópteros, Homópteros, Isópteros e Heterópteros cómense principalmente na etapa madura (Ceritos, 2009). Algunhas especies de grilos e saltóns teñen unha eficiencia na conversión de vexetais en proteínas cinco veces superior ao gando bovino (Bizé, 1997).

Este uso dos insectos, tanto como para alimento como para a fabricación de pensos para gañado, presenta un gran número de beneficios de carácter ambiental, sanitario e para os medios social e de vida, xa que poden procesarse para converterse en alimento, tanto humano como animal, con relativa

facilidade (Halloran & Vantomme, 2013; Van Fuxides et ao., 2013; Aguilera et ao., 2021). En canto ás vantaxes ambientais, os insectos son moi eficientes na transformación nutricional: mentres que o gando require 8 kg de alimento para producir 1 kg de aumento de peso corporal, más ou menos, os insectos poden converter 2 kg de alimento en 1 kg de masa. E en canto aos gases de efecto invernadoiro, os insectos producen entre 10 e 100 veces menos, por quilo de peso, que os producidos polo gando (Oonincx et ao., 2010; FAO, 2013). Ademais, estes animais poden alimentarse de residuos biolóxicos e transformalos en proteínas de alta calidade que á súa vez poden utilizarse como pensos: en México utilizan diversos tipos de insectos para reciclar lixo (FAO, 2013). A empresa Shandong Qiaobin Agricultural Technology Company ten varias granxas de cascudas en China. Cada unha destas granxas procesa, diariamente, 50 toneladas de residuos orgánicos e as cascudas son, posteriormente, transformadas en penso para gañado. En España, a empresa Entomo Agroindustrial traballa cun Díptero, a mosca soldado negra (Hermetia illucens Linnaeus, 1758), para obter uns resultados similares. E más aínda, os insectos posúen unha vantaxe engadida, xa que utilizan moita menos cantidade de auga en comparación co gando convencional. A súa cría, por tanto, depende menos da Terra (Halloran & Vantomme, 2013; Van Fuxides et ao., 2013), de modo que, en xeral, pódese afirmar que a pegada ecolólica dos insectos é a décima parte da do gando, a igualdade de peso de producto (Van Fuxides et ao. 2013).

E, ademais, noutra orde de cousas, algúns insectos ofrecennos tamén os seus produtos e elaboran o mel, o pole, a cera, os propóleos e a xelea real ou xeran a seda, as lacas, o vermello carmín ou os taninos, con grandes aplicacións alimentarias e industriais (Van Fuxides et ao., 2013).

SAÚDE E CULTURA

En canto aos beneficios para a saúde, como se sinalou anteriormente, os insectos proporcionan nutrientes e proteínas de alta calidad en comparación coa carne e o peixe e, por iso, valórase moi positivamente a opción dos insectos como fonte importante de proteínas para alimentar á Humanidade, idea que, por outra banda, non deixa de crecer (Halloran & Vantomme, 2013; Van Fuxides et ao., 2013; FAO 2013).

Doutra banda, os insectos expoñen un risco reducido cando actúan como vectores de transmisión de enfermidades zoonóticas (Peribáñez et ao., 1997), algunas recentemente coñecidas polo groso da sociedade, como o dengue, o chikungunya ou o zika, cuxos axentes patóXenos son transmitidos por Dipteros do xénero *Aedes* Meigen 1818, como o mosquito tigre, *Aedes albopictus* Skuse 1895, ou as tripanosomiasis transmitidas pola mosca tse- tsé (xénero *Glossina* Wiedemann, 1830) (Peribáñez et ao., 1997; Ryan et ao., 2018). Pero as molestias que poden ocasionar algunas especies de insectos que “pican” son normalmente de transcendencia menor, salvo excepcións, como os casos dos procesos alérxicos, e non xustifican nin o temor que espertan, nin o matar sistematicamente os insectos, polo mero feito de existir ou cruzarse no noso camiño.

En relación cos beneficios para o medio social e os medios de vida, hai destacar que a súa cría e recolección poden ofrecer importantes estratexias de diversificación e xerar oportunidades empresariais nas economías desenvolvidas, en fase de transición e de desenvolvemento. A maior parte da recolección de insectos prodúcese a través da recolección silvestre. Con todo, está a ampliarse a cría a gran escala para aumentar a súa oferta e evitar poñer en perigo ás poboacións de insectos silvestres para fins variados (Halloran & Vantomme, 2013; Van Fuxides et ao., 2013).

Por outra banda, os insectos tamén inspiraron a tecnoloxía e métodos de enxeñería, como, por exemplo, as lombas de couzas e a súa complicada rede de túneles e sistemas de ventilación (Pennisi, 2020), que serven como modelos útiles para construír edificios nos que a calidade do aire, a temperatura e a humidade pódese regular de maneira eficiente (Turner & Soar, 2008) ou a seda (de arañas, de insectos e doutros artrópodos) que recibe gran interese e sofre constantes intentos de imitación para determinar a súa composición química e estrutura, polas súas versátils propiedades mecánicas para a súa aplicación en enxeñería, na industria de tecidos e en materiais médicos.

Tamén debemos aos insectos o seu uso na medicina tradicional, como remedio na loita contra numerosas afeccións, que se practicaba desde o Antigo Exipto ou a época prehispánica en América ou en Europa e Asia (Whitaker et ao., 2007; Monserrat, 2013, 2014, 2016). En México, culturas como a Nahua, Zapoteca, Mixteca e Maya utilizaban aos insectos como alivio en enfermidades respiratorias, óseas, nerviosas e circulatorias, ademais de darles un uso como bactericidas, anestésicos e tónicos (Whitaker et ao., 2007; Monserrat, 2013, 2014). As larvas dalgunhas especies de moscas necrófagas (que se alimentan de tecidos mortos) aplicábanse sobre feridas e chagas para limpá-las e facilitar a cicatrización ou se usaban formigas con fortes mandíbulas para suturalas (Whitaker et ao., 2007). A cantaridina, un composto químico producido por un escaravello da familia Meloidae, *Lytta vesicatoria* Linnaeus, 1758, recomendábase en medicina, desde Grecia e Roma, como vesicante para o tratamento de ulceracións da pel, contra a alopecia, contra a incontinencia urinaria e como diurético, producindo priapismo como efecto secundario, o que a converteu durante séculos



no afrodisíaco mais empregado (Monserrat, 2013, 2014, 2016). Desde 1998, la FDA (*Food and Drug Administration*) reincluíu á cantaridina entre as terapias dermatolóxicas aplicables en consulta para a eliminación de verrugas (Li *et al.*, 2010; Kim *et al.*, 2013).

Debe aclararse, con todo, que as aplicacións médicas que, mesmo hoxe en día, adxudícanse aos insectos ou aos seus produtos, na cultura popular ou nas medicinas alternativas, carecen do suficiente rigor e das evidencias e apoio científico

necesarios que as apoie. Poden servir de exemplo os moi coñecidos supostos beneficios para o sistema inmune (e outros de maior calado) que se lle adxudican ao mel ou á xelea real, pero que carecen de absoluta verosimilitude e non están probados científicamente, como sentencia a Autoridade Europea de Seguridade Alimentaria (EFSA, 2010, 2011). Este tipo de produtos si son de valor nutricional na alimentación humana polo seu alto contido en azucres sinxelos, no caso do mel, ou polo seu contido en proteínas, en aminoácidos esenciais ou en certas vitaminas, entre

outros, na xalea real, mais non existe fundamento científico para adxudicarles outras propiedades non demostradas de aplicación médica o sanitaria.

Os insectos, así mesmo, xogan un papel esencial tamén no procesado de distintos tipos de materia orgánica, entre a que se atopan os restos vexetais e animais, incluídos os cadáveres, sen o cal as cadeas tróficas, as pirámides ecológicas e a vida en xeral no planeta veríanse seriamente comprometidas. A importancia destes procesos de reciclaxe da materia polos insectos necrófagos, achega, ademais, unha información fundamental, unha bioindicación básica, na investigación criminalística e xudicial (González-Pena, 1997). Diso derívase un campo amplamente coñecido, como é a Entomoloxía Forense, que analiza a presenza de insectos ou dos seus restos para diferentes procedementos legais, como a datación da morte, a súa causa posible e as condicións que se deron, dependendo do estado, do estadio de crecemento e da idade do insecto (ovo, larva, pupa, adulto) e da especie dos individuos que se van atopando e sucedendo, no seu caso, e analizando (Amendt et al., 2011). O uso desta disciplina é esencial e áchase estandarizado na rutina de todos os corpos policiais modernos (González-Pena, 1997).

Na Cultura, os insectos foron protagonistas ou acompañantes principais desde os albores da Humanidade, xa sexa a través das crenzas relixiosas, a mitoloxía ou a arte nas súas distintas manifestacións, a literatura, a pintura, a escultura, a arquitectura, o cinema, etc., con numerosas obras que teñen como tema principal a estes artrópodos. Referencias a este respecto poden atoparse en numerosas publicacións (Bellés, 1997; Melic, 1997; Monserrat, 2011a, 2011 b, 2011 c, 2012a, 2012 b, 2013, 2014, 2016, 2017a, 2017 b, 2018, por exemplo): para moitas culturas antigas, como a exipcia, os insectos encarnaban a diversas divindades e, nalgúns pobos africanos, os escaravellos e a barbatesa eran os creadores do mundo, mentres as formigas e as couzas eran

os devanceiros do ser humano para outros. As representacións de insectos en teas e cerámicas eran habituais nas culturas precolombinas de Novo México (Capinera, 1993) ou en Mesopotamia, Exipto, Grecia e Roma (Monserrat, 2012 b, 2013, 2014, 2016, 2017 b) e, no Antigo Testamento, nas dez infestas de Exipto, tamén aparecían os insectos nun texto relixioso. A presenza de moscas, libélulas, bolboretas ou escaravellos en cadros desde o século XIII ata a actualidade é tamén unha constante na cultura occidental, con varios miles de obras nas que estos seres están presentes, como é o caso da coñecida obra pictórica de Dalí (Dicke, 2004; Monserrat, 2011 b, 2012 b, 2013, 2014, 2016).

