
PRIMAVERA SENSE BRUNZITS. PER QUÈ DESAPAREIXEN LES ABELLES?

Antonio Gómez Pajuelo

Consultor apícola

REBUT: 9 de desembre de 2013 - ACCEPTAT: 17 de desembre de 2013

RESUM

Des de l'antigor, la humanitat ha explotat les abelles pels seus productes, la mel, únic aliment dolç fins al segle XVI, i la cera. Més tard, amb la microscòpia, apareix el concepte de la *pol·linització*, que dona com a resultat la producció de fruites i llavors que suposen un terç dels nostres aliments.

L'actual problema de desaparició de les abelles és multifactorial. Encara que hi ha hagut altres desaparicions històriques d'abelles, des de 1995 s'atribueix als neonicotinoides una disminució important de les poblacions de pol·linitzadors. Els treballs publicats en aquest sentit han originat la prohibició de tres d'aquests a la Unió Europea (UE) per un període de dos anys a partir de l'1 de desembre de 2013. Altres causes de la disminució de les abelles són les males floracions de tardor, pel canvi climàtic, que provoquen desnutrició en una època crítica; els residus dels acaricides que els apicultors utilitzen contra l'àcar varroa, que provoquen intoxicacions subletals i afecten l'expressió dels gens del sistema immunitari, i l'acció paràsita d'aquest àcar, que provoca també malnutrició i transmet malalties. Aquests factors poden ser més o menys importants, segons zones i explotacions, i actuen creant sinergia.

PARAULES CLAU: apicultura, desaparició de les abelles, canvi climàtic, residus químics.

UNA PRIMAVERA SIN ZUMBIDOS. ¿POR QUÉ DESAPARECEN LAS ABEJAS?

RESUMEN

La humanidad ha explotado a las abejas inicialmente por sus productos, la miel, único alimento dulce hasta el siglo XVI, y la cera. Posteriormente, con la microscopía, aparece el concepto de la *polinización*, cuyo resultado es la producción de frutas y semillas que suponen un tercio de nuestros alimentos.

El actual problema de desaparición de las abejas es multifactorial. Aunque ha habido otras desapariciones históricas, desde 1995 se achaca a los neonicotinoides una importante disminución de las poblaciones de polinizadores. Los trabajos publicados en este sentido han originado la prohibición de tres de ellos en la Unión Europea (UE), desde el 1 de diciembre de 2013, durante dos años. Otras causas de disminución de las abejas son las malas floraciones otoñales, por el cambio climático, que provocan desnutrición en una época crítica; los residuos de los acaricidas que los apicultores utilizan contra el ácaro varroa, que provocan intoxicaciones subletales y afectan a la expresión de los genes del sistema inmunitario; y la acción parásita de este ácaro, que provoca también malnutrición y transmite enfermedades. Estos factores pueden ser más o menos importantes, según zonas y explotaciones, y actúan en sinergia.

PALABRAS CLAVE: apicultura, desaparición de las abejas, cambio climático, residuos químicos.

SPRING WITHOUT THE BUZZ. WHY DO BEES DISAPPEAR?

ABSTRACT

Since ancient times, beekeeping has provided humanity with two important products: honey, the only sweetener until the 16th century, and beeswax. Later, with the development of microscopy, the pollination process became known, allowing the improvement of fruits and seeds, which form one-third of all human food.

The problem now observed of the disappearance of bees is due to a combination of factors. Other bee disappearances have occurred in the past but the large decrease in the pollinating bee population since 1995 is specifically attributed to neonicotinoids. The studies in this field led the European Union (EU) to put a ban on three neonicotinoids for a period of two years from 1 December 2013. Other causes of the decreased bee population

Primavera sense brunzits. Per què desapareixen les abelles?

are the poor autumn flowering of plants due to climate change, which causes malnutrition in bees in a critical stage of their life cycle; the residues of acaricides used by farmers to fight the varroa mite, which produce sub-lethal intoxication in bees while affecting gene expression in their immune system; and the selfsame parasitic action of varroa, which also causes malnutrition and transmits diseases. Varying in importance depending on areas and bee farms, these factors interact, creating synergies.

