

Causas de la mortalidad de las colonias de abejas

Reza Shahrouzi
Consultor internacional
en apicultura,
P.O. Box 34185-451, Qazvin-Iran,
rezashahrouzi@yahoo.com



Tanto el medio ambiente como la agricultura dependen de distintas y numerosas especies polinizadoras, entre las que figuran 20.000 especies de himenópteros, de las cuales la abeja doméstica (*Apis mellifera*) es la más importante. Se ha calculado que el valor de los servicios ecológicos que prestan las abejas en todo el mundo es superior a 100.000 millones de dólares anuales. En 1997, diversos testimonios y artículos de prensa comenzaron a señalar un debilitamiento y una mortalidad aparentemente inhabituales en las colonias de abejas de varios países. Según los especialistas, entre 1997 y 2009 la producción nacional de miel disminuyó entre un 20% y un 30%.

En algunos casos, los colmenares pueden sufrir despoblaciones drásticas que limitan la producción de miel de manera directamente proporcional a la reducción del número de abejas. La mortalidad durante el invierno también puede aumentar debido al debilitamiento de las abejas al acabar la temporada apícola.



Las causas de la mortalidad de las colonias de abejas pueden clasificarse en seis categorías:

- las enfermedades y los parásitos de las abejas;
- los productos químicos;
- el medio ambiente;
- las técnicas apícolas;
- las técnicas agrícolas;
- el tratamiento de la varroosis.



Enfermedades y parásitos de las abejas

Las enfermedades y parasitosis de las abejas se deben a agentes depredadores: parásitos, hongos, bacterias y virus.

Actualmente se conocen 29 agentes patógenos de las abejas. Esta cifra, precisa y actualizada, se basa en numerosas publicaciones y, en particular, en los recientes estudios sobre la disminución de las poblaciones

de abejas. Si bien todos ellos pueden provocar la muerte de las colonias de abejas, las investigaciones más recientes sobre la mortandad, desaparición y debilitamiento de estas últimas – ya sea de manera individual o concomitante – apuntan a algunos en particular. Se trata, por ejemplo, de *Varroa destructor*, solo o asociado a otros agentes patógenos biológicos (virus, *Tropilaelaps mercedesae* y *Nosema cerenae*).



Productos químicos

Como todos los organismos vivos, las abejas están expuestas a los distintos productos químicos presentes en el medio ambiente. En las regiones agrícolas, se trata fundamentalmente de los productos fitosanitarios o pesticidas que se utilizan para proteger los cultivos contra determinados organismos nocivos (hongos, malas hierbas, insectos, nematodos, moluscos, roedores o aves). En la





© LeConte. Abeja pecoreadora de acacia

actualidad se comercializan aproximadamente 5.000 productos fitosanitarios fabricados con alrededor de 450 sustancias activas (inventario realizado por la asociación francesa ACTA: *Association de coordination technique agricole*).



Medio ambiente

Entre las causas de la mortalidad de las colonias de abejas posiblemente asociadas al medio ambiente suelen citarse los recursos alimentarios y los factores climáticos

Recursos alimentarios

Uno de los componentes más importantes de la alimentación de las abejas son los glúcidos, que cubren las necesidades energéticas necesarias para la termorregulación y la realización de las tareas de mantenimiento de las colmenas: limpieza de las celdas, alimentación de las crías, vuelos en

busca de alimentos, etc. Por lo general, los glúcidos se almacenan en el organismo en forma de cuerpos grasos. Las abejas metabolizan los azúcares presentes en el néctar de las flores (glucosa, fructosa, trehalosa y maltosa), pero no los contenidos en las secreciones o mielatos de algunos insectos (rafinosa). La termorregulación es particularmente importante para mantener una temperatura de 34°C en torno a las crías.

En invierno, la temperatura del racimo de abejas no debe ser inferior a 13°C. En las regiones templadas, el consumo de azúcares de una colonia de abejas oscila entre 19 y 25 kg en invierno, alcanzando alrededor de 80 kg en todo el año. Numerosos factores influyen en la cantidad y calidad de la alimentación de un colmenar.

El polen, fuente de proteínas, es indispensable para el crecimiento de las colonias de abejas y el

mantenimiento de sus funciones

vitales, como son las funciones enzimáticas y la reproducción.

En particular, contribuye al desarrollo de las glándulas hipofaríngeas y los cuerpos grasos de las abejas jóvenes.

