**Informe**

**Efectos específicos por país de los plaguicidas neonicotinoides en abejas melíferas y abejas silvestres (polinizadores)**

<http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393>

*Science* 30 Jun 2017: Vol. 356, Issue 6345, pp. 1393-1395 DOI: 10.1126/science.aaa1190

Traducción: Red de Acción en Plaguicidas RAP-Chile, Lucía Sepúlveda R.

**Daño confirmado**

Estudios tempranos de los impactos de los insecticidas neonicotinoides en los insectos polinizadores mostraban ya un daño importante. Sin embargo, una crítica persistente era que los estudios no representaban niveles de campo realistas de los químicos o de las condiciones ambientales imperantes. Dos estudios llevados a cabo en dos países y dos continentes diferentes confirman que los neonicotinoides afectan la salud de las abejas (ver Perspectiva, de Kerr). Tsvetkov *et al.* Sostienen que las abejas cercanas a cultivos de raps (canola) están expuestas a neonicotinoides por 3 o 4 meses a través de polen no objetivo, lo que tiene como resultado una disminución de su sobrevivencia y de sus respuestas del sistema inmunológico, especialmente cuando hay co-exposición a un fungicida químico utilizado generalmente. Woodcock *et al,* en un experimento en varias comunas en semillas de raps en Europa, encontraron que la exposición a neonicotinoides desde diversas fuentes no objetivo reduce el éxito de la invernada y la reproducción de la colmena, tanto en las abejas melíferas como en las abejas silvestres. Estos resultados de campo confirman que los neonicotinoides afectan negativamente la salud de los polinizadores bajo condiciones agrícolas reales.

*Science*, edición actual p. [**1395**](http://science.sciencemag.org/lookup/doi/10.1126/science.aam7470), p. [**1393**](http://science.sciencemag.org/lookup/doi/10.1126/science.aaa1190); ver también p. [**1331**](http://science.sciencemag.org/lookup/doi/10.1126/science.aan6713)

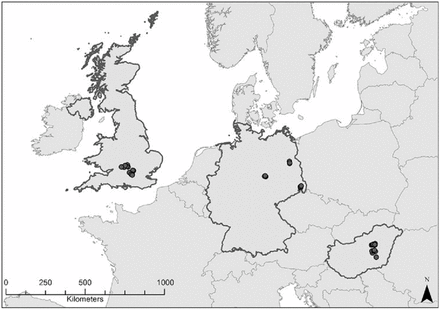
**Resumen ejecutivo**

La desinfección (recubrimiento) de semillas con neonicotinoides ha causado preocupación en todo el mundo. Usamos experimentos en grandes campos para evaluar los efectos de cultivos tratados con neonicotinoides en tres especies de abejas de tres países (Hungría, Alemania y el Reino Unido). La siembra de raps para aceite realizada en invierno se cultivó comercialmente con semillas recubiertas con neonicotinoides (clotianidina o thiametoxam) o bien con semillas de control, sin tratamiento. Para las abejas melíferas, encontramos tanto efectos negativos (Hungría y Reino Unido) como positivos (Alemania) durante la floración del cultivo. En Hungría los impactos negativos en abejas melíferas (asociados a clotianidina) se prolongaban después del invierno y tenían como resultado menos colonias para la primavera siguiente (disminución del 24%). En las abejas silvestres (*Bombus terrestris* and *Osmia bicornis*) la reproducción se correlacionó negativamente con los residuos de neonicotinoides. Estos hallazgos señalan que los neonicotinoides causan una reducción de la capacidad de las especies de abejas para establecer nuevas poblaciones el año siguiente a la exposición.