KEYWORDS: beekeeping, bee disappearance, climate change, chemical residues.

1. INTRODUCCIÓ

Les abelles sobreviuen a la Terra des de fa més de cinquanta milions d'anys; n'hi ha constància als registres fòssils en ambre i en roques sedimentàries. La nostra espècie, la humanitat, sobreviu des de fa uns dos-cents mil anys.

Les abelles han estat molt importants per a la humanitat. Pintures rupestres de l'arc mediterrani, de fa uns vuit mil anys, mostren escenes de recol·lecció de mel a càrrec de dones i adolescents. Els egipcis van fer el pas de la recol·lecció a la instal·lació d'explotacions apícoles amb ruscos fa, com a mínim, 4.500 anys, i van transferir aquestes tècniques a la resta de la Mediterrània; Creta, Grècia i després Roma van mantenir explotacions apícoles i van dedicar-hi tractats.

La cultura ibera del litoral del Mediterrani de la nostra península, des del segle VI aC, es va especialitzar en l'exportació de productes agrícoles, entre aquests la mel; hi ha restes de ruscos de fang en diversos jaciments, així com d'envasos d'exportació de mel, els càlats, a les zones riques de l'època.

Per què aquesta importància? Fins al segle XVI, amb el cultiu de la canya de sucre en les explotacions esclavistes del Carib, la mel era l'únic aliment dolç a disposició de la humanitat. Posteriorment, al segle XVIII, també va aparèixer el sucre de la remolatxa.

El seu ús tradicional en medicina també ha estat, i segueix essent, molt important; des del segle XIII la mel consta en l'apartat «Melitus» de les farmacopees d'Europa.

2. LA POLINITZACIÓ

El declivi de la mel com a edulcorant no disminueix la importància de les abelles. Des de mitjan segle XVIII, amb l'aparició del microscopi, s'identifica el pol·len com l'element fecundant masculí de les flors i es descobreix la importància de la pol·linització creuada.

Fa 110 milions d'anys, quan les plantes van començar a desenvolupar flors, van començar a tenir necessitat d'un element que transportés el pol·len als ovaris d'altres flors, per tal que tingués lloc la fecundació dels seus òvuls i la consegüent formació de llavors. Aquest element, per a un grup important de plantes, s'ha trobat en els insectes, i dins d'aquests hi ha les abelles, que, atretes per una aportació nutricional de nèctar i pol·len, empastifen el seu cos de pol·len i en traslladen una part cap als ovaris receptius.

Aquest mecanisme de reproducció ha ocasionat una coevolució de les flors i les abelles, fent que les primeres tinguin colors vistosos, identificables des de lluny; aromes agradables durant la seva fase de maduresa sexual; formes adaptades a les visites de les abelles, i recompenses nutricionals atractives (nèctars ensucrats i pol·lens rics en proteïnes, lípids...). Pel que fa a les abelles, aquestes han desenvolupat una cobertura de pèls plomosos, que capten el pol·len amb facilitat, així com un comportament de recol·lecció fidel a una espècie vegetal mentre duri la seva floració, cosa que garanteix que el pol·len transportat arribi a un ovari de la seva mateixa espècie.

Aquest mecanisme és tan important que es diu que, d'una manera o altra, les abelles intervenen en la producció d'un terç dels aliments que consumeix la humanitat. Els seus viatges de recol·lecció afavoreixen la producció de nombrosos fruiters: albercoquers, ametllers, cirerers, pomers, presseguers, perers, fruites vermelles (nabius, maduixes, gerds...); la producció de llavors de nombroses lleguminoses farratgeres: alfals, trèvols, veces...; d'hortícoles: cebes, carbassons i carbasses, pastanagues..., i de nombroses oleaginoses: colza, gira-sol... També són importants en les produccions en hivernacles.