Si las nodrizas no consumen suficiente cantidad de polen, sus glándulas hipofaríngeas no se desarrollan correctamente y dejan de producir jalea real en cantidad suficiente para el crecimiento normal de las crías y la alimentación adecuada de la reina (las secreciones hipofaríngeas proporcionan alrededor del 95% de las proteínas necesarias para el desarrollo de una larva).

El polen se almacena en las celdas de manera parecida al ensilaje, en los llamados panes de abeja, de mayor valor biológico que el polen fresco debido a su fermentación bajo la acción de tres cepas de *Saccharomyces* y una de lactobacilos (Pain et Maugenet, 1966). El contenido proteico varía en función de la especie botánica. Si el porcentaje de proteínas contenidas en la vegetación aumenta del 20% al 30%, la cantidad de polen necesaria para asimilar una misma cantidad de proteínas puede disminuir hasta un 50%. Ese porcentaje debe ser del 25% como mínimo en período de mielada media y superior al 30%, en período de mielada intensa (Kleinschmidt, 1986). El equilibrio entre los aminoácidos varía considerablemente en función de las especies vegetales.

Respecto de los lípidos, la información sobre las cantidades de ácidos grasos, esteroides y fosfolípidos necesarias en la alimentación de las abejas es aún escasa. El consumo de



polen cubre esas necesidades. Los esteroides son particularmente importantes, puesto que contribuyen a la producción de la ecdisoma, hormona de la muda.

Al parecer, las carencias de minerales y vitaminas no plantean dificultades tan importantes como la escasez de proteínas, glúcidos o agua (Bruneau, 2006).

Debe destacarse la importancia del abastecimiento de agua, en particular durante los períodos de calor intenso, puesto que la disminución de las fuentes de abastecimiento puede limitar sustancialmente la supervivencia de las colonias.

Factores climáticos

Tras una fuerte sequía, la floración de las plantas melíferas y poliníferas puede atenuarse rápidamente durante el verano y desaparecer. Las bajas temperaturas y, en particular los picos de frío, influyen en el desarrollo de las colonias de abejas. La temperatura es un factor determinante para la vitalidad de las colonias. Las abejas mantienen a las crías a una temperatura precisa ($34,5 \pm 0,5^\circ\text{C}$), independientemente de las fluctuaciones de la temperatura ambiente. Si la temperatura del nido es superior, las futuras abejas, aunque de morfología normal, acusarán deficiencias en materia de aprendizaje

y memorización (Tautz *et al.*, 2003; Jones *et al.*, 2005). Bühler *et al.* estudiaron los efectos de la concentración de CO_2 y de la temperatura en las colmenas: si las condiciones climáticas corresponden a las que reinan en los nidos de cría (1,5% de CO_2 y 35°C dentro de la colmena) las abejas tendrán la misma fisiología que las abejas de verano, cuya esperanza de vida es muy corta; si la concentración de CO_2 es estable pero la temperatura baja de 35°C a 27°C , las obreras serán fisiológicamente similares a las abejas de invierno (Bühler *et al.*, 1983).

Crailsheim *et al.* demostraron que las fluctuaciones climáticas influyen en el comportamiento de las nodrizas y las pecoreadoras, especialmente en lo que respecta a la recolección de néctar y su transporte a la colmena y a la distribución de los alimentos. Por consiguiente, las condiciones climáticas pueden modificar el desarrollo de las colonias y la esperanza de vida de las abejas (Crailsheim *et al.*, 1999).



Técnicas apícolas

Debido a su organización, así como a las relaciones de trabajo entre los individuos que las componen, es indispensable que las poblaciones de las colonias sean equilibradas. Un número insuficiente de obreras, nodrizas o pecoreadoras puede perturbar la vida de una colonia. Los apicultores han de mantener el equilibrio demográfico apropiado. Su función consiste en favorecer la perennidad de las colonias mediante técnicas y métodos adecuados para permitir la producción anual de miel.

La escasez de obreras y, por consiguiente, de alimentos, retrasa el desarrollo de las colonias y disminuye su población. Si ésta es demasiado reducida durante el invierno, no le será posible mantener la temperatura necesaria para la supervivencia del racimo invernal. Si la muerte de la reina se produce durante el período sin zánganos, es decir, sin fecundación, la colonia puede desaparecer. Durante la inspección de las colonias, los apicultores nunca deben incomodar a las reinas. También han de marcar las abejas para controlar su edad y reemplazarlas a tiempo, a fin de disponer de ejemplares de vitalidad máxima, que por lo general se limita a los dos primeros años de vida. Las colonias no deben dividirse cuando el año ya está avanzado, para evitar que se pierdan las nuevas colonias que no se desarrollaron suficientemente durante el invierno.