La disminución global de las abejas melíferas y silvestres ha sido asociada a patógenos, cambio climático, alteraciones de su hábitat, y uso de plaguicidas (([***1***](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393.full#ref-1)–[***3***](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393.full#ref-3)). La amenaza potencial del recubrimiento de semillas con neonicotinoides aplicados a los cultivos durante la floración ha sido objeto de mucho debate ([***4***](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393.full#ref-4)–[***9***](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393.full#ref-9)). Se ha mostrado que los neonicotinoides aumentan la mortalidad de las abejas melíferas ya que debilitan su capacidad de habitar la colmena y ([***4***](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393.full#ref-4)) reducen el éxito reproductivo de los abejorros ([***8***](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393.full#ref-8), [***12***](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393.full#ref-12), [***13***](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393.full#ref-13)) y de las abejas solitarias([***8***](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393.full#ref-8), [***11***](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393.full#ref-11)); otros estudios muestran cero efecto ([***8***](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393.full#ref-8), [***12***](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393.full#ref-12), [***13***](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393.full#ref-13)). Hay información limitada de estudios replicados sobre sobrevida de largo plazo de colmenas de abejas melíferas después de la exposición [ver ([***12***](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393.full#ref-12))]. Se requieren experimentos a escala de campo bajo condiciones agrícolas del mundo real para integrar las variaciones espaciales, temporales y específicas por especie con vistas a poder comprender los impactos de los nenonicotinoides en las abejas ([***8***](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393.full#ref-8), [***12***](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393.full#ref-12), [***14***](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393.full#ref-14)–[***16***](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393.full#ref-16)). Esos estudios deberían explorar los impactos de diferentes formulaciones de neonicotinoides, uso de la tierra y clima regional. En un experimento de gran escala que abarcó tres países europeos, experimentamos sobre la hipótesis que (i) la exposición a tratamientos de semilla que contiene neonicotinoides afectaba el potencial reproductivo de las especies de abejas manejadas y de las silvestres y (ii) vimos si esos efectos diferían entre los países.

En cada uno de los 33 lugares (9 en Alemania: 12 en Hungría y 12 en Reino Unido) se estableció un promedio de 63,1 há de cultivos invernales de raps para aceite ([**Fig. 1**](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393.full#F1), fig. S1, y tabla S1) Unimos los sitios en grupos de 3 (con una distancia no menor de 3.2 km entre los sitios) y ubicamos al azar sitios para uno de tres tratamientos: (i) 11.86 a 18.05 gramos de ingrediente activo clotianidina aplicada por hectarea (g a.i. ha−1) con un fungicida (thriam y procloraz) y piretroide no sistémico (beta ciflutrina, nombre comercial Modesto); (ii) 10.07 a 11.14 de ingrediente activo thiamethoxam aplicados por hectárea, y combinados con los fungicidas fludioxonil y metalazil-M (nombre comercial Cruiser); y cultivo de raps para aceite, de control sin tratamiento de neonicotinoides, el cual recibió un fungicida comercial (thriam y dimetomorf en Alemania y Hungría, y thriam y procloraz en el Reino Unido). Todos los tratamientos recibieron insumos comerciales típicos de plaguicidas (por e j. Lambda-cialotrina) y fertilizantes, de manera estandarizada en el grupo de tres.

En cada sitio se introdujo colmenas estándares de abejas melíferas *Apis mellifera* y abejorros silvestres *Bombus terrestris* y abeja solitaria. Para melíferas, cuantificamos los impactos de los tratamientos en la viabilidad de la colmena durante el período de la floración y en el año siguiente a la exposición (sobrevida de a colmena y de obreros después del invierno, alimentos y cantidad de celdas para almacenamiento). La capacidad post invierno define la persistencia por años de las abejas melíferas. Para  *B.terrestris*, medimos los impactos sobre la producción dentro de un año reproductivo (aumento de peso de la colmena y de las obreras, la reina y la producción de zánganos) y para *O.bicornis* medimos el número de celdas reproductivas producido (tabla S2). Los neonicotinoides pueden ser persistentes y extendidos en los agroecosistemas ([***17***](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393.full#ref-17), [***18***](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393.full#ref-18)) de manera que cuantificamos los residuos tanto en los nidos de especies de abejas y de aquellas expresadas en el cultivo.