As mostras literarias son tamén moi abundantes. Esopo, na Antiga Grecia, mediante a popular fábula, A chicharra e a formiga, usou a estes dous insectos nunhas súas mensaxes moralizantes, e son amplamente coñecidas novelas como A Metamorfose de Kafka ou Alicia no País das Marabillas de Lewis Carroll, nas que se serviron destes animais para o desenvolvemento das súas tramas, do mesmo xeito que aparecen no Quixote, na obra de Machado e na obra de Miguel Hernández, por resaltar só algunas (Monserrat, 2011 c, 2017a, 2018).

Ásimismo, no mundo do cinema e das series de animación, podemos atopar infinitade de exemplos no ámbito infantil, desde a xa clásica A Abella Maya, a películas como AntZ, Bichos, Unha aventura en miniatura ou BeeMovie, protagonizadas enteiramente por insectos, pasando por Pinocho e o seu famoso Pepito Grilo ou en seriea cómic, Antman, na que as formigas teñen un papel primordial. Do mesmo xeito que, no cinema para adultos, aparecen insectos na filmografía de Buñuel ou Almodóvar ou en películas como A Mosca, O silencio dos cordeiros, Men in Black ou Starship Troopers (Berenbaum & Leskosky, 2009; Monserrat, 2011a, 2012a).

AMEAZAS

O chan, a auga e o medio aéreo están a sufrir unha deterioración constante polas actividades humanas (erosión, homoxeneización, contaminación, etc.), a través de distintos axentes (agricultura, gandería, urbanización, construcción de infraestruturas, etc.), que redundan na perda da súa rica fauna, que é transcendental e insustituíble (Gulvik, 2007; Verdú et ao., 2011; Lázaro & Tur, 2018; Azpiazu et ao., 2019).

Os insectos, a pesar dalgunhas recentes opinións que suscitaron certa polémica, áchanse en claro declive e moitos están a desaparecer de zonas nas que antes eran frecuentes (Seibold et ao., 2019; Cardoso et ao., 2020, Klink et ao., 2020; Kolbert et ao., 2020; Yang et ao., 2021). A súa taxa de extinción é oito veces máis rápida que a dos mamíferos, aves e réptiles e os datos non deixan lugar a dúbida (Kadoya et ao., 2009; Tenro-Figueroa, et ao., 2010, Potts et ao., 2010; Lindhe et ao., 2011; Melero et ao., 2016; Pyke et ao., 2016; Seibold et ao., 2019; Cardoso et ao., 2020; Klink et ao., 2020). Numerosas especies de insectos están a extinguirse mesmo antes de ser descritas, antes de que se coñeza a súa existencia, e a maioría sofre ameazas relacionadas directa ou indirectamente coa actividade humana, como os cambios de uso do chan, que reducen os recursos, coa deforestación, co uso de biocidas, coa aparición de enfermidades infecciosas emergentes por especies domésticas introducidas, polos efectos do quecemento climático, pola sobreexplotación directa e pola coextinción de especies dependentes doutras (McKinney, 2006; Van der Sluijs et ao., 2015; Woodcock, et ao., 2017; Lister & García, 2018; Cardoso et ao., 2020; Goulson, 2020; Johansson et ao., 2020; Konvicka et ao., 2021; Yang et ao., 2021). De igual modo que son tamén causa fundamental da diminución de abundancia e riqueza dos insectos a perda de heteroxeneidade de microhabitats, a fragmentación e a degradación dos

habítats naturais e seminaturais, ocasionadas polos cambios antrópicos nos ecosistemas terrestres.

Aínda que os ámbitos científicos (Shortall et ao., 2009) xa viñan sinalando a situación, as alarmas transcederon ao gran público cando en 2017 saíu á luz un artigo que probaba que se reduciu máis do 75% da biomasa de insectos voadores en áreas protexidas de Alemaña (Hallmann et ao., 2017), artigo que obtivo gran repercusión mediática mundial e deu pé, entre outros, a un metaanálise (Sánchez-Bayo & Wyckhuys, 2019), de novo moi notorio, que aseguraba que existía unha ameaza catastrófica e prediciá a extinción a gran escala do 40% das especies de insectos nos próximos 100 anos, sendo as bolboretas, as avelaíñas, as libeliñas, as abellas, as formigas e os escaravellos coprófagos (do esterco) os más ameazados, segundo os seus autores. Esta última visión foi criticada, e en parte contrarrestada recentemente (Klink et ao., 2020), non pola afirmación da crecente desaparición dos insectos, senón por certo rumbo na selección das publicacións consideradas, que redundaba nunha cuantificación sobreestimada.

Hallmann et ao. (2019), na mesma liña do seu artigo de 2017, presentaban os resultados da vixilancia de insectos no período 1997-2017 en dúas áreas protexidas dos Países Baixos, concluíndo que avelaíñas e bolboretas (macrolepidópteros), escaravellos e frigáneas (Trichoptera) diminuíran a súa abundancia, cunha taxa anual de declive do 3,8, 5,0 e 9,2%, respectivamente, mentres que outras ordes parecían estables, tales como as efémeras (Ephemeroptera) e os Heterópteros (Heteroptera e Auchenorrhyncha) e con tendencia incerta en Neurópteros. Ademais, entre os Coleópteros, os carábidos (Carabidae) mostraron unha diminución media anual do 4,3% no número total durante o período 1985-2016, especialmente desde 1995. E en estimacións de biomasa, observouse unha redución



da biomasa total do 61% para os Lepidópteros en conxunto e o 42% para os carábidos, extrapolando os datos ao longo dun período de 27 anos.

Klink et ao. (2020), por medio doutro amplio metaanálise, cifraban, en particular en Europa e Norte América, un declive das poboacións do 0,92% por ano, cifra menor da esperada de acordo coas publicacións anteriores, que afecta as especies terrestres, aínda que revela un aumento dun 11% por década da abundancia de insectos nas augas doces, que representan un 2,4% da superficie total da Terra. Con todo, os efectos dependen moito dos lugares considerados e da falta de recompilación de datos mundiais.

A pesar desta disparidade de informacións, unha nova advertencia á Humanidade sobre a extinción de insectos materializábanha, tamén hai varios meses, un grupo de científicos (Cardoso et ao., 2020) profundamente preocupados, que sublinhaban o que coas extincións "perdemos moito máis que especies, perdemos abundancia e biomasa de insectos, diversidade no espazo e o tempo coa consecuente homoxeneización, grandes partes da árbore da vida, funcións e trazos ecolóxicos únicos, e partes fundamentais de extensas redes de interaccións bióticas". Segundo estes expertos, que suxiren que os insectos poden ser 5,5 millóns de especies, con só unha quinta parte delas descritas, as extincións, desde a era industrial, poden abrancar de 250.000 a 500.000 especies (Cardoso et ao., 2020), remarcando o que polo menos un 1 millón

de especies enfróntanse á súa desaparición nas décadas vinteiras e a metade delas son insectos (IPBES, 2019).

Ditas perdas, como sinalan estes autores (Cardoso et ao., 2020) conduciron e conducen á diminución dos servizos ecosistémicos clave, esenciais e insustituíbles, que os insectos proporcionan e dos que depende a Humanidade, desde a polinización e a descomposición, ou a calidade de hábitat, ata recursos para novos medicamentos, podendo derivar nun aumento doutras especies oportunistas ou praga. E están a desaparecer non só especies raras senón tamén especie comúns e abundantes como as xoaniñas, tan boas controladoras de pulgóns, os escaravellos esterqueiros, que mobilizan os excrementos de chan, ou as bolboretas, as abeillas e os abellóns, tan serviciais para a polinización dos ecosistemas silvestres e agrícolas (Cardoso et ao., 2020; Konvicka et ao., 2021; Zattara & Aizen, 2021).

Na mesma liña, estímase que, a nivel mundial, o 40% das especies de polinizadores atópase en perigo de extinción como consecuencia das actividades humanas e, no contexto europeo, tamén o están o 9% das especies de abellas, así como, por exemplo, entre os Coleópteros polinizadores, só 10 especies están recollidas nas listas vermelhas de España (Verdú et ao., 2011) e/ou Europa, tres delas áchanse en Perigo e sete son Vulnerables. En canto ás bolboretas, presúmese que no conxunto de Europa (incluíndo datos ibéricos) as diúrnas

experimentaron descensos do 30%, entre 1990 e o presente (van Swaay *et al.* 2016), segundo datos recollidos gracias a programas de seguemento baseados na Ciencia Cidadá.