El mantenimiento general del colmenar también es importante. Para favorecer el desarrollo de las colonias es preciso aplicar reglas de sentido común. La humedad debe ser la menor posible en las colmenas; para ello es preciso aislarlas del suelo e impedir la acumulación de agua de lluvia. Asimismo, en el colmenar se ha de suprimir la vegetación, se han de utilizar soportes que impidan la acumulación de aguas residuales, se ha de mantener la piquera despejada y de instalar un bebedero en las cercanías.

En primavera e inicios de verano es indispensable inspeccionar periódicamente el colmenar para evitar o detener, en la medida de lo posible, la enjambrazón. Cuando una colonia se



fragmenta, aproximadamente la mitad, o incluso dos tercios, de la población la abandona para fundar otra colonia.

La ausencia momentánea de una reina fértil amplifica este fenómeno.

La inspección de las colonias permite:

- prevenir el inicio del proceso de enjambrazón mediante el aumento del volumen de la colmena, la creación de enjambres artificiales, etc.;
- evitar la enjambrazón mediante la destrucción de las celdas reales;
- conocer el motivo de la despoblación de las colonias.

En las regiones templadas, la enjambrazón puede producirse hasta fines de junio y la colonia necesitará varias semanas para restablecer la población inicial. Además de la disminución del número de abejas, también se observa una importante reducción de la producción de miel. Asimismo, tras la enjambrazón, los apicultores deben adaptar el volumen de la colmena a la población restante, a efectos de reducir al mínimo los gastos inútiles de energía y evitar el desarrollo de parásitos – en particular de polillas – en los espacios vacíos.

El ciclo de vida de una colonia y su supervivencia dependen en gran medida de la vegetación presente en el entorno y, en particular, de la existencia de fuentes de polen y néctar. Al instalar un colmenar deben tenerse en cuenta dos factores:

- los recursos nutritivos existentes durante toda la temporada y, en particular, antes del período crítico del invierno;
- el número de colonias en cada colmenar.

Durante la floración de plantas altamente melíferas y poliníferas puede



© LeConte. Abeja pecoreadora de lavanda

instalarse un número importante de colonias en cada colmenar. Pero, cuando los alimentos comienzan a escasear, es preciso adaptar el número de colonias de los colmenares de modo que cada una de ellas disponga de suficientes reservas de proteínas y nutrientes para el desarrollo de las abejas de invierno, cuya esperanza de vida es larga.

La presencia permanente de trampas de polen en las colonias puede provocar carencias alimentarias y comprometer la sustitución de las reinas.

También se ha demostrado que la mortalidad puede deberse a la falta de alimentos durante el invierno.

Cuando recogen la miel, es decir, la reserva de hidratos de carbono almacenados en las alzas, los apicultores deben aportar a las abejas un complemento nutritivo, porque el déficit alimenticio provoca la muerte de las colonias. Las abejas pueden pasar hambre por cuatro motivos:

- la escasez de alimentos;
- un aporte de alimentos por el apicultor que no corresponda a las necesidades de la nueva cepa de abejas;
- una prolongación de las condiciones climáticas desfavorables del invierno en

la primavera que impida la recolección de alimentos;

- la alternancia de breves fases de recalentamiento y largos períodos de frío que provocan la apertura y el cierre de los racimos de abejas lejos de los alimentos almacenados en la colmena y todavía suficientes (Haubruge *et al.*, 2006).

En función de las técnicas apícolas utilizadas, la selección de las reinas también puede representar un factor de riesgo.

Se considera generalmente que los criterios actuales de selección son insuficientes para garantizar colonias sanas, fuertes y de alto rendimiento (Imdorf *et al.*, 2007). Hasta la fecha, la selección se basaba fundamentalmente en:

- el comportamiento y, en particular, la ausencia de agresividad de las colonias de abejas;
- la producción de miel.

Los apicultores concedían mayor importancia a estos dos criterios de selección que al comportamiento higiénico de las abejas, tanto entre ellas como con las crías.