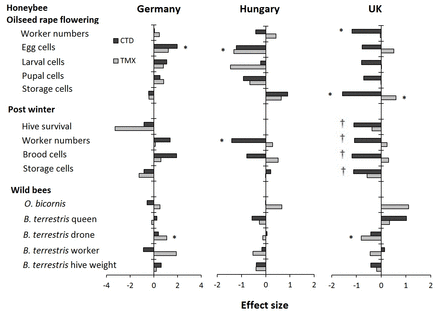
**[](https://d2ufo47lrtsv5s.cloudfront.net/content/sci/356/6345/1393/F1.large.jpg?width=800&height=600&carousel=1)**

* [**Download high-res image**](https://d2ufo47lrtsv5s.cloudfront.net/content/sci/356/6345/1393/F1.large.jpg?download=true)
* [**Open in new tab**](https://d2ufo47lrtsv5s.cloudfront.net/content/sci/356/6345/1393/F1.large.jpg)
* [**Download Powerpoint**](http://science.sciencemag.org/highwire/powerpoint/696239)

**Fig. 1Ubicación de los 33 sitios de experimentos en Reino Unido, Hungría y Alemania.**

Ver fig. S2 para una representación con diagrama del montaje del experimento.

Encontramos que el tratamiento de semillas de neonicotinoides afectó la viabilidad entre año y año de las colmenas de abejas melíferas después del período de invierno, de una manera específica para cada país. En Hungría, el número de obreras era 24% más bajo donde se usó clotianidina, en comparación con el grupo de control. [× país de tratamiento: χ2(6) = 1.47, *P* = 0.01, variación explicada = 59.4%] ([**Fig. 2**](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393.full#F2)), sin efecto significativo de thiametoxam. Era más probable que se expresara clotianidana en el cultivo cuando se aplicó como tratamiento de semilla, lo cual identificó un mecanismo de exposición a las abejas [χ2(2) = 6.46, *P* = 0.04], pero esto no fue así para el caso de thiamethoxam (tabla S3). En el Reino Unido, la alta mortalidad de las colmenas anticipó un análisis estadístico formal de las cantidades de obreras después de la estación de invierno. Sin embargo, las cifras medias de obreras eran zero para todos los 4 sitios tratados con clotianidana pero estaban sobre cero para dos de los grupos control y para uno de los sitios de thiamethoxam (table S2 and [**Fig. 2**](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393.full#F2)). La cantidad de obreras post invierno en Alemania no mostró efectos del tratamiento (tabla S4). El alimento de las colmenas después del invierno, los productos almacenados en la colmena (polen y néctar) y la probabilidad de colmenas que sobreviven el invierno no fueron afectados por los tratamientos de semillas (tabla S3).

**[](https://d2ufo47lrtsv5s.cloudfront.net/content/sci/356/6345/1393/F2.large.jpg?width=800&height=600&carousel=1)**

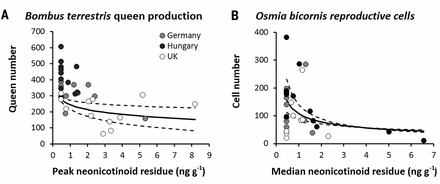
* [**Download high-res image**](https://d2ufo47lrtsv5s.cloudfront.net/content/sci/356/6345/1393/F2.large.jpg?download=true)
* [**Open in new tab**](https://d2ufo47lrtsv5s.cloudfront.net/content/sci/356/6345/1393/F2.large.jpg)
* [**Download Powerpoint**](http://science.sciencemag.org/highwire/powerpoint/696218)

**Fig. 2Resumen del volumen de impactos para la respuesta de abejas melíferas a los tratamientos de semillas con neonicotinoides**

Un volumen de efecto representa la diferencia entre la respuesta de la población media para un tratamiento dado de semilla y del grupo control dentro de un país, con su diferencia dividida por la desviación estándar acumulada, donde el asterisco (\*) indica una diferencia significativa entre el grupo control y el tratado con semilla (ya sea con TMX thiamethoxam) o CTD (clotianidina) determinada desde los medias previstas de modelo“*y ~ tratamiento de semilla × país + block/país*.” El símbolo de la daga (†) indica una sobrevivencia de una colmena demasiado baja como para entrar en el análisis formal. Destacamos que el volumen de los impactos difiere de país a país.