I, segons un estudi del Departament de Botànica de la Universitat de Sevilla, entre el 64 % i el 76 % de les plantes silvestres que conformen la vegetació mediterrània dels parcs naturals de Doñana i la Sierra de Aracena depenen de les abelles per a la formació de les llavors que permeten la seva perpetuació. Així mateix, en el regne animal, una part important de la cadena tròfica s'alimenta dels fruits i les llavors produïts per aquesta pol·linització. Són, així, doncs, imprescindibles per al manteniment de la nostra cobertura vegetal i de la fauna que la pobla, és a dir, de la nostra biodiversitat.

La Unió Europea (UE) considera que «[...] les nostres abelles [...] han de ser protegides, són vitals per al nostre ecosistema i contribueixen anualment en uns 22.000 milions d'euros a l'agricultura europea» (European Commission, 2013).

També es pot resumir tot això en dues frases. Una, del Departament d'Agricultura dels Estats Units d'Amèrica (EUA): «Sense les abelles, no hi hauria Coca-Cola», i, una altra, de K. S. Delaplane (2000): «Les abelles no són necessàries per a la vida humana, però sí per a la vida humana tal com la coneixem actualment».

Primavera sense bronzits. Per què desapareixen les abelles?

FIGURA 1. *Abella sobre una flor d'ametller*



FONT: Antonio Gómez Pajuelo.

FIGURA 2. *Pol·linització a Austràlia*



FONT: Den Cannon.

3. LA DESAPARICIÓ DE LES ABELLES

En la història de la Terra hi ha hagut diversos episodis de desaparicions. La del Devonià (fa entre 408 i 360 milions d'anys) va acabar amb el 85 % de les espècies. La darrera, del Cretaci-Terciari, fa 65 milions d'anys, va acabar amb el 50 % de les espècies, entre les quals els cèlebres dinosaures.

Sense arribar a aquests extrems, les abelles ja han passat per diverses crisis en èpoques històriques. L'any 1807, José Rivas, en el seu llibre *Antorchas de colmeneros*, ja parla de la mortaldat hivernal per manca de pol·len. Entre 1970 i 1979 va haver-hi mortaldats importants a Austràlia, finalment atribuïdes a una alimentació deficitària (només amb pol·len d'eucaliptus, deficitari en l'aminoàcid essencial isoleucina; Kleinschmidt i Kondos, 1979). Durant els anys 1987 i 1988, Sanford (1990) va estudiar altres casos a Califòrnia i, durant els anys 1985-1990, a Florida (EUA).

Des de 1995 les agrupacions franceses d'apicultors han estat atribuïnt a l'ús de neonicotinoides problemes de supervivència de les abelles. El Ministeri d'Agricultura francès va crear un «grup de savis» per estudiar el problema, i els estudis generats van conduir, l'any 1999, a la prohibició de les llavors de gira-sol «blindades» amb Gaucho®.¹ En anys posteriors, es van anar incorporant les prohibicions d'altres neonicotinoides a França i, posteriorment, a Alemanya, Itàlia, Eslovènia, Espanya i, finalment, des de desembre de 2013, durant dos anys se'n prohibeixen tres d'aquests a tota la UE (*Diari Oficial de la Unió Europea* (DOUE), Reglament d'execució núm. 485/2013, de 24 de maig de 2013).

A Espanya vàrem passar per alguns episodis de desaparicions l'any 2000, que es van intensificar l'any 2003, i van arribar a esdevenir molt importants durant la tardor-hivern de 2004 i 2005. El cens oficial de ruscus, que creixia ininterrompudament, va descendir de 2.464.600 el 2003 a 2.146.000 el 2007. Posteriorment, s'ha anat recuperant fins a arribar avui a 2.459.262 (*Diari Oficial de la Unió Europea* (DOUE), Reglament d'execució núm. 768/2013, de 8 d'agost de 2013).

Aquesta recuperació s'ha aconseguit dedicant gran part de la productivitat de les explotacions a la reposició de la cabanya, cosa que n'ha minvat considerablement la productivitat i, en conseqüència, la rendibilitat, i en fa perillar la supervivència si arribessin a incidir-hi alguns altres factors negatius, com ara el descens dels preus de la mel i l'augment de les importacions de mels xineses.