La lucha contra los distintos agentes patógenos que pueden desarrollarse en el colmenar es otro factor que depende de la técnica apícola empleada. Hace ya varios años

que se han observado fenómenos de resistencia a los acaricidas en distintos países, donde la eficacia de las moléculas autorizadas para luchar contra *V. destructor* ha disminuido. Esa resistencia parece deberse fundamentalmente a la utilización de un número muy reducido de moléculas acaricidas en los colmenares, sin alternarlas. En varios países se han observado resistencias al fluvalinato y a otros acaricidas que podrían tener graves repercusiones en la eficacia del tratamiento (Elzen *et al.*, 1998; Pettis, 2004; Faucon, 2000; Shahrouzi, 2007). Por consiguiente, si la población de la colonia ya ha sufrido daños demasiado importantes, la aplicación de un único tratamiento acaricida en otoño podría resultar insuficiente.

Los apicultores pueden contaminar los colmenares cuando:

- introducen abejas o crías procedentes de colonias infestadas o contaminadas en los colmenares sanos;
- añaden colonias tratadas, pero que aún son portadoras de agentes patógenos, a colonias sanas;
- reutilizan colmenas sin desinfección previa.



Técnicas agrícolas

Las técnicas agrícolas han evolucionado considerablemente en las últimas décadas.

© LeConte. Abeja pecoreadora de brezo



En la mayoría de las zonas agrícolas, la rotación de los cultivos se ha simplificado y, por consiguiente, ha disminuido la producción de algunas plantas melíferas, en particular, las leguminosas.

En esas zonas suelen cultivarse cereales en detrimento de las especies entomófilas, como colza, habas panosas, trébol, etc. Debe destacarse la nocividad de los monocultivos de especies botánicas de bajo potencial polínifero y nectarífero, como los cereales y el girasol, que provocan la alternancia de períodos de abundancia y de escasez de alimentos. Además, destruyen componentes fijos del paisaje, como taludes, setos, bordes de rutas y pastos a orilla de ríos y caminos. De ese modo, la agricultura intensiva reduce los recursos alimentarios de las abejas domésticas. La disminución de la biodiversidad de plantas políferas y melíferas en las zonas rurales es consecuencia directa de la presencia simultánea de herbicidas – totales o selectivos – y de monocultivos, en particular, de la producción de plantas sin interés para las abejas, como los cereales. Las abejas acuden con mucha frecuencia a los campos de facelias o trébol blanco y esparceta, pero esas praderas floridas se siegan antes de acabar la floración, lo que ocasiona numerosas muertes de abejas por falta de alimentos.



Tratamiento contra la varroosis

Para ofrecer las mayores garantías posibles de supervivencia a las abejas que preparan la invernada, el primer tratamiento debe realizarse imperativamente entre fines de

septiembre y principios de octubre, con un producto suficientemente eficaz para que no quede un número de parásitos superior a 50 en las colmenas. La aplicación de un tratamiento eficaz en el momento oportuno es sumamente importante, ya que a la presencia de parásitos pueden sumarse otros factores de riesgo, como la calidad de la alimentación polínica de las abejas en otoño (necesaria para el desarrollo de cuerpos grasos), la presencia de parásitos oportunistas, como *Nosema* sp., o de colmenares infestados de parásitos en las cercanías, el rigor del invierno, etc.

Si las colonias de un colmenar se encuentran en una zona propicia al desarrollo precoz de las crías (factor que favorece la multiplicación de *V. destructor*), el segundo tratamiento debe aplicarse a principios de primavera.

Pero, independientemente del tratamiento utilizado, está demostrado que un número reducido y variable de colonias conservan una elevada cantidad de parásitos que pueden volver a contaminar a las demás colonias del colmenar y debilitarlas.

De los medicamentos autorizados hasta la fecha, el Apivar NT y el Bayvarol® demuestran tener un grado de eficacia suficiente y deberían utilizarse preferentemente.