Ni la reina *B. terrestris* ni la producción de celdas para huevos de *O. bicornis* fueron afectadas directamente por los tratamientos de semillas o por su interacción con el país (tabla S5). Sin embargo, lo estaban negativamente de forma correlativa con el peak, la variación explicada = 13.5%] ([**Fig. 3A**](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393.full#F3)) y la mediana [χ2(1) = 4.34, *P* = 0.04, variación explicada = 0.8%] ([**Fig. 3B**](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393.full#F3)) los residuos de neonicotinoides en los nidos (clotinidina, thiametoxam e imidacloprid combinadas).

[χ2(1) = 2.09, *P* = 0.03 No se aplicó imidacloprid como parte de esta investigación, y su presencia es probable que sea el resultado de una contaminación ambiental por su amplio uso agronómico previo ([***17***](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393.full#ref-17), [***18***](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393.full#ref-18)). Los residuos de neonicotinoides detectados en los productos almacenados en la colmena no diferían en respuesta a los tratamientos de semillas para cualquiera de las especies de abejas (tabla S6). Esto puede deberse a la conjunción de productos almacenados en la colmena a nivel del sitio para análisis de residuos, lo cual puede haber ocultado la heterogeneidad de los residuos existentes en el sitio. La correlación negativa para la producción de la reina de *B. terrestris* siguió siendo significativa cuando excluimos los sitios que tenían residues de imidacloprid [χ2(1) = 2.14, *P* = 0.02], aunque no fue así para  *bicornis* [χ2(1) = 0.05, *P* = 0.81]. Las respuestas específicas por país a las semillas tratadas con neonicotinoides se encontraron para la producción de zánganos en *B. terrestres*, con efectos positivos y negativos de la exposición a thiamethoxam en Alemania y el Reino Unido respectivamente [tratamiento × país: χ2(6) = 13.1, *P* = 0.04, variación explicada = 13.6%] ([**Fig. 2**](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393.full#F2)).

**[](https://d2ufo47lrtsv5s.cloudfront.net/content/sci/356/6345/1393/F3.large.jpg?width=800&height=600&carousel=1)**

* [**Download high-res image**](https://d2ufo47lrtsv5s.cloudfront.net/content/sci/356/6345/1393/F3.large.jpg?download=true)
* [**Open in new tab**](https://d2ufo47lrtsv5s.cloudfront.net/content/sci/356/6345/1393/F3.large.jpg)
* [**Download Powerpoint**](http://science.sciencemag.org/highwire/powerpoint/696179)

**Fig. 3 Desempeño reproductivo exitoso en abejas silvestres en respuesta a residuos de neonicotinides en nidos.**

Se muestran gráficos separados para la respuesta de tratamiento × país: χ2(6) = 13.1, *P* = 0.04, variación explicada = 13.6%] ([**Fig. 2**](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393.full#F2)). Producción de abeja reina y *O* producción *de células reproductivas de bicornis* a residuos de neonicotinoides encontrados en los nidos. La importancia de estas relaciones se basa en un test de comparación de la tasa de probabilidad de H0: “*y ~ país*” y H1: “*y ~ neonicotinoide* + *país*.” También encontramos efectos por tratamiento de semillas durante el periodo de floración del cultivo que duraban entre 3 y 6 semanas (tablas S4 y S5). Se identificaron interacciones significativas entre el tratamiento de semillas y el país, para obreras peak [χ2(6) = 16.6, *P* < 0.01, variación explicada = 45.3%], celda de huevos [χ2(6) = 4.13, *P* = 0.01, variación explicada = 49.9%], y cantidades de celdas de almacenamiento mixto de polen y néctar [χ2(6) = 40.5, *P* < 0.001 variación explicada = 53.6%]. Estas respuestas describen el desempeño de la colmena dentro de un año. La exposición a neonicotinoides dio como resultado efectos tanto negativos (Hungría y Reino Unido) como positivos (Alemania) respecto del tamaño de la colmena (ver see [**Fig. 2**](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393.full#F2); comparación del tratamiento como pares dado en tablas S4 y S5). El abejorro *Bombus terrestris*  y el peso de la colmena peak no mostraron respuesta a la semilla tratada.