Entre os polinizadores, as abellas en particular están claramente en declive en todo o mundo e a súa desaparición poñerá en risco o abasteceamento mundial (Goulson, 2020; Gérard *et ao.*, 2020; Zattara & Aizen, 2021). A fragmentación de bosques de folla caduca e a súa transformación en zonas urbanas levou á extinción local en 100 anos do 50% das especies de abellas no centro de Estados Unidos (Goulson, 2020). As poboacións das abellas silvestres están a verse moi afectadas e sofren unha gran regresión pola acción antrópica: polos biocidas (herbicidas, funxicidas, insecticidas e entre eles os neonicotinoides), actuando independentemente ou en sinerxias (Azpiazu *et ao.*, 2019), pola perda de hábitat, especialmente de pastos e praderías, por axentes patógenos e polo quecemento climático (Goulson *et ao.*, 2015; Graystock *et ao.*, 2016, Stephanescu *et ao.*, 2018; Gérard *et ao.*, 2020; Averill *et ao.*, 2021; Yang *et ao.*, 2021; Zattara & Aizen, 2021). De feito, están a desaparecer as especies de abellóns (xénero *Bombus* Latreille, 1802), os mellores polinizadores (Goulson *et ao.*, 2015; Rasmont *et ao.* 2015, Ornosa *et ao.*, 2017), e moitas das súas especies están ameazadas, mesmo en España, pero tamén o están especies doutras familias como Colletidae, Melittidae, Megachilidae, Anthophoridae e seguramente do resto (Ortiz-Sánchez *et ao.*, 2018). É dicir, reséntese o papel esencial que realizan todas as abellas na natureza como polinizadores, a enorme importancia que ten o seu servizo ecológico e o valor económico de leste. As abellas melíferas, ademais, están a padecer desde hai anos o coñecido colapso de colonias, posiblemente por influencia sumatoria dunha serie de causas, entre as que resaltan, ademais das anteriores, varias clases de parásitos e axentes infecciosos, e o uso de acaricidas (Higes *et ao.*, 2010; Doublet *et ao.*, 2014; Goulson *et ao.*, 2015, 2020; Averill *et ao.*, 2021).

Respecto a a fauna española de abellas e o seu estado de conservación, calcúlase que, das 1.100 especies de abellas coñecidas en España, o 2,6 % están ameazadas segundo a Lista Vermella das Abellas de Europa (Verdú & Galante, 2006, 2009; Verdú *et ao.*, 2011; Nieto *et ao.*, 2014), número que será probablemente maior cando se revisen moitas das especies das que se ten por agora insuficientes datos (Williams *et ao.* 2012; Traballo Colaborativo, 2019). Por exemplo, nos Pireneos coñécíase no século pasado unha gran diversidade de abellóns (ata 37 especies), das que nos rexistros dos últimos anos xa non se detectou a presenza de 9 delas (algunhas incluídas na Lista Vermella española), con retracción das súas poboacións e redución do rango altitudinal no resto, cara ás áreas altas mellor conservadas (Ornosa *et ao.*, 2017). En suma, se o declive nas poboacións de abellas e abellóns continúa, como parece ser a tendencia mundial, o seu papel nos ecosistemas como axentes polinizadores verase gravemente afectado, polo que se requiren medidas urxentes de conservación para as súas poboacións e os seus hábitats e desenvolver programas de protección más restritivos (Goulson *et ao.*, 2015; Ornosa *et ao.*, 2017).

Os polinizadores pódense ver afectados, ademais, por outros efectos do quecemento climático relacionados coa dispoñibilidade de auga (Konvicka *et ao.*, 2021). A seca pode reducir tanto a produción de néctar como de pole, o que probablemente pode provocar un incremento na competencia entre especies por estes recursos. O informe do Grupo Intergobernamental de Expertos sobre o Cambio Climático (IPCC, 2014) prevé que eventos meteorolóxicos extremos, como as fortes precipitacións e as inundacións, aumentarán en frecuencia e intensidade, contribuíndo á perda das especies que aniñan no chan, que son moi numerosas.

INTRODUCIÓNS E ESPECIES INVASORAS

O transporte de materias e o uso de especies comerciais na agricultura favoreceron, así mesmo, introducóns e procesos de hibridación non deseñados (Kenis et ao., 2009; Cellas et ao., 2019).

A avespa asiática (*Vespa velutina* Lepeletier, 1836) (Hymenoptera, Vespidae), é unha especie exótica invasora, detectada por primeira vez en España no 2010 en Navarra e Guipúscoa (Castro & Pagola- Carte, 2010; López et ao., 2011). Actualmente xa invadiu todo o norte da península Ibérica, norte de Cáceres, sur de Salamanca e Ávila, puntos de Málaga e Cádiz, así como zonas de Xaén, Albacete e norte de Mallorca (Beggs et ao., 2011; MAGRAMA, 2015). Depreda sobre diversos polinizadores, entre eles sobre a abella do mel, *Apis mellifera*, representando un 30% da súa dieta en zonas agrícolas e un 70% en zonas urbanizadas (Beggs et ao., 2011). Tamén se alimenta de avespas, dípteros e unha ampla variedade doutros insectos e arácnidos (Beggs et ao., 2011). Debido ao seu potencial colonizador e a que constitúe unha ameaza

grave para as especies autóctonas, os hábitats ou os ecosistemas, esta especie foi incluída no Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras, aprobado por Real Decreto 630/2013, do 2 de agosto.

Outro exemplo de introducóns con efectos indeseados é unha chincha de campo, *Zelus renardii* (Kolenati, 1857) (Heteroptera, Reduviidae), considerada como unha especie invasora e detectada por primeira vez en España en 2012, en Murcia (Baena & Torres 2012; Vivas, 2012), da que posteriormente, na web de Biodiversidade Virtual, fóreronse subindo fotografías (en 2015, en Alacante e Valencia, en 2017, en Almería e, en 2018, en Málaga) (Lozano et ao., 2018). Trátase dun depredador xeneralista de insectos cun amplo rango de presas e, entre elas, especies beneficiosas como axentes de control biolóxico, tales como coccinélidos, afelínidos (Aphelinidae) ou crisopas como *Chrysoperla carnea* (Stephen, 1836) (Neuroptera, Chrysopidae) (Potin, 2008; Lozano et ao., 2018).



CONSERVACIÓN

É imprescindible, como os expertos sinalan unha e outra vez (Verdú & Galante, 2006, 2009; Verdú et ao., 2011; Hallmann et ao., 2017, 2019; Traballo Colaborativo, 2019; Cardoso et ao., 2020; Goulson, 2020; Klink et ao., 2020) a acción urxente para pechar as brechas de coñecemento crave e frear a extinción dos insectos, porque o destino dos humanos e dos insectos está interrelacionado e existe unha degradación sen precedentes da biosfera que socava o benestar e pon en dúbida o modelo estándar de desenvolvemento (IPBES, 2019). É esencial un investimento en programas de investigación que xeren estratexias globais, rexionais e locais, que contrarresten esta tendencia tan negativa, antes de que sexa imparable (Cardoso et ao., 2020).

As solucións están dispoñibles e son implementables, pero han de aplicarse sen demora (Cardoso et ao., 2020), tendo en cuenta, ademais,

que existe outro risco que puxeron de manifesto 22 científicos de distintos organismos internacionais (Otero et ao., 2020): a maioría das políticas internacionais de sustentabilidade e conservación antepoñen o crecemento económico e buscan medidas que minimicen a perda de biodiversidade, pero sen comprometer este crecemento, e iso a pesar de que a expansión da agricultura e o desenvolvemento de cidades e infraestruturas xeran degradación e deterioración e ameazan a biodiversidade causando perdas en case todos os grupos taxonómicos terrestres, ao intensificar o risco de erosión, degradación e salinización e podendo reducir a materia orgánica do chan, perturbando así ás súas comunidades, resultando nunha homoxeneización biótica con efectos en fervenza sobre os ecosistemas e ameazando aos insectos e a outros grupos animais (IPBES, 2018; Otero et ao., 2020).



Estes científicos recomandan que a Plataforma Intergobernamental sobre Biodiversidade e Servizos dos Ecosistemas (IPBES), desde o seu carácter independente, incorpore nos seus informes un escenario que vaia máis aló do crecemento económico, como parte do seu labor actual de proxección do futuro da biodiversidade e expoñen unha serie de drásticas propostas de accións de ámbito nacional e internacional que impliquen tanto a organismos oficiais, como a Ong, medios empresariais e medios científicos (Otero et ao., 2020). Estas medidas van na liña de limitar a comercialización de recursos ao alcance internacional, restrinxir a actividade das industrias extractivas en árees de elevada biodiversidade, frear a expansión das grandes infraestruturas, diminuír as emisións de carbono e outras presións ambientais, recortar a xornada laboral e reorganizar as cidades, acurtar as distancias entre a producción e o consumo, e mitigar, así mesmo, a presión da producción agrícola e gandeira para impulsar a diversidade dentro das especies e entre especies e paisaxes (Otero et ao., 2020).

Accións especiais, doutra banda, están a emprenderse para os grupos máis ameazados: a FAO parte de que a polinización animal, en especial por insectos, incide no 35 % da producción agrícola mundial, elevando a producción nos principais cultivos alimentarios de todo o mundo, e que os seus servizos de polinización son fundamentais para a obtención de alimentos e para garantir a seguridade alimentaria e a nutrición (FAO, 2016, 2018), e dá por probado que a diminución dos polinizadores afecta á producción agrícola e á diversidade dos devanditos ecosistemas. Como, ademais, sinálase na Estratexia Nacional para a Conservación dos Polinizadores (MITECO, 2020), xa desde a última Conferencia das Partes do Convenio de Nacións Unidas sobre a Diversidade Biolóxica (CDB), celebrada en decembro de 2016, adoptouse unha decisión para fomentar a execución de accións que melloren a conservación destes animais, a partir dos resultados da avaliación temática sobre polinizadores, polinización e producción de alimentos, elaborada

pola Plataforma Intergobernamental Científico-normativa sobre Diversidade Biolóxica e Servizos dos Ecosistemas (IPBES, 2016). Na mesma liña, o Parlamento Europeo solicitou á Comisión Europea o desenvolvemento dunha iniciativa europea sobre polinizadores co fin de protexer os seus hábitats e mitigar e deter o seu declive. Neste contexto, xurdiu, en 2018, a Iniciativa sobre Polinizadores (EU Pollinators Initiative) para mellorar o seu coñecemento, abordar as causas do declive e o seu impacto e promover estratexias para a súa conservación en todos os niveis, ademais de sensibilizar e involucrar á sociedade e promover a súa participación. É imprescindible a polinización sostible no futuro (Goulson, 2020) e, de feito, hai un acordo universal para asegurar as poboacións de polinizadores no futuro se queremos continuar mantendo unha diversidade de cultivos e a integridade dos ecosistemas naturais.