Aquesta situació també s'ha donat, amb més o menys importància, en altres països del món: el Canadà, Croàcia, Dinamarca, Eslovènia, els Estats Units, França, Holanda, Anglaterra... Per als més afectats, s'ha passat d'una

1. Insecticida neonicotinoide neurotòxic a base d'imidacloprid usat per al tractament de llavors.

Primavera sense brunzits. Per què desapareixen les abelles?

mortalitat hivernal «normal», inferior al 12 %, a unes mortaldats del 30 % i més (COLOSS, 2009).

Un dels països més afectats, i que ha liderat la «sortida de l'armari» del problema de la desaparició de les abelles, són els EUA. Els EUA produeixen el 80 % de la collita mundial d'ametlles, un cultiu mediterrani que necessita pol·linització. Sense abelles la seva productivitat disminueix dràsticament. Als EUA, la cabanya apícola ha disminuït dels 6.000.000 de ruscos el 1945 (vanEngelsdorp, 2010) als 2.500.000 actuals (United States Department of Agriculture [USDA], 2013). Això ha motivat l'aparició d'un grup d'estudi que, com el Prevention of Honey Bee Colony Losses (COLOSS) europeu, publica un informe anual sobre l'estat del problema (United States Department of Agriculture [USDA], 2012).

3.1. Factors de desaparició

A Espanya, durant els anys més durs de desaparició hivernal de ruscos, 2004 i 2005, a causa de la síndrome de desaparició de ruscos (SDR), algunes explotacions professionals de més de mil ruscos van perdre'n el 80 %. Bàsicament, els símptomes coincideixen amb allò que en els països anglosaxons s'anomena CCD (*colony collapse disorder*): els apicultors deixen els ruscos llestos per passar l'hivern, amb població i reserves, i quan passa un cert temps i tornen a revisar-los, ja no queden abelles, o en queden només poques, que moren perquè no poden mantenir les constants vitals del superindividu que és la colònia.

Des de 2004, estem participant en els treballs de seguiment d'abellars professionals amb SDR en diverses zones, i hem realitzat una sèrie de treballs en una de les més afectades, a Salamanca. Castella i Lleó té un cens de 379.000 ruscos, que són transhumants en un 90 % (el 80 % dels ruscos espanyols ho són); es traslladen d'unes floracions a les altres buscant ampliar el període de collita. Són freqüents entre dos i cinc trasllats per any dels ruscos, a distàncies que poden arribar als 600 quilòmetres. En una enquesta epidemiològica realitzada a trenta-quatre apicultors propietaris d'uns 100.000 ruscos, a l'hivern de 2004 la incidència de SDR va resultar més gran en abellars que transhumaven per la ruta sud, més seca, cap als gira-sols d'Andalusia, que no pas en els abellars que transhumaven per la ruta nord, amb més pluges, cap als matollars naturals de Burgos.

Per tal d'estudiar aquest problema i distingir la importància dels factors meteorològics, nutricionals i de toxicitat de l'entorn, des de 2006 hem efectuat seguiments de ruscos durant el període de tardor-hivern en diferents zones i hem analitzat els factors de risc: residus de plaguicides a l'entorn (aigua, vegetació), residus de plaguicides a l'interior dels ruscos (cera i pol·len) i estat nutricional i sanitari dels ruscos.

A. Gómez

FIGURA 3. *Abellar a Salamanca*



FONT: Antonio Gómez Pajuelo

FIGURA 4. *A: rusc en bon estat; B: rusc amb SDR*



FONT: Antonio Gómez Pajuelo.

Primavera sense brunzits. Per què desapareixen les abelles?

FIGURA 5. *Revisant ruscós als Pirineus*



FONT: Antonio Gómez Pajuelo.

FIGURA 6. *Transhumància de ruscos*



FONT: Juan González.