Nuestra cuantificación de los efectos de los neonicotinoides en la viabilidad inter anual de las abejas melíferas y de las poblaciones de abejas silvestres, representa un avance fundamental en nuestra comprensión de los impactos de estos plaguicidas. Para las abejas solitarias y abejorros (producción de reina), los impactos de los neonicotinoides estuvieron más asociados a los residuos encontrados en los nidos, que a los experimentos con semillas tratadas. Para ***B. terrestris*** los pocos efectos de los tratamientos y la presencia de imidacloprid en el polen y néctar almacenados (tablas S7 a S9) sugieren que los impactos negativos de los neonicotinoides pueden ser generados por la persistencia de residuos en un área rural más extensa que la sola área de manejo actual ([***18***](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393.full#ref-18), [***19***](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393.full#ref-19)). La moratoria de la Unión Europea significó que no se aplicaron neonicotinoides a semillas de canola en los territorios vecinos durante el experimento, de manera que esos residuos pueden haberse originado en usos agronómicos anteriores que llevaron a efectos en plantas no objetivo ([***17***](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393.full#ref-17)–[***19***](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393.full#ref-19)), el agua de gutación, o el agua contaminada ([***19***](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393.full#ref-19), [***20***](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393.full#ref-20)). Aunque el potencial reproductivo de *O. bicornis*  fue también afectado negativamente por los residuos de neonicotinoides presentes en los nidos, la variación explicada de estos efectos fue pequeña. Sin embargo, el hecho que no se haya podido detectar pequeños cambios en la población puede deberse a una limitada réplica del experimento, lo que reduce su valor estadístico. Nuestros resultados sugieren que aun si su uso se restringiera, como sucede con la reciente moratoria en la Unión Europea, la exposición continua a residuos de neonicotinoides causada por su amplio uso anterior tiene el potencial para impactar negativamente la presencia de abejas silvestres en los territorios campesinos ([***14***](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393.full#ref-14), [***18***](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393.full#ref-18), [***19***](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393.full#ref-19)).

En conjunto, nuestros resultados sugieren que la exposición a tratamiento de semillas con neonicotinoides puede tener efectos negativos en el potencial reproductivo de año a año tanto de las abejas silvestres como las manejadas, pero estos efectos no son consistentes de país a país. Las respuestas específicas por país de abejas melíferas y abejas silvestres sugieren de forma muy importante que los efectos de los neonicotinoides son producto de factores que interactúan entre sí ([***20***](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393.full#ref-20)–[***23***](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393.full#ref-23)). Este estudio ha identificado diferencias entre países en el uso de cultivo de raps para aceite como recurso de pecoreo para las abejas (afectando la exposición a los residuos de cultivos) y la incidencia de la enfermedad dentro de las colmenas. Ambos factores fueron más altos para las abejas melíferas de Hungría y el Reino Unido (tablas S10 y S11). Residuos superficiales de neonicotinoides fueron detectados de forma poco frecuente y rara vez excedieron los 1.5 ng g−1 (w/w). De esa manera, es probable que los efectos de mortandad directa causados por la exposición a altas concentraciones de neonicotinoides sean escasos (tabla S12). Sin embargo, nuestros resultados sugieren que la exposición a bajos niveles de neoicotinoides puede generar reducciones en la capacidad de las colmenas, influídas por varios factores ambientales que también actúan. La interacción de los factores ambientales puede amplificar el impacto de las pérdidas de obreras mielíferas (por efectos de toxicidad subletal) y en el largo plazo, reducir la viabilidad de la colmena ([***4***](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393.full#ref-4), [***16***](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393.full#ref-16)). Destacamos que nuestro enfoque experimental común aplicado en tres países reveló impactos variables y puede explicar la inconsistencia de resultados de estudios previos llevados a cabo en países aislados, o en unos pocos sitios ([***4***](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393.full#ref-4), [***5***](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393.full#ref-5), [***8***](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393.full#ref-8), [***12***](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393.full#ref-12), [***13***](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393.full#ref-13), [***15***](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393.full#ref-15)).