Un detalle esperanzador, xurdiu do confinamento debido á pandemia do Covid-19: a coincidencia da primavera chuviosa (2020) e a ausencia de mobilidade da maioría das persoas, unido ao cesamento de certos labores de xardinería e limpeza de camiños, estradas, etc., facilitou unha natureza exuberante que deu un respiro temporal á situación dos insectos, entre outros animais e plantas, que recuperaron parte dos seus hábitats, mesmo en cidades e pobos, podendo verse exemplares de especies pouco ou nada habituais neles. Con todo, aínda que segundo retómese a vida cotiá e a presión ambiental inmisericorde volva exercerse sobre a natureza e aínda que isto poida ser só un espellismo por un curto tempo, deberíamos valorar a oportunidade e aproveitar esta inesperada tregua aliada da conservación para reforzar o respecto á nosa contorna natural e manter campos e cidades en condicións sostibles para os insectos e demais especies de animais e de plantas, os nosos compañeiros de viaxe.

PROPOSTAS

para preservar ou incrementar as especies e as súas poboacións, as áreas naturais ou seminaturais e fomentar a restauración en espazos silvestres e urbanos para rexenerar os hábitats dos insectos e promover a súa conservación:

- **Priorizar unha planificación sostenible urb e de infraestruturas**

Valorar a expansión actual das grandes infraestruturas e a necesidade de novas macroinfraestruturas (autoestradas, aeroportos, presas) e o seu impacto real nos ecosistemas e nas comunidades animais e vexetais.





- **Favorecer unha maior diversidade de hábitats de polinización na agricultura e nas contornas urbanas** (FAO, 2018; MITECO, 2020).

Mantendo unha alta diversidade de especies polinizadoras mellórase o éxito dos cultivos mediante a complementariedade funcional. As diferentes especies visitan diferentes partes do cultivo ou da planta do cultivo, en diferentes momentos do día ou do ano, e responden de maneira distinta ás perturbacións, do mesmo xeito que unha diversidade alta de polinizadores pode amortecer os impactos do quecemento climático que, doutra maneira, poden dar lugar a un desaxuste entre a fenoloxía dos insectos e a floración dos cultivos (Johansson, et al., 2020; Goulson, 2020; Yang et al., 2021).

- **Restaurar pastizais e flora silvestre en espazos naturais e urbanos** (Baldeck et al., 2015, 2019; MITECO, 2020) **e restaurar espazos degradados con flora autóctona** (Hopwood, 2008)

Reducir a presión da urbanización e os solos agrícolas periurbáns.





- **Restrinxir a actividade das industrias extractivas en áreas de elevada biodiversidade**

Establecer limitacións e eliminar os subsidios ás industrias extractivas insostibles para frear a perda e fragmentación de hábitats (Otero *et al.*, 2020).

- **Promover as boas prácticas agrícolas** (*greening*, superficies de interés ecológico, cultivos ecológicos, etc.) (Sánchez *et al.*, 2014; PAC, 2014; *EU pollinator Initiative*, 2018; Sánchez *et al.*, 2020; Azpiazu *et al.*, 2020; MITECO, 2020)

Ofreciendo incentivos financieros aos agricultores por tomar medidas para impulsar a biodiversidade que axudan a compensar os custos de execución e de oportunidade.

- **Romper coa intensificación y homoxeneización dos monocultivos**

Fomentar o desenvolvemento agroecolóxico, co apoio gobernalmental aos sistemas agrícolas sostibles que integran as actividades locais e científicas e aos alimentos locais e ecolóxicos, para acurtar as cadeas de producción, baixo criterios de biodiversidade e sustentabilidade (FAO, 2018; Otero *et al.*, 2020).





- **Aumentar a abundancia, a diversidade e a continuidade dos recursos florais**

Restaurar e reter parches e/ou plantar corredores e lindes de flora autóctona e/ou atractiva nas marxes das leiras de cultivos, e entre os cultivos, para os polinizadores (especialmente entre os cultivos de gramíneas), para mellora dos hábitats nas contornas agrícolas (PAC, 2014; Hopwood, 2008; Sánchez et ao., 2014; Féon et ao., 2016; Azpiazu et ao., 2020; Sánchez et ao., 2020; MITECO, 2020) e respectar a dispoñibilidade de recursos de nidificación e ovoposición diminuíndo a perturbación dos chans e bordos dos cultivos. Isto á súa vez redunda nun aumento da polinización nos cultivos propios e próximos e proporciona un incentivo económico aos agricultores (GOULSON, 2020). Asesoramento respecto diso aos agricultores.

- **Fomentar a reducción e o uso sostible de biocidas**

Minimizar a súa utilización, evitando o uso indiscriminado, e adecuar a súa aplicación á fenología das especies beneficiosas, como os polinizadores (nunca cando as flores están abertas). Os insectos están expostos de forma crónica a un cóctel de pesticidas que, en moitos casos, actúan de forma sinérxica e acumúlanse en todos os niveis da contorna. Hai que evitar a aplicación dos de longa persistencia e solubilidade en auga pola súa alta probabilidade de movemento cara a zonas lindeiras, así como descartar ou restrinxir o uso de insecticidas sistémicos a cultivos en que causen o menor impacto (por exemplo, cerealistas). Utilizar alternativas (Furlan & Kreutzweiser, 2015). Asesoramento respecto diso aos agricultores (MITECO, 2020).

- **Prohibir e descartar o uso de fumigacións aéreas**

Que provocan grandes dispersións dos biocidas así aplicados ata grandes distancias e afectan a todos os niveis ecolóxicos, aire, chan, auga, e ás comunidades vexetais e animais, dando lugar, ademais, a un efecto acumulativo.

- **Controlar e previr la introdución de especies e subespecies foráneas e dos seus parásitos e patógenos**

Realizar controis rigorosos sobre o movemento das especies comerciais e responsabilizar ás compañías produtoras do seu papel na introdución de formas non nativas ou dos seus parasitos ou patógenos noutros países e territorios, contando con políticas importadoras e exportadoras serias e rigorosas.



- **Promover que as administracións locais regulen e controlen as podas e siegas de plantas silvestres en plena floración** (mal chamadas "malas herbas"), herbáceas e arbustos, e mesmo as utilizadas en xardinería

E que estas accións pospóñanse un curto tempo, ata que se secaron as flores, xa que constitúen alimento, lugar de aniñamento e refuxio de moitos insectos, como os polinizadores. Esta práctica xa se puxo en marcha este ano, 2020, na Universidade Complutense de Madrid.

- **Cultivar plantas atractivas para os insectos**

Como os polinizadores, en contornas urbanas en parques, paseos, terrazas, balcóns, etc., implicando a participación cidadá e dos concellos. Hai probas fidedignas de que nas zonas urbanas poden existir poboacións más abundantes dalgúns polinizadores que nas terras de cultivo (Baldock et ao., 2015, 2019), por exemplo, e ademais favorécese o aumento do número de abellas silvestres nas terras de cultivo adxacentes (Goulson, 2020; MITECO, 2020).





- **Instalar albergues para insectos** (espazos con troncos, canas, polas, vasoiras de breixo o xesta, rochas, ladrillos, etc.)

E casas con niños artificiais para insectos, como as abellas silvestres, que utilizan unha diversidade de hábitats para aniñar (chan, cavidades, buracos de madeira, buracos en rocas, talos e canas de plantas, oquedades en troncos), que poden ser naturais ou seminaturais, dispostos para o efecto. Deixar, así mesmo, espazos libres, zonas sen cubrir de mantillo ou céspede para facilitar aos insectos que nidifican no chan o construír os seus niños.

- **Prohibir o uso de trampas masivas**

Xeneralistas e inespecíficas, de interceptación, que non discriminan (como as trampas Malaise, por exemplo), no caso de que haxan de usarse mecanismos de captura de insectos con fins científicos, ou outros, xustificados.

- **Aumentar a colaboración entre estamentos nacionais e internacionais**

Con organizáns académicas e de investigación para favorecer o monitoreo e as redes de monitoreo de especies e pobláns para evaluar a súa evolución (FAO, 2018).

- **Establecer e/ou actualizar medidas lexislativas para proteger aos insectos**

E os seus hábitats, en especial ás especies máis sensibles. Gravar os anuncios de produtos que supoñan unha sobreexplotación das especies e os chans. Fomentar programas de educación de consumo responsable (Otero *et al.*, 2020).

- **Fomentar a colaboración ciudadá** (Féon *et al.*, 2016).

Desenvolver programas de vixilancia para grupos concretos (bolboretas, escaravellos, certas abellas, abellóns, moscas cernidoras, por exemplo) con bos mapas de distribución e Ciencia Ciudadá (como Bumble Bee Watch en América do Norte ou Beewatch no Reino Unido), que poden axudar a rastrexar os cambios poboacionais e nas súas distribucións (Goulson, 2020). As enquisas de ciencia ciudadá poden proporcionar medios para a vixilancia da poboación a gran escala: o plan de vixilancia de bolboretas de certos lugares de España ou do Reino Unido emprega voluntarios para percorrer transectos regulares utilizando unha metodoloxía estándar para contar as bolboretas vistas e xerou un gran conxunto de datos e proporcionou valiosos coñecementos no cambio da poboación destes insectos.