Síndrome de la desaparición de las colonias de abejas

Se trata de la rápida desaparición de la población de abejas adultas de una colonia, sin que se encuentren abejas muertas en la colonia o sus alrededores (Oldroyd, 2007; Stokstad, 2007a; 2007b). En la fase terminal, tan solo



quedan la reina y algunas abejas recién nacidas, pese a la existencia en el colmenar de reservas de alimentos y celdas operculadas. El fenómeno se ha observado principalmente durante las pérdidas invernales y sólo se han estudiado las abejas supervivientes, puesto que el síndrome provoca la desaparición de la mayor parte de la población de la colonia. Según algunos autores, *V. destructor* desempeña un papel importante en este fenómeno. Los primeros estudios revelaron la presencia de numerosos agentes patógenos, pero no fue posible determinar la causa específica del síndrome (Pettis *et al.*, 2007). Una serie de observaciones preliminares tienden sin embargo a demostrar que este síndrome es transmisible y, por consiguiente, podría ser provocado por uno o varios agentes patógenos.

Bibliografía

- Bruderer C. & Hermieu Y. (2008). – Les abeilles vont-elles disparaître ? *L'Oiseau magazine*, **90**, 24-27.
- Bruneau E. (2006). – Nutrition et malnutrition des abeilles. Biodiversité des plantes : une clé pour l'alimentation et la survie des abeilles. Actas de la *Académie d'Agriculture de France*, Sesión del 14 de junio, 10 págs. (www.spmf.fr/enligne/bruneau_%20integral_14_06.pdf).
- Bühler A., Lanzrein B. & Wille H. (1983). – Influence of temperature and carbon dioxide concentration on juvenile hormone titre and dependent parameters of adult worker honey bees (*Apis mellifera* L.). *Journal of Insect Physiology*, **29**, 885-893.
- Celle O., Schur F., Blanchard P. & Faucon J.P. – Mortalités de colonies : recensement exhaustif et causes explicatives des cas de début d'année (en prensa).
- Craillshem K., Riessberger Blaschon B., Nowogrodzki R. & Hrassnigg N. (1999). – Short-term effects of simulated bad weather conditions upon the behaviour of food-storer honeybees during day and night (*Apis mellifera carnica* Pollmann). *Apidologie*, **30** (4), 299-310.
- De Vericourt M. (2007). – Abeilles : Pourquoi meurent-elles toujours ? *Science et vie*, **1073**, 78-81.
- Elzen P.J., Eischen F.A., Baxter J.B., Pettis J., Elzen G.W. & Wilson W.T. (1998). – Fluvalinate resistance in *Varroa jacobsoni* from several geographical locations. *American Bee Journal*, **138** (9), 674-676.
- Faucon J.P. (2006). – Mortalités hivernales 2005-2006. *Abeille Française*, **212**, 485-488.
- Faucon J.P. & Ribière M. (2003). – Les causes d'affaiblissement des colonies d'abeilles. *Bulletin des GTV*, **20**, 15-18.
- Faucon J.P. & Chauzat M.P. (2008). – Varroase et autres maladies des abeilles, les causes majeures de mortalités de colonies en France. *Bulletin de l'Académie Vétérinaire de France*, **161**, (3), 257-263 (www.academie-veterinaire-defrance.org/bulletin/pdf/2008/numero03/257.pdf).
- Faucon J.P., Clément M.C., Martel A.C., Drajnudel P., Zeggane S., Schurr F., & Aubert, M.F.A. (2008). – Mortalités de colonies d'abeilles (*Apis mellifera*) au cours de l'hiver 2005-2006 en France : enquête sur le plateau de Valensole et enquête sur 18 ruchers de différents départements Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments, Sophia Antipolis (www.api-connaissance-sanitaire.fr/Mort2005.pdf).
- Haubrugre E., Nguyen B.K., Widart J., Thomé J.-P., Fickers P. & Depauw E. (2006). – Le dépérissement de l'abeille domestique, *Apis mellifera* L., 1758 (Hymenoptera: Apidae) : faits et causes probables. *Notes fauniques de Gembloux*, **59**, 3-21. www.fsagx.ac.be/zg/Sujets_d_actualite/Abeilles/1585.pdf.
- Imdorf A., Charrière J.-D. & Gallmann P. (2007). – Quelles sont les causes possibles des pertes de colonies de ces dernières années ? Centre Suisse de Recherches apicoles. Station de Recherches Agroscope, Berne, 7 págs.
- Jones J., Helliwell P., Beekman M., Maleszka R.J. & Oldroyd B.P. (2005). – The effects of rearing temperature on developmental stability and learning and memory in the honey bee, *Apis mellifera*. *Journal of Comparative Physiology*, **A 191** (2), 1121-1129.
- Kleinschmidt G.J. (1986). – Nutrition for long life bees. Research paper 3.5.7. Queensland Agric. College, Lawes, Queensland. Dept of Plant Protection and the Queensland Beekeepers Association.
- Le Conte Y. & Ellis M. (2008). – Mortalités et dépopulations des colonies d'abeilles domestiques : le cas américain. *Biofutur*, **284**, 49-53.
- Martin S.J. (2004). – Acaricid (pyrethroid) resistance in *Varroa destructor*. *Bee World* **4**, 85, 67-69.
- Oldroyd B.P. (2007). – What's killing American honey bees? *PLoS Biology*, **5**, (6), 1195-1199.
- Pain J. & Maugenet J. (1966). – Recherches biochimiques et physiologiques sur le pollen emmagasiné par les abeilles. *Annales de l'Abeille*, **9**, 209-236.
- Pettis J.S. (2004). – A scientific note on *Varroa destructor* resistance to coumaphos in the United States. *Apidologie*, **35** (1), 91-92.
- Pettis J., Vanengelsdorp D. & Cox-Foster D. (2007). – Colony Collapse Disorder Working Group Pathogen Subgroup Progress Report. *American Bee Journal*, **147** (7), 595-597.