**Materiales adicionales**

[**www.sciencemag.org/content/356/6345/1393/suppl/DC1**](http://www.sciencemag.org/content/356/6345/1393/suppl/DC1)

Materials and Methods

Figs. S1 and S2

Tables S1 to 12

References ([***24***](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393.full#ref-24)–[***32***](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393.full#ref-32))

This is an article distributed under the terms of the [**Science Journals Default License**](http://www.sciencemag.org/about/science-licenses-journal-article-reuse).

**Referencias y notas**

1. 1.[**↵**](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393.full#xref-ref-1-1)
   1. A. J. Vanbergen, Insect Pollinators Initiative

, Threats to an ecosystem service: Pressures on pollinators. Front. Ecol. Environ **11**, 251–259 (2013). doi:10.1890/120126

[CrossRef](http://science.sciencemag.org/lookup/external-ref?access_num=10.1890/120126&link_type=DOI)[Google Scholar](http://science.sciencemag.org/lookup/google-scholar?link_type=googlescholar&gs_type=article&author%5b0%5d=A.%20J.+Vanbergen&author%5b1%5d=Insect%20Pollinators%20Initiative&title=Threats+to+an+ecosystem+service:+Pressures+on+pollinators&publication_year=2013&journal=Front.+Ecol.+Environ&volume=11&pages=251-259)

1. 2.
   1. S. G. Potts,
   2. J. C. Biesmeijer,
   3. C. Kremen,
   4. P. Neumann,
   5. O. Schweiger,
   6. W. E. Kunin

, Global pollinator declines: Trends, impacts and drivers. Trends Ecol. Evol. **25**, 345–353 (2010).doi:10.1016/j.tree.2010.01.007pmid:20188434

[CrossRef](http://science.sciencemag.org/lookup/external-ref?access_num=10.1016/j.tree.2010.01.007&link_type=DOI)[PubMed](http://science.sciencemag.org/lookup/external-ref?access_num=20188434&link_type=MED&atom=%2Fsci%2F356%2F6345%2F1393.atom)[Web of Science](http://science.sciencemag.org/lookup/external-ref?access_num=000278682500005&link_type=ISI)[Google Scholar](http://science.sciencemag.org/lookup/google-scholar?link_type=googlescholar&gs_type=article&author%5b0%5d=S.%20G.+Potts&author%5b1%5d=J.%20C.+Biesmeijer&author%5b2%5d=C.+Kremen&author%5b3%5d=P.+Neumann&author%5b4%5d=O.+Schweiger&author%5b5%5d=W.%20E.+Kunin&title=Global+pollinator+declines:+Trends,+impacts+and+drivers&publication_year=2010&journal=Trends+Ecol.+Evol.&volume=25&pages=345-353)

1. 3.[**↵**](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393.full#xref-ref-3-1)
   1. R. Winfree,
   2. R. Aguilar,
   3. D. P. Vázquez,
   4. G. LeBuhn,
   5. M. A. Aizen

, A meta-analysis of bees’ responses to anthropogenic disturbance. Ecology **90**, 2068–2076 (2009). doi:10.1890/08-1245.1pmid:19739369

[CrossRef](http://science.sciencemag.org/lookup/external-ref?access_num=10.1890/08-1245.1&link_type=DOI)[PubMed](http://science.sciencemag.org/lookup/external-ref?access_num=19739369&link_type=MED&atom=%2Fsci%2F356%2F6345%2F1393.atom)[Web of Science](http://science.sciencemag.org/lookup/external-ref?access_num=000268293000006&link_type=ISI)[Google Scholar](http://science.sciencemag.org/lookup/google-scholar?link_type=googlescholar&gs_type=article&author%5b0%5d=R.+Winfree&author%5b1%5d=R.+Aguilar&author%5b2%5d=D.%20P.+V%C3%A1zquez&author%5b3%5d=G.+LeBuhn&author%5b4%5d=M.%20A.+Aizen&title=A+meta-analysis+of+bees%E2%80%99+responses+to+anthropogenic+disturbance&publication_year=2009&journal=Ecology&volume=90&pages=2068-2076)