Els nostres resultats indiquen que hi ha tres factors que incideixen negativament en la supervivència hivernal de les abelles: la mala nutrició tardorrenca a causa d'una meteorologia desfavorable, els residus de plaguicides i la infestació per l'àcar varroa.

3.1.1. *Mala nutrició*

Les abelles viuen una mica més d'un mes en plena activitat (floració), tret d'aquelles que neixen a la tardor i de cara a l'hivern, les quals, com que no tenen activitat, viuen uns quants mesos. Les pluges de mitjan agost en endavant i la tardorada haurien d'afavorir l'aparició d'una floració que porti mel i pol·len i permeti el desenvolupament d'una nova generació d'abelles abans de l'hivern, joves i ben nodrides, amb reserves corporals i reserves a la colònia, que en permetin la supervivència fins a la primavera. Quan aquestes pluges fallen, o bé es concentren en unes poques tempestes torrencials, no té lloc aquest rejuveniment poblacional i els ruscos entren a l'hivern amb l'abella vella, que anirà morint al llarg de l'hivern, o bé amb abelles desno-

Primavera sense brunzits. Per què desapareixen les abelles?

FIGURA 7. Dues abelles, una ben nodrida i l'altra mal nodrida



FONT: Antonio Gómez Pajuelo.

drides, sense l'aportació dels aminoàcids del pol·len necessaris per a la construcció dels pèptids antimicrobians del seu sistema immunitari; més sensibles, per tant, a les malalties latents (*Nosema*, *N. ceranae*, virus...).

El canvi climàtic té molt a veure amb aquesta situació: nombrosos informes (Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC], 2013; National Aeronautics and Space Administration [NASA], 2013) tracten de l'augment de les temperatures al llarg dels darrers anys, la disminució de les pluges i l'augment dels desastres naturals.

3.1.2. Residus de plaguicides

En tots els països on s'han investigat els residus de plaguicides en la cera (Alemanya, l'Argentina, Xile, Espanya, els EUA, França, Suïssa, l'Uruguai...), se n'han trobat en més o menys quantitat. Hi ha certesa estadística que els nivells detectats en ceres espanyoles (Orantes *et al.*, 2010) posen en perill la salut de les abelles, ja que aquests residus es transfereixen al pol·len emmagatzemat en les bresques, i tant les larves com les abelles d'aquests rusc

A. Gómez

reben un aliment amb dosis subletals de tòxics, que les afectaran directament, crònicament o que desactivaran l'expressió dels gens del sistema immune i les deixaran exposades a l'atac de malalties latents.

Aquests tòxics poden pertànyer a dos grups: als acaricides que els mateixos apicultors apliquen als ruscós per tal de combatre l'àcar varroa (*Varroa destructor*) o als insecticides i herbicides d'ús agrícola.

Tal com s'ha esmentat, els treballs dels apicultors francesos iniciats el 1995, sobre la toxicitat del neonicotinoide Gaucho® en el gira-sol, així com els d'altres col·lectius i investigadors, han desembocat en una sèrie de prohibicions en l'ús d'aquests plaguicides. La UE ha publicat una revisió de l'evidència científica d'aquest dany, on fa responsables alguns neonicotinoides, aquells dels quals hi ha estudis, dels danys a les abelles (European Commission, 2013). Malgrat la pressió dels *lobbies* de fabricants de plaguicides (Bayer, Syngenta...), finalment, la UE ha aprovat una prohibició del seu ús en cultius atractius per a les abelles durant dos anys, decisió a revisar a partir de la informació que es generi durant aquest període (*Diari Oficial de la Unió Europea* [DOUE], 2013). Aquesta proposta és tímida, ja que hi ha citacions d'una permanència en terra de més de dos anys dels residus dels neonicotinoides aplicats a les llavors de gira-sol, colza, blat de moro..., i que aquests residus són absorbits per la flora que creix després en aquests terrenys, i acaben en els seus nèctars i pòl·lens amb efectes devastadors per a les abelles (Bonmatin *et al.*, 2003; Thompson, 2012; Saltykova *et al.*, 2013).