- **Realizar accións de sensibilización e educación**

Da sociedade sobre os beneficios que os insectos proporcionan ao ser humano e ao medio ambiente e, no caso concreto de agricultores/as, o impulso de programas de asesoramento en canto ao manexo integral de pragas, da polinización e da introdución de especies domésticas. Resaltar a importancia da investigación e do rigor científico.

- **Fomentar a implicación da sociedade mais xove e dos sus educadores**
desde os niveis mais inferiores (Féon *et al.*, 2016).

- **Celebrar un 'Día Mundial' dos Insectos**

Para reivindicar a súa importancia, o seu interese e os esenciais papeis que xogan, cos que axudan á Humanidade e a manter a saúde do planeta.

ALGUNHAS PÁGINAS WEB ÚTILES

- Buglife (<https://www.buglife.org.uk/>), ONG dedicada á conservación dos invertebrados no Reino Unido.
- Proxecto Urban Buzz (<https://www.buglife.org.uk/our-work/pollinator-projects/urban-buzz/>). Transformación de escampados ou zonas sen usar en pastos de flores e matogueiras, tanto silvestres como ornamentais, para os polinizadores.
- Proxectos LivingRoof (<https://www.buglife.org.uk/our-work/living-roof-projects/>). Tellados axardinados, que dan ocubillo á fauna silvestre urbana (principalmente aves e insectos).
- Plantlife (<https://plantlife.love-wildflowers.org.uk/>), organización adicada á conservación das plantas silvestres no Reino Unido.
- Campaña Road Verges (<https://plantlife.love-wildflowers.org.uk/roadvergecampaign>), para promover a conservación de vexetación silvestre (principalmente ruderal) en cunetas, arcéns...
- Beestops: tellados cubiertos de Sedumen nas paradas de bus de Utrecht: <https://www.utrecht.nl/city-of-utrecht/bus-stops-with-green-roofs/>, <https://www.lonelyplanet.com/articles/utrecht-bee-stops>
- FAO. Insectos e alimentos. <http://www.fao.org/forestry/edibleinsects/en/>

Deixar zonas silvestres en parques e xardíns (públicos ou privados).

En Internet hai numerosas recopilacións de propostas:

- 9 Ways You Can Help Bees and Other Pollinators At Home: <https://www.nationalgeographic.com/news/2015/05/150524-bees-pollinators-animals-science-gardens-plants/>
- 15 Easy Ways You Can Help Bees, Butterflies, and Other Insects: <https://www.uniguide.com/ways-you-can-help-bees-butterflies-insects/>

Campañas de Ciencia Ciudadá

- Pollinator Friendly Plants program: https://www.greatsunflower.org/Pollinator_Plants
- Great Pollinator Habitat Challenge: <https://www.greatsunflower.org/habitat%20challenge>
- Seguimiento de abejorros y mariposas monarca: <http://www.xerces.org/community-science>

Promover a creación de reservas entomolóxicas

- Como está facendo la Asociación española de Entomología: <http://www.entomologica.es/index.php?d=37>
- RewildingEurope: <https://rewildingeurope.com/organización que promueve y dirige proyectos de abandono de cultivos para su renaturalización.>

REFERENCIAS

- ALBA-TERCEDOR, J. 1996. *Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos*. IV. Simposio del Agua en Andalucía (SIAGA), Almería, España: 203-213.
- ALBA-TERCEDOR J. & SÁNCHEZ-ORTEGA, A. 1988. Un método rápido y simple para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes basado en el de Hellawell (1978). *Limnetica*, **4**: 51-56.
- AGOSTI, D., MAJER, J.D., ALONSO, L.E. & SCHULTZ, T.R. 2000. *Ants: Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity*. Smithsonian Institution Press, Washington, DC.
- AGUILERA, Y., PASTRANA, I., REBOLLO-HERNANZ, M., BENITEZ, V., ÁLVAREZ-RIVERA, G., VIEJO, J.L. & MARTÍN-CABREJAS, M.A. 2021. Investigating edible insects as a sustainable food source: nutritional value and techno-functional and physiological properties. *Food & Function*, **14**: 6309. DOI: 10.1039/DFO003291C.
- ALVARADO, R., & SELGA D., 1961. La fauna del suelo y su interés agrónomo y forestal. *Revista de la Universidad de Madrid*, **10**: 451-500.
- AMENDT, J., RICHARDS, C.S., CAMPOBASSO, C.P., ZEHNER, R. & HALL, M.J.R. 2011. Forensic entomology: applications and limitations. *Forensic Science, Medicine, and Pathology*, **7**: 379-392.
- AVERILL, A.L., COUTO, A.V., ANDERSEN, J.C. & EL-KINTON, J.S. 2021. Parasite Prevalence May Drive the Biotic Impoverishment of New England (USA) Bumble Bee Communities. *Insects*, **12** (941). Doi.org/10.3390/insects12100941.
- AZPIAZU, C., BOSCH, J., VIÑUELA, E., MEDRZYCKI, P., TEPE, D. & SGOLAstra, F. 2019. Chronic oral exposure to field realistic pesticide combinations via pollen and nectar: effects on feeding and thermal performance in a solitary bee. *Scientific Reports*, **9**: 13770.
- AZPIAZU, C., MEDINA, P., ADÁN, Á., SÁNCHEZ-RAMOS, I., DEL ESTAL, P., FERERES, A. & VIÑUELA, E. 2020. The role of annual flowering plant strips on a melon crop in Central Spain. Influence on pollinators and crop. *Insects*, **11** (66): Doi:10.3390/insects11010066.
- BAENA, M. & TORRES, J.L. 2012. Nuevos datos sobre heterópteros exóticos en España y Francia: *Tempyra biguttula* Stål, 1874, *Belonochilus numenius* (Say, 1832) y *Zelus renardii* (Kolenati, 1856) (Heteroptera: Rhypachromidae, Orsillidae, Reduviidae). *Boletín de la Asociación española de Entomología*, **36** (3-4): 351-360.
- BALDOCK, K.C.R. et al. 2015. Where is the UK's pollinator biodiversity? The importance of urban areas for flower-visiting insects. *Proceedings of the Royal Society B, Biological Sciences*, **282**: 2014-2849.
- BALDOCK, K.C.R. et al. 2019. A systems approach reveals urban pollinator hotspots and conservation opportunities. *Nature Ecology & Evolution*, **3**: 363-373.
- BEGGS, J.R., E.G. BROCKERHOFF, J.C. CORLEY, M. KENIS, M. MASCIOCCHI, F. MULLER, Q. ROME & C. VILLEMAN. 2011. Ecological effects and management of invasive alien Vespidae. *Biocontrol*, **56**: 505-526.
- BEHAN-PELLETIER, V.M. (2003) Acari and Collembola biodiversity in Canadian agricultural soils. *Canadian Journal of Soil Science*, **83** (Special Issue): 279-288.
- BEITIA, F., FALCÓ, J. V., PÉREZ-HINAREJOS, M., SANTIAGO, S. & CASTAÑERA, P. 2003. Importación de parásitoides exóticos para el control biológico de *Ceratitis capitata* en la Comunidad Valenciana. *Citrics*, **24**: 10-15.
- BEITIA, F., SABATER-MUÑOZ, B. & MALAGÓN, J., 2011. Estrategias de manejo integrado de la mosca mediterránea de la fruta en la Comunidad Valenciana. *Vida Rural*, **323**: 52-58.
- BELLÉS, X. 1997. Los insectos y el hombre prehistórico. *Boletín de la SEA*, **20**: 319-325.
- BERENBAUM, M.R. & LESKOSKY, R.J. 2009. *Movies, Insects*. En: Resh, V. & Cardé, R (Eds.) *Encyclopedia of Insects*, 2nd Edition: 668-674. Academic Press, Cambridge, MA.
- BIZÉ, V. 1997. Les insectes, une ressource alimentaire d'avenir. *Insectes*, **106**: 10-13.
- BOE, Boletín Oficial del Estado, 2013. Real Decreto 630/2013, de 2 de agosto, por el que se regula el Catálogo español de especies exóticas invasoras. *Boletín Oficial del Estado*, **185**: 56764-56786.
- BREEZE, T. D., BAILEY, A. P., BALCOMBE, K. G., & POTTS, S. G. 2011. Pollination services in the UK: How important are honeybees? *Agriculture, Ecosystems & Environment*, **142**: 137-143.
- BURKLE, L. A., MARLIN, J. C., & KNIGHT, T. M. 2013. Plant-pollinator interactions over 120 years: loss of species, co-occurrence, and function. *Science*, **339** (6127): 1611-1615.
- CAPINERA, J.L. 1993. Insects in Art and Religion: The American Southwest. *American Entomologist*, **39**: 221-230.