nuevas publicaciones de la OIE

Lengua azul en el norte de Europa

Recientemente impresa: versión española

Coordinadores y Editores:

C. Saegerman, F. Reviriego-Gordejo & P.-P. Pastoret

En español

Formato: 21 × 24 cm.

96 págs.

ISBN 978-92-9044-725-2

Precio: 35 €



La lengua azul o la fiebre catarral ovina (FCO) es una enfermedad de importancia mundial, de origen viral, infeccioso y vectorial. Afecta a razas de ovejas y a varias especies de venados. Habitualmente, la infección no es visible en los bovinos que sirven como reservorios del virus. Sin embargo, algunos serotipos, como el serotipo 8 (BTV-8) que ha causado recientemente una epizootia severa de FCO al Norte de Europa, pueden mostrar una virulencia más importante en los bovinos.

Por lo tanto, la redacción de un folleto científico que tenga como objetivo la descripción del episodio de FCO al Norte de Europa, es de una gran utilidad para los veterinarios y los profesionales de la sanidad animal en el marco de la detección precoz de la FCO y otras enfermedades emergentes.

Ribièrè M., Ball B. & Aubert M. (2008). – Natural history and geographical distribution of honey bee viruses. *In* *Virology and the Honey Bee* (coordinadores: M. Aubert, B. Ball, I. Fries, R. Moritz, N. Milani & I. Bernardinelli), Comisión Europea, Bruselas.

Sammataro D., Gerson U. & Needham G. (2000). – Parasitic mites of honey bees: life history, implications and impact. *Annual Review of Entomology*, **45**, 519-548.

Shahrouzi R. (2006). – L'apiculture au xx^e siècle en Iran (www.apiculture.com/articles/fr/apiculture_iran.htm).

Shahrouzi R. (2007). – La résistance de varroa aux pyrethrinoides en Iran (www.apiculture.com/articles/fr/resistance_varroa_iran_pyrethrinoides.htm).

Shahrouzi R. (2007). – Natural and chemical control of *Varroa destructor* in Iran (www.beekeeping.com/articles/us/chimical_control-varroa_iran.htm).

Shahrouzi R. (2008). – L'apiculture dans le développement agricole l'exemple de la région de Rustaq en Afghanistan (www.beekeeping.com/articles/fr/apiculture_developpement_agricole_afghanistan.pdf).

Shahrouzi R. (2008). – Natural and chemical control of *Varroa destructor* and *Tropilaelaps mercedesae* in Afghanistan (www.beekeeping.com/articles/us/natural_chemical_control_%20of_varroa.pdf).

Stokstad E. (2007a). – Genomics: Puzzling decline of U.S. bees linked to virus from Australia. *Science*, **317** (5843), 1304-1305.

Stokstad E. (2007b). – The case of the empty hives. *Science*, **316** (5827), 970-972.

Tautz J., Maier S., Groh C., Rossler W. & Brockmann A. (2003). – Behavioral performance in adult honey bees is influenced by the temperature experienced during their larval development. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, **100**, (12), 7343-7347.

Vanengelsdorp D., Underwood R., Caron D. & Hayes J. (2007). – An estimate of managed colony losses in the winter of 2006-2007: a report commissioned by the apiary inspectors of America. *American Bee Journal*, **147** (7), 599-609.