Aquests productes han causat seriosos danys a l'apicultura a Galícia, per la seva aplicació massiva contra una plaga dels eucaliptus, i a la de zones properes a horts familiars on s'utilitza de manera habitual Confidor®.²

3.1.3. *L'àcar varroa*

Durant els anys cinquanta la Unió Soviètica va posar en marxa un pla d'augment de les seves produccions agrícoles, que va portar ruscós d'abelles europees a la zona asiàtica. Allà van entrar en contacte amb l'abella asiàtica, i amb un dels seus paràsits, l'àcar varroa, que va passar als ruscós europeus causant estralls. El comerç internacional d'abelles i la difusió natural van fer que varroa anés dispersant-se; va entrar a Alemanya l'any 1974, a França l'any 1980 i a Espanya l'any 1985. Va passar a Amèrica i a l'Àfrica durant els anys setanta pel comerç de reines. Només algunes illes (Nova Caledònia, la Polinèsia...) se'n mantenen, de moment, lliures. Des de llavors és el perill més gran per a la supervivència dels ruscós a tot el món. Els apicultors estan obligats a controlar-lo utilitzant acaricides, els residus dels quals són acumulatius i generen problemes de supervivència a les abelles.

2. Plaguicida neonicotinoide neurotòxic a base d'imidacloprid.

FIGURA 8. *Varroa sobre una nimfa d'abella*



FONT: Antonio Gómez Pajuelo.

Varroa parasita les cries i les abelles adultes alimentant-se de la seva hemolimfa, cosa que pot matar les abelles atacades o debilitar-les, provocant els mateixos danys que una mala nutrició. A més, la seva picada trenca la barrera protectora de la quitina i, quan pica una abella malalta i a continuació altres abelles sanes, transmet una sèrie de virus, els efectes dels quals són més perillosos del normal a causa de la baixada de defenses que aquest parasitisme provoca.

4. CONCLUSIONS

La gran majoria dels equips de treball del món sobre aquest tema estan d'acord que el problema de la desaparició de les abelles, digui's SDR o CCD, és multifactorial. Per al nostre equip, aquests tres factors són els més importants. Qualsevol d'aquests, si té el pes suficient, pot provocar SDR en els ruscós, però també pot produir-se una sinergia entre dos o tres d'aquests, de manera que actuïn potenciant-se mútuament encara que estiguin en nivells més baixos que els que serien perillosos individualment.

A. Gómez

I aquests tres factors són comuns a tots els països afectats, amb més o menys intensitat segons les zones, el nivell de formació dels apicultors i els agricultors...

Només una acció conjunta del total d'actors implicats en aquest drama pot ajudar a pal·liar els efectes de les desmesurades accions humanes que ens han abocat a aquesta situació.