- CASTRO, L. & PAGOLA-CARTE, S. 2010. *Vespa velutina* Lepeletier, 1836 (Hymenoptera: Vespidae), recolectada en la Península Ibérica. *Heteropterus, Revista de Entomología*, **10**: 193-196.
- CEJAS, D., LÓPEZ-LÓPEZ, A., MUÑOZ, I., ORNOSA, C. & DE LA RÚA, P. 2019. Unveiling introgression in bumblebee (*Bombus terrestris*) populations through mitogenome-based markers. *Animal Genetics*: 1-8.
- CERRITOS, R. 2009. Insects as food: an ecological, social and economic approach. *CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources*, **4** (27): 1-10.
- CARDOSO *et al.*, 2020. Scientists' warning to humanity on insect extinctions. *Biological Conservation*, **242**: 108426. Doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108426.
- CARUSO T., PIGINO, G., BERNINI, F. BARGAGLI R. & MIGLIORINI, M. 2006. The Berger-Parker index as an effective tool for monitoring the biodiversity of disturbed soils: a case study on Mediterranean oribatid (Acari: Oribatida) assemblages. *Biodiversity Conservation*, **16** (12): 3277-3285.
- DE PEDRO, L., MARTÍNEZ, R., HARBI, A., FERRARA, F. A. A., GORRIZ, J. T., ASÍS, J. D., SABATER, B. & CRESPO, F. J. B. 2013. Un nuevo enemigo natural de *Ceratitis capitata* (Diptera, Tephritidae) identificado en la Comunidad Valenciana: el parasitoide *Aganaspis daci* (Hymenoptera, Figitidae). *Levante Agrícola: Revista internacional de cítricos*, **416**: 153-157.
- DICKE, M. 2004. From Venice to Fabre: insects in western art. *Proceedings of the Netherlands Entomological Society meeting*, **15**: 9-14.
- DOUBLET, V., LABARUSSIAS, M., DE MIRANDA, J.R., MORITZ, R.F.A. & PAXTON, R.J. 2014. Bees under stress: sublethal doses of a neonicotinoid pesticide and pathogens interact to elevate honeybee mortality across the life cycle. *Environmental Microbiology*, **17**: 969-983.
- EFSA. 2010. Scientific opinion. Honey related health claims. *EFSA Journal 2010*, 8(2): 1484.
- EFSA. 2011. Scientific opinion. Health claims related to not sufficiently characterised foods/food constituents. *EFSA Journal 2011*, 9 (4): 2083.
- EU. *Pollinators Initiative*. 2018. Aviso F8457. https://ec.europa.eu/environment/nature/conservation/species/pollinators/index_en.htm
- FAO. 2013. *La contribución de los insectos a la seguridad alimentaria, los medios de vida y el medio ambiente*. FAO, Italia.
- FAO. 2016. *Resumen de la evaluación temática de la Plataforma intergubernamental científico-normativa sobre diversidad biológica y servicios de los ecosistemas sobre polinizadores, polinización y producción de alimentos*. COAG/2016/INF/7. FAO, Italia.
- FAO. 2018. *Es hora de apreciar la labor de los polinizadores*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. FAO, Italia.
- FÉON, V.L., HENRY, M., GUILBAUD, L., COIFFAIT-GOMBAULT, C., DUFRÈNE, E., KOLODZIEJCZYK, E., KUHLMANN, M., REQUIER, F. & VAISSIÈRE, B.E. 2016. An expert-assisted citizen science program involving agricultural high schools provides national patterns on bee species assemblages. *Journal of Insect Conservation*, **20**: 905-918.
- FERRACINI, C., FERRARI, E., PONTINI, M., SALADINI, M.A. & ALMA, A. 2019. Effectiveness of *Torymus sinensis*: a successful long-term control of the Asian chestnut gall wasp in Italy. *Journal of Pest Science*, **92**: 353-359.
- FOELIX, R.F. 1982. *Biology of spiders*. Harvard University Press. Massachussets.
- FURLAN, L. & KREUTZWEISER, D. 2015. Alternatives to neonicotinoid insecticides for pest control: case studies in agriculture and forestry. *Environmental Science and Pollution Research*, **22**: 135-147.
- GALLAI, N., SALLES, J.M., SETTELE, J. & VAISSIÈRE, B.E. 2009. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecological Economics*, **68**: 810-821.
- GARIBALDI, L.A., *et al.* 2013. Wild pollinators enhance fruit set of crops regardless of honeybee abundance. *Science*, **339**: 1608-1611.
- GARRATT, M.P., BREEZE, T.D., JENNER, N., POLCE, C., BIESMEIJER, J.C. & POTTS, S.G. 2014. Avoiding a bad apple: insect pollination enhances fruit quality and economic value. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, **184**: 34-40.
- GÉRARD, M., VANDERPLANCK, M., WOOD T. & MICHEZ, D. 2020. Global warming and plant-pollinator mismatches. *Emerging Topics in Life Sciences*: Doi.org/10.1042/ETLS20190139
- GONZÁLEZ-PEÑA, C.F. 1997. Los insectos y la muerte. *Boletín de la SEA*, **20**: 285-290.
- GRAYSTOCK, P., BLANE, E.J., MCFREDERICK, Q.S., GOULSON, D. & HUGHES, W.O.H. 2016. Do managed bees drive parasite spread and emergence in wild bees? *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife*, **5**: 64-75.

- GOULSON, D. 2020. Pesticides, Corporate Irresponsibility, and the Fate of Our Planet. *One Earth*, **2**: 302-305.
- GOULSON, D., NICHOLLS, E., BOTÍAS, C. & ROTHE-RAY, E.L. 2015. Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides, and lack of flowers. *Scienceexpress*, **26**: 1-16.
- GULVIK, M.E. 2007. Mites (Acari) as indicators of soil biodiversity and land use monitoring: a review. *Polish Journal of Ecology*, **55** (3): 415-440.
- HALLMANN, C.A., SORG, M., JONGEJANS, E., SIEPEL, H., HOFLAND, N., SCHWAN, H., STENMANS, W. MÜLLER, A., SUMSER, H., HÖRREN, T., GOULSON, D. & KROON, H. 2017. More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PLoSOne*, **12**: e0185809.
- HALLMANN C.A., ZEEGERS T., VAN KLINK, R., VERMEULEN R., VAN WIELINK, P., SPIJKERS, H., VAN DEIJKJ., VAN STEENIS, W., & JONGEJANS, E. 2019. Declining abundance of beetles, moths and caddisflies in the Netherlands. *Insect Conservation and Diversity* (2019): Doi: 10.1111/icad.12377.
- HALLORAN, A., & VANTOMME, P. 2013. La contribución de los insectos a la seguridad alimentaria, los medios de vida y el medio ambiente. *Edible insects: future prospects for food and feed security*: 1-4.
- HARMON, J.P., STEPHENS, E., LOSEY, J. 2007. The decline of native coccinellids (Coleoptera: Coccinellidae) in the United States and Canada. *Journal of Insect Conservation*, **11**: 85-94.
- HEADRICK, D. H. & GOEDEN, R. D. 1996. Issues concerning the eradication or establishment and biological control of the Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae), in California. *Horticulture and Crop Science*, **17**: 1-10.
- HIGES, M., MARTÍN-HERNÁNDEZ, R., MARTÍNEZ-SALVADOR, A., GARRIDO-BAILÓN, E., GONZÁLEZ-PORTO, A. V., MEANA, A., BERNAL, J. L., DEL NOZAL, A. V., BERNAL J., 2010. A preliminary study of the epidemiological factors related to honeybee colony loss in Spain. *Environmental Microbiology Reports*, **2** (2): 243-250.
- HOPWOOD, J.L. 2008. The contribution of roadside grass land restorations to native bee conservation. *Biological Conservation*, **141**: 2632-2640.
- IPBES. 2016. *The assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on pollinators, pollination and food production*. S.G. Potts, V. L. Imperatriz-Fonseca, and H. T. Ngo (Eds.). Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. Bonn, Germany.
- IPBES. 2018. *The IPBES assessment report on land degradation and restoration*. L. Montanarella, R. Scholes,&A. Brainich (Eds.). Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. Bonn, Germany.
- IPBES. 2019. *Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. E. S. Brondizio, J. Settele, S. Diaz, & H. T. Ngo (Eds.). Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. Bonn, Germany.
- IVAN O. & VASILIU, A. 2009. Oribatid mites (Acari, Oribatida) - bioindicators of forest soils pollution with heavy metals and fluorine. *Annals of Forest Research*, **52**: 11-18.
- JINGUJI, H., THUYET, D., UEDA, T. & WATANABE, H. 2013. Effect of imidacloprid and fipronil pesticide application on *Sympetrum infuscatum* (Libellulidae: Odonata) larvae and adults. *Paddy and Water Environment*, **11**: 277-284.
- JOHANSSON, F., ORIZAOLA, G. & NILSSON-ÖRTMAN, V. 2020. Temperate insects with narrow seasonal activity periods can be as vulnerable to climate change as tropical insect species. *Scientific Reports*, **10**: 8822. Doi.org/10.1038/s41598-020-65608-7.
- KADOYA, T., SUDA, S. & WASHITANI, I. 2009. Dragonfly crisis in Japan: a likely consequence of recent agricultural habitat degradation. *Biological Conservation*, **142**: 1899-1905.
- KENIS, M., AUGER-ROZENBERG, M.A., ROQUES, A., TIMMS, L., PÉRÉ, C., COCK, M.J.W., SETTELE, J., AUGUSTIN, S. & LOPEZ-VAAMONDE. C. 2009. Ecological effects of invasive alien insects. *Biological Invasions*, **11**: 21-45.
- KING, C. B. A., HAINES, W.P. & RUBINOFF, D. 2010. Impacts of invasive parasitoids on declining endemic Hawaiian leaf roller moths (Omiodes: Crambidae) vary among sites and species. *Journal of Applied Ecology*: **47**: 299-308.
- KIM, Y.M., KU, M.J., SON, Y.J., YUN, J.M., KIM, S.H. & LEE, S.Y. 2013. Anti-metastatic effect of cantharidin in A549 human lung cancer cells. *Archives of Pharmacal Research*, **36**: 479-484.
- KLINK, R. VAN, BOWLER, D.E., GONGALSKY, K.B., SWENGE, A.B., GENTILE, A. & CHASE J.M. 2020.