1. 4.[**↵**](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393.full#xref-ref-4-1)
   1. M. Henry,
   2. M. Béguin,
   3. F. Requier,
   4. O. Rollin,
   5. J.-F. Odoux,
   6. P. Aupinel,
   7. J. Aptel,
   8. S. Tchamitchian,
   9. A. Decourtye

, A common pesticide decreases foraging success and survival in honey bees.Science **336**, 348–350 (2012). doi:10.1126/science.1215039pmid:22461498

[Abstract/FREE Full Text](http://science.sciencemag.org/lookup/ijlink?linkType=ABST&journalCode=sci&resid=336/6079/348&atom=%2Fsci%2F356%2F6345%2F1393.atom)[Google Scholar](http://science.sciencemag.org/lookup/google-scholar?link_type=googlescholar&gs_type=article&author%5b0%5d=M.+Henry&author%5b1%5d=M.+B%C3%A9guin&author%5b2%5d=F.+Requier&author%5b3%5d=O.+Rollin&author%5b4%5d=J.-F.+Odoux&author%5b5%5d=P.+Aupinel&author%5b6%5d=J.+Aptel&author%5b7%5d=S.+Tchamitchian&author%5b8%5d=A.+Decourtye&title=A+common+pesticide+decreases+foraging+success+and+survival+in+honey+bees&publication_year=2012&journal=Science&volume=336&pages=348-350)

1. 5.[**↵**](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393.full#xref-ref-5-1)
   1. P. R. Whitehorn,
   2. S. O’Connor,
   3. F. L. Wäckers,
   4. D. Goulson

, Neonicotinoid pesticide reduces bumble bee colony growth and queen production. Science **336**, 351–352 (2012).doi:10.1126/science.1215025pmid:22461500

[Abstract/FREE Full Text](http://science.sciencemag.org/lookup/ijlink?linkType=ABST&journalCode=sci&resid=336/6079/351&atom=%2Fsci%2F356%2F6345%2F1393.atom)[Google Scholar](http://science.sciencemag.org/lookup/google-scholar?link_type=googlescholar&gs_type=article&author%5b0%5d=P.%20R.+Whitehorn&author%5b1%5d=S.+O%E2%80%99Connor&author%5b2%5d=F.%20L.+W%C3%A4ckers&author%5b3%5d=D.+Goulson&title=Neonicotinoid+pesticide+reduces+bumble+bee+colony+growth+and+queen+production&publication_year=2012&journal=Science&volume=336&pages=351-352)

1. 6.
   1. J. E. Cresswell,
   2. C. J. Page,
   3. M. B. Uygun,
   4. M. Holmbergh,
   5. Y. Li,
   6. J. G. Wheeler,
   7. I. Laycock,
   8. C. J.Pook,
   9. N. H. de Ibarra,
   10. N. Smirnoff,
   11. C. R. Tyler

, Differential sensitivity of honey bees and bumble bees to a dietary insecticide (imidacloprid). Zoology **115**, 365–371 (2012).doi:10.1016/j.zool.2012.05.003pmid:23044068

[CrossRef](http://science.sciencemag.org/lookup/external-ref?access_num=10.1016/j.zool.2012.05.003&link_type=DOI)[PubMed](http://science.sciencemag.org/lookup/external-ref?access_num=23044068&link_type=MED&atom=%2Fsci%2F356%2F6345%2F1393.atom)[Google Scholar](http://science.sciencemag.org/lookup/google-scholar?link_type=googlescholar&gs_type=article&author%5b0%5d=J.%20E.+Cresswell&author%5b1%5d=C.%20J.+Page&author%5b2%5d=M.%20B.+Uygun&author%5b3%5d=M.+Holmbergh&author%5b4%5d=Y.+Li&author%5b5%5d=J.%20G.+Wheeler&author%5b6%5d=I.+Laycock&author%5b7%5d=C.%20J.+Pook&author%5b8%5d=N.%20H.+de%20Ibarra&author%5b9%5d=N.+Smirnoff&author%5b10%5d=C.%20R.+Tyler&title=Differential+sensitivity+of+honey+bees+and+bumble+bees+to+a+dietary+insecticide+(imidacloprid)&publication_year=2012&journal=Zoology&volume=115&pages=365-371)