BIBLIOGRAFIA

- BONMATIN, J.; MOINEAU, I.; CHARVET, R.; FLECHE, C.; COLIN, M. E.; BENGSCH, E. R. (2003). «A LC/APCI-MS/MS Method for Analysis of Imidacloprid in Soils, in Plants, and in Pollens». *Analytical Chemistry*, núm. 75, p. 2027-2033. Disponible en línia a: <<http://www.unaf-apiculture.info/presse/Bonmatin1.pdf>>.
- COLOSS (2009). <<http://www.coloss.org/publications>>.
- DELAFLANE, K. S.; MAYER, D. F. (2000). *Crop pollination by bees*. Eallingford: CABI. 344 p.
- Diari Oficial de la Unió Europea*. Reglament d'execució núm. 485/2013 de la Comissió, de 24 de maig de 2013. Disponible en línia a: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2013:139:0012:0026:ES:PDF>>. [Modifica el Reglament d'execució núm. 540/2011 pel que fa a les condicions d'aprovació de les substàncies actives clotianidina, tiame-toxan i imidacloprid, i es prohibeixen l'ús i la venda de llavors tractades amb productes fitosanitaris que les continguin]
- Reglament d'execució núm. 768/2013 de la Comissió, de 8 d'agost de 2013. Disponible en línia a: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2013:214:0007:0008:ES:PDF>>. [Modifica el Reglament d'execució núm. 917/2004 pel qual s'estableixen disposicions d'aplicació del Reglament núm. 797/2004 del Consell relatiu a mesures en el sector de l'apicultura]
- EUROPEAN COMMISSION (EC) (2013). *Bees & Pesticides: Commission to proceed with plan to better protect bees*. [IP/13/379, 29.04.2013]. Disponible en línia a: <http://europa.eu/rapid/press-release_IP-13-379_en.htm>.
- EUROPEAN PARLIAMENT (2012). *Existing scientific evidence of the effects of neonicotinoid pesticides on bees*. Disponible en línia a: <<http://chil.org/innova/group/gtmel/document/existing-scientific-evidence-of-the-effects-of-neocotinoid-pesticides-on-bees>>.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (2013). *Climate change 2013: The physical science basis*. Ginebra. Disponible en línia a: <http://www.climatechange2013.org/images/uploads/WGIAR5_WGI-12Doc2b_Final-Draft_All.pdf>.
- KLEINSCHMIDT, G.; KONDOS, A. (1979). «Colony management on low quality pollens». *Australasian Beekeeper*, vol. 81, núm. 1, p. 5-6.

Primavera sense brunzits. Per què desapareixen les abelles?

- NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION (2013). *Climate change: How do we know?*. Disponible en línia a: <<http://climate.nasa.gov/evidence>>.
- ORANTES-BERMEJO, F. J.; GÓMEZ PAJUELO, A. (2013). «Tecnología RFDI en el control de los efectos de acaricidas y plaguicidas». *Apicultura Ibérica*, núm. 0, p. 38-44.
- ORANTES-BERMEJO, F. J.; GÓMEZ PAJUELO, A.; MEJÍAS, M.; TORRES, C. (2010). «Pesticide residues in beeswax and brebread samples collected from honey bee colonies (*Apis mellifera* L.) in Spain. Possible implications for bee losses». *Journal of Apicultural Research*, núm. 49 (3), p. 243-250.
- SALTYKOVA, E.; GAIFULLINA, L.; POSKRYAKOV, A.; NIKOLENKO, A. (2013). «Immuno-deficiency problem as the cause of weakening and loss of bee colonies on the background of neonicotinoids action». *Proceedings XXXXIII Apimondia International Congress*. Kíev. (En premsa)
- SANFORD, M. T. (1990). «A saga of SAD and BAD bees». *Apicultural Information and Issues (APIS)* [University of Florida], vol. 8, núm. 7, p. 1-4.
- THOMPSON, H. (2012). *Interaction between pesticides and other factors in effects on bees*. European Food Safety Authority. 204 p. Disponible en línia a: <<http://www.efsa.europa.eu/en/search/doc/340e.pdf>>.
- UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (2012). *Colony Collapse Disorder Progress Report CCD. Steering Committee June 2012*. Disponible en línia a: <<http://www.ars.usda.gov/is/br/ccd/ccdprogressreport2012.pdf>>.
- (2013). *Honey Bees and Colony Collapse Disorder*. Disponible en línia a: <<http://www.ars.usda.gov/news/docs.htm?docid=15572>>.
- VANÉNGELSDORP, D.; DORIS MEIXNER, M. (2010). «A historical review of managed honey bee populations in Europe and the United States and the factors that may affect them». *Journal of Invertebrate Pathology*, núm. 103 (supplement), p. 80-95.
- VIDAU, C.; DIOGON, M.; AUFAUVRE, J. (et al.) (2011). «Exposure to Sublethal Doses of Fipronil and Thiacloprid Highly Increases Mortality of Honeybees Previously Infected by *Nosema ceranae*». Disponible en línia a: <http://hal-sde.archives-ouvertes.fr/docs/00/81/47/78/PDF/Vidau2011_exposure.pdf>.