Meta-analysis reveals declines in terrestrial but increases in freshwater insect abundances. *Science*, **368** (6489): 417-420.

- KOH, L.P., SODHI, N.S. & BROOK, B.W. 2004. Co-extinctions of tropical butterflies and their host plants. *Biotropica*, **36**: 272-274.
- KOLBERT, E. 2020. ¿Y los Insectos? *National geographic*, mayo-junio 2020: 22-45.
- KONVICKA, M., KURAS, T., LIPAROVA, J., SLEZAK, V., HORÁZNÁ, D., KLEČKA, J. & KLECKOVA, I. 2021. Low winter precipitation, but not warm autumns and springs, threatens mountain butterflies in middle-high mountains. *PeerJ* 9:e12021. DOI 10.7717/peerj.12021.
- KREUTZWIESER, D.P., GOOD, K.P., CHARTRAND, D.T., SCARR, T.A. & THOMPSON, D.G. 2008. Are leaves that fall from imidacloprid-treated maple trees toxic to non-target decomposer organisms? *Journal of Environmental Quality*, **37**: 639-646.
- LÁZARO, A. & TUR, C. 2018. Los cambios de uso del suelo como responsables del declive de polinizadores. *Ecosistemas*, **27** (2): 23-33.
- LI, W., XIE, L., CHEN, Z., ZHU, Y., SUN, Y., MIAO, Y., XU, Z. & HAN, X. 2010. Cantharidin, a potent and selective PP2A inhibitor, induces an oxidative stress-independent growth inhibition of pancreatic cancer cells through G2/M cell-cycle arrest and apoptosis. *Cancer Science*, **101**: 1226-1233.
- LINDHE, A., JEPPISSON, T. & EHNSTROM, B. 2011. Long horn beetles in Sweden - changes in distribution and abundance over the last two hundred years. *Entomologisk Tidskrift*, **131**: 241-512.
- LISTER, B.C. & GARCÍA, A. 2018. Climate-driven declines in arthropod abundance restructure a rain forest food web. *PNAS*, **115**: E10397-E10406.
- LÓPEZ, S., GONZÁLES, M. & GOLDARAZENA, A. 2011. *Vespa velutina* Lepeletier, 1836 (Hymenoptera: Vespidae): first records in Iberian Peninsula. *European and Mediterranean Plant Protection Organization Bulletin*, **41** (3): 439-441.
- LOSEY, J.E. & VAUGHAN, M. 2006. The economic value of ecological services provided by Insects. *BioScience*, **56**: 311-323.
- LOZANO, B.R., RUIZ, M.B. & DE DIOS, M.Á.G. 2018. The invasive species *Zelus renardii* (Kolenati, 1857) (Hemiptera, Reduviidae) in Spain and comments about its global expansion. *Transactions of the American Entomological Society*, **144** (3): 551-559.
- MAGRAMA. Subgrupo de trabajo de avispa asiática. 2015. Estrategia de gestión, control y posible erradicación del Avispón Asiático o Avispa Negra (*Vespa velutina* ssp. *nigrithorax*) en España. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- MCKINNEY, M.L. 2006. Urbanization as a major cause of biotic homogenization. *Biological Conservation*, **127**: 247-260.
- MELERO, Y., STEFANESCU, C. & PINO, J. 2016. General declines in Mediterranean butterflies over the last two decades are modulated by species traits. *Biological Conservation*, **201**: 336-342.
- MELIC, A. 1997. Los Artrópodos en los TBOs. *Boletín de la SEA*, **20**: 463-468.
- MICÓ, E., MARCOS-GARCÍA, M.Á., RAMÍREZ-HERNÁNDEZ, A. & GALANTE, E. 2021. *El bosque adehesado como refugio de una entomofauna muy diversa*. Publicacions de la Universitat d'Alacant, CIBIO, AeE. Universitat d'Alacant.
- MIÑARRO, M., GARCÍA, D. & MARTÍNEZ-SASTRE, R. 2018. *Los insectos polinizadores en la agricultura: importancia y gestión de su biodiversidad*. *Ecosistemas*, **27**: 81-90.
- MITECO. 2020. *Estrategia Nacional para la Conservación de los Polinizadores*. Subdirección General de Biodiversidad y Medio Natural. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Madrid.
- MITSUHASHI, J. 2008. *Encyclopedia of Edible Insects in the World*. Yasakashobo, Tokyo.
- MONSERRAT, V. J. 2011a. Los artrópodos en la cinematografía de Luis Buñuel. *Boletín de la SEA*, **48**: 501-524.
- MONSERRAT, V. J. 2011b. Los artrópodos en la obra de Salvador Dalí. *Boletín de la SEA*, **49**: 413-434.
- MONSERRAT, V. J. 2011c. Sobre los artrópodos en Don Quijote de La Mancha, de Miguel de Cervantes. *Boletín de la SEA*, **49**: 435-463.
- MONSERRAT, V.J. 2012a. Los artrópodos en la cinematografía de Pedro Almódovar. *Boletín de la SEA*, **51**: 391-420.
- MONSERRAT, V.J. 2012b. Los artrópodos en la mitología, la ciencia y el arte de Mesopotamia. *Boletín de la SEA*, **51**: 421-455.
- MONSERRAT, V. J. 2013. Los artrópodos en la mitología, las creencias, la ciencia y el arte del Antiguo Egipto. *Boletín de la SEA*, **52**: 373-437.

- MONSERRAT, V. J. 2014. Los artrópodos en la mitología, las creencias, la ciencia y el arte de los etruscos y la Roma Antigua. *Boletín de la SEA*, **53**: 363-412.
- MONSERRAT, V.J. 2016. Los artrópodos en los libros iluminados de la Edad Media europea. *Boletín de la SEA*, **58**: 259-331.
- MONSERRAT, V.J. 2017a. Los artrópodos en la poesía de Antonio Machado. *Boletín de la SEA*, **60**: 443-461.
- MONSERRAT, V.J. 2017b. Los artrópodos en el azulejo de la Península Ibérica. *Boletín de la SEA*, **61**: 323-45.
- MONSERRAT, V.J. 2018. Sobre los artrópodos en la obra de Miguel Hernández. *Boletín de la SEA*, **63**: 373-413.
- NICHOLLS, C. I., 2008. *Control biológico de insectos: un enfoque agroecológico*. Universidad de Antioquia.
- NIETO, A. *et al.* (27 autores). 2014. *European Red List of bees*. Publication Office of the European Union. Luxembourg.
- NIEVES-ALDREY, J.L. *et al.* (11 autores). 2019. *Torymus sinensis* Kamijo, a biocontrol agent against the invasive chestnut gall wasp *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu in Spain: its natural dispersal from France and the first data on establishment after experimental releases. *Forest Systems*, **28** (1): e001.
- NUMMELIN, M., LODENIUS M., TULISALO E., HIRVONEN, H. & ALANKO, T. 2007. Predatory insects as bioindicators of heavy metal pollution. *Environmental Pollution*, **145**: 339-347.
- OLLERTON, J., ERENLER, H., EDWARDS, M. & CROCKETT, R. 2014. Extinctions of aculeate pollinators in Britain and the role of large-scale agricultural changes. *Science*, **346**: 1360-1362.
- OONINCX, D.G., VAN ITTERBEECK, J., HEETKAMP, M.J.W., VAN DEN BRAND, H., VAN LOON, J.J.A. & VAN HUIS, A. 2010. An exploration on greenhouse gas and ammonia production by insect species suitable for animal or human consumption. *PloS One*, **5** (12): 1-7.
- ORNOSA, C., TORRES, F. & DE LA RÚA, P. 2017. Updated list of bumblebees (Hymenoptera: Apidae) from the Spanish Pyrenees with notes on their decline and conservation status. *Zootaxa*, **4237**: 41-77.
- ORTIZ, F.J., AGUADO, L.O. & ORNOSA, C. 2018. *Diversidad de Apoidea en España, tendencia de las poblaciones y medidas para su conservación*. En: *Bosch & Bartomeu* (Eds.). Pérdidas de polinizadores. *Ecosistemas* **27** (2): 3-8.
- OTERO, I. *et al.* (22 autores). 2020. Biodiversity policy beyond economic growth. *Conservation Letters*: e12713.
- PAC. 2014. *Política Agraria Comunitaria, preguntas frecuentes*. MAGRAMA. España.
- PENNACCHIO, F. & STRAND, M. R., 2006. Evolution of development al strategies in parasitic Hymenoptera. *Annual Review of Entomology*, **51**: 233-258.
- PENNISI, E. 2015. Africa´s soil engeineers: Termites. *Science*, **347** (6222): 596-597.
- PERIBÁÑEZ, M.A., GRACIA, M.J. & FERRER, M. 1997. Entomología veterinaria. *Boletín de la SEA*, **20**: 227-235.
- POTIN, C. A. 2008. *Tabla de vida del depredador Zelus Renardii (Kolenati) (Hemiptera: Heteroptera: Reduviidae) en laboratorio*. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas y Escuela de Agronomía. Santiago-Chile.
- POTTS, S.G., BIESMEIJER, J.C., KREMEN, C., NEUMANN, P., SCHWEIGER, O. & KUNIN, W.E., 2010. Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. *Trends in Ecology & Evolution*, **25**: 345-353.
- PYKE, G.H., THOMSON, J.D., INOUYE, D.W. & MILLER, T.J. 2016. Effects of climate change on phenologies and distributions of bumblebees and the plants they visit. *Ecosphere*, **7**: 1-19.
- RAMÍREZ-HERNÁNDEZ, A., MICÓ, E., MARCOS-GARCÍA, M.A., GALANTE, E. 2015. Coleópteros y sírfidos saproxílicos (Coleoptera; Diptera: Syrphidae) de las dehesas del oeste ibérico: la Reserva Biológica de Campanarios de Azaba (Salamanca). *Boletín de la Asociación española de Entomología*, **39** (1-2): 133-158.
- RASMONT, P. *et al.* (24 autores). 2015. Climatic risk and distribution Atlas of European bumblebees. *Biorisk*, **10**: 1-246.
- RODRIGO, S., ORNOSA, C., SELFA, J., GUARA M. & POLIDORI, C. 2016. Small sweat bees (Hymenoptera: Halictidae) as potential major pollinators of melon (*Cucumis melo*) in the Mediterranean. *Entomological Science*, **19**: 55-66.
- RYAN S.J., CARLSON C.J., MORDECAI E.A., JOHNSON L.R. 2019. Global expansion and redistribution of *Aedes*-borne virus transmission risk with climate change. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, **13** (3): e0007213.
- SÁNCHEZ-BAYO, F., WYCKHUYSEN, K.A.G. 2019. Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. *Biological Conservation*, **232**: 8-27.
- SÁNCHEZ, J.A., CARRASCO, A., LA-SPINA, M., IBÁÑEZ, H., CANOMANUEL, G., ORTIZ-SÁNCHEZ, F.J., LÓPEZ, E. & LACASA, A. 2014. Edges of natural vegetation to increase the diversity of wild bees in agricultural field margins. *Land scape Management for Functional Biodiversity IOBC-WPRS Bulletin*, **100**: 117-121.

- SÁNCHEZ J.A, CARRASCO, A., LA SPINA, M., PÉREZ-MARCOS M. & ORTIZ-SÁNCHEZ F.J. 2020. How bees respond differently to field margins of shrubby and herbaceous plants in intensive agricultural crops of the Mediterranean area. *Insects*, **1** (26): Doi:10.3390/insects11010026
- SCHUCH, S., WESCHE, K. & SCHAEFER, M. 2012. Long-term decline in the abundance of leaf hoppers and plant hoppers (Auchenorrhyncha) in Central European protected dry grass lands. *Biological Conservation*, **149**: 75-83.
- SEIBOLD, S. *et al.* (20 autores). 2019. Arthropod decline in grasslands and forests is associated with drivers at landscape level. *Nature*, **574**: 671-674.
- SOCARRÁS, A. 2013. Mesofauna edáfica: indicador biológico de la calidad del suelo. *Pastos y Forrajes*, **36** (1): 5-13.
- STEFANESCU, C., AGUADO, L.O., ASÍS, J.D., BAÑOS-PICÓN, L., CERDÁ, X., MARCOS GARCÍA, M.Á., MICÓ, E., RICARTE, A. & TORMOS, J. 2018. Diversidad de insectos polinizadores en la Península Ibérica. *Ecosistemas*, **27**: 9-22.
- THRELFALL, C.G., WALKER, K., WILLIAMS, N.S.G., HAHS, A.K., MATA, L., STORK, N. & LIVESLEY, S.J. 2015. The conservation value of urban green space habitats for Australian native bee communities. *Biological Conservation*, **187**: 240-248.
- THOMSON, D.M. 2016. Local bumblebee decline linked to recovery of honeybees, drought effects on floral resources. *Ecology Letters*, **19**: 1247-1255.
- TIENNO DE FIGUEROA, J.M., LÓPEZ-RODRÍGUEZ, M.J., LORENZ, A., GRAF, W., SCHMIDT-KLOIBER, A. & HERING, D. 2010. Vulnerable taxa of European Plecoptera (Insecta) in the context of climate change. *Biodiversity Conservation*, **19**: 1269-1277.
- TOMMASI, D., MIRO, A., HIGO, H.A. & WINSTON, M.L. 2004. Bee diversity and abundance in an urban setting. *The Canadian Entomologist*, **136**: 851-869.
- TRABAJO COLABORATIVO. 2019. *Medidas para la conservación de la biodiversidad de los polinizadores silvestres en la península ibérica (“Decálogo”)*. Ecosistemas. AEET, 36 pp.
- TURNER, J.S. & SOAR, R.C. 2008. *Beyond biomimicry: what termites can tell us about realizing the living building*. Presentation to the First International Conference on Industrialized, Intelligent Construction (I3CON), 14-16. May 2008. Loughborough University, England.
- VAN DER SLUIJS, J.P. *et al.* 2015. Conclusions of the World Wide Integrated Assessment on the risks of neonicotinoids and fipronil to biodiversity and ecosystem functioning. *Environmental Science and Pollution Research*, **22**: 148-154.
- VAN HUIS, A., VAN ITTERBEECK, J., KLUNDER, H., MERTENS, E., HALLORAN, A., MUIR, G., & VANTOME, P. 2013. *Edible insects: future prospects for food and feed security*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 171. Rome.
- VAN SWAAY, C. A. M., VAN STRIEN, A. J., AGHABAB-YAN, K., ÅSTRÖM, S., BOTHAM, M., BRERETON, T., & CARLISLE, B. 2016. *The European butterfly indicator for grass land species 1990-2015*. Report VS2016.019. De Vlinderstichting, Wageningen, Países Bajos.
- VERDÚ, J.R. & GALANTE, E. 2006. *Libro Rojo de Invertebrados de España*. Dirección General para la Biodiversidad. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- VERDÚ, J.R. & GALANTE, E. 2009. *Atlas de Invertebrados de España. Especies En Peligro y en Peligro Crítico*. Dirección General para la Biodiversidad, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Madrid.
- VERDÚ, J.R., NUMA, C. & GALANTE, E. 2011. *Atlas y Libro Rojo de los Invertebrados amenazados de España (Especies Vulnerables). I y II*. Dirección General de Medio Natural y Política Forestal, Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino, Madrid.
- VILLANI, M.G., ALLEE, L.L., DÍAZ A. & ROBBINS, P.S. 1999. Adaptive strategies of edaphic arthropods. *Annual Review of Entomology*, **44**: 233-56.
- VIVAS, L. 2012. Primera cita en España de la especie *Zelus renardii* (Kolenati, 1857) (Heteroptera: Reduviidae) que representa la segunda cita en Europa. *Biodiversidad Virtual News, Publicaciones Científicas*, **6**: 34-39.
- VRDOLJAK, S.M., SAMWAYS, M.J. & SIMAIKA, J.P. 2016. Pollinator conservation at the local scale: flower density, diversity and community structure increase flower visiting insect activity to mixed floral stands. *Journal of Insect Conservation*, **20**: 711-721.
- WASER, N.M. & PRICE, M.V. 2016. Drought, pollen and nectar availability, and pollination success. *Ecology*, **97**: 1400-1409.
- WHITAKER, I.S., TWINE, C., WHITAKER, M.J., WELCK, M., BROWN & C.S., SHANDALL, A. 2007. Larval therapy from antiquity to the present day: mechanisms of action, clinical applications and future potential. *Postgraduate Medical Journal*, **83**: 409-413.
- WILLIAMS, P. & OSBORNE, J. 2009. Bumblebee vulnerability and conservation world-wide. *Apidologie*, **40**: 367-387.

- WINFREE, R., WILLIAMS, N.M., GAINES, H., ASCHER, J.S. & KREMEN, C. 2008. Wild bee pollinators provide the majority of crop visitation across land-use gradients in New Jersey and Pennsylvania, USA. *Journal of Applied Ecology*, **45**: 793-802.
- WOODCOCK, B.A. et al. 2017. Country-specific effects of neonicotinoid pesticides on honeybees and wild bees. *Science*, **356**: 1393-1395.
- WYCKHUYSEN, K.A.G., LU, Y., MORALES, H., VAZQUEZ, L.L., LEGASPI, J.C., ELIOPOULOS, P.A. & HERNANDEZ, L.M. 2013. Current status and potential of conservation biological control for agriculture in the developing world. *Biological Control*, **65**: 152-167.
- YANG, L.H., POSTEMA, E.G., HAYES, T.E., LIPPEY, M.K. & MACARTHUR-WALTZ, D.J. 2021. The complexity of global change and its effects on insects. *Current Opinion in Insect Science*, **47**. Doi.org/10.1016/j.cois.2021.05.001.
- ZAMORA-MUÑOZ, C., SÁINZ-BARIÁIN, M., MÚRRIA, C., BONADA, N., SÁINZ-CANTERO, C.E., GONZÁLEZ, M.A., ALBA-TERCEDOR, J. & TIERNO DE FIGUEROA, J. M. 2008. Diversidad, estrategias vitales y filogeografía de especies sensibles al cambio climático: Tricópteros en el Parque Nacional de Sierra Nevada. *Proyectos de investigación en Parques Nacionales*: 355-385.
- ZATTARA, E. & AIZEN, M.A. 2021. Worldwide occurrence records suggest a global decline in bee species richness. *One Earth* **4**: 114-123. Doi.org/10.1016/j.oneear.2020.12.005.
- ZEDKOVÁ, B., RÁDKOVÁ, V., BOJKOVÁ, J., SOLDÁN, T. & ZAHRÁDKOVÁ, S. 2015. Mayflies (Ephemeroptera) as indicators of environmental changes in the past five decades: a case study from the Morava and Odra River Basins (Czech Republic). *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, **25**: 622-638.

**SEN INSECTOS
NO HAI VIDA**