1. 7.
   1. B. A. Woodcock,
   2. N. J. B. Isaac,
   3. J. M. Bullock,
   4. D. B. Roy,
   5. D. G. Garthwaite,
   6. A. Crowe,
   7. R. F. Pywell

,Impacts of neonicotinoid use on long-term population changes in wild bees in England. Nat. Commun. **7**, 12459 (2016). doi:10.1038/ncomms12459pmid:27529661

[CrossRef](http://science.sciencemag.org/lookup/external-ref?access_num=10.1038/ncomms12459&link_type=DOI)[PubMed](http://science.sciencemag.org/lookup/external-ref?access_num=27529661&link_type=MED&atom=%2Fsci%2F356%2F6345%2F1393.atom)[Google Scholar](http://science.sciencemag.org/lookup/google-scholar?link_type=googlescholar&gs_type=article&author%5b0%5d=B.%20A.+Woodcock&author%5b1%5d=N.%20J.%20B.+Isaac&author%5b2%5d=J.%20M.+Bullock&author%5b3%5d=D.%20B.+Roy&author%5b4%5d=D.%20G.+Garthwaite&author%5b5%5d=A.+Crowe&author%5b6%5d=R.%20F.+Pywell&title=Impacts+of+neonicotinoid+use+on+long-term+population+changes+in+wild+bees+in+England&publication_year=2016&journal=Nat.+Commun.&volume=7)

1. 8.[**↵**](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393.full#xref-ref-8-1)
   1. M. Rundlöf,
   2. G. K. S. Andersson,
   3. R. Bommarco,
   4. I. Fries,
   5. V. Hederström,
   6. L. Herbertsson,
   7. O.Jonsson,
   8. B. K. Klatt,
   9. T. R. Pedersen,
   10. J. Yourstone,
   11. H. G. Smith

, Seed coating with a neonicotinoid insecticide negatively affects wild bees. Nature **521**, 77–80 (2015).doi:10.1038/nature14420pmid:25901681

[CrossRef](http://science.sciencemag.org/lookup/external-ref?access_num=10.1038/nature14420&link_type=DOI)[PubMed](http://science.sciencemag.org/lookup/external-ref?access_num=25901681&link_type=MED&atom=%2Fsci%2F356%2F6345%2F1393.atom)[Google Scholar](http://science.sciencemag.org/lookup/google-scholar?link_type=googlescholar&gs_type=article&author%5b0%5d=M.+Rundl%C3%B6f&author%5b1%5d=G.%20K.%20S.+Andersson&author%5b2%5d=R.+Bommarco&author%5b3%5d=I.+Fries&author%5b4%5d=V.+Hederstr%C3%B6m&author%5b5%5d=L.+Herbertsson&author%5b6%5d=O.+Jonsson&author%5b7%5d=B.%20K.+Klatt&author%5b8%5d=T.%20R.+Pedersen&author%5b9%5d=J.+Yourstone&author%5b10%5d=H.%20G.+Smith&title=Seed+coating+with+a+neonicotinoid+insecticide+negatively+affects+wild+bees&publication_year=2015&journal=Nature&volume=521&pages=77-80)

1. 9.[**↵**](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393.full#xref-ref-9-1)
   1. G. E. Budge,
   2. D. Garthwaite,
   3. A. Crowe,
   4. N. D. Boatman,
   5. K. S. Delaplane,
   6. M. A. Brown,
   7. H. H.Thygesen,
   8. S. Pietravalle

, Evidence for pollinator cost and farming benefits of neonicotinoid seed coatings on oilseed rape. Sci. Rep. **5**, 12574 (2015).doi:10.1038/srep12574pmid:26270806

[CrossRef](http://science.sciencemag.org/lookup/external-ref?access_num=10.1038/srep12574&link_type=DOI)[PubMed](http://science.sciencemag.org/lookup/external-ref?access_num=26270806&link_type=MED&atom=%2Fsci%2F356%2F6345%2F1393.atom)[Google Scholar](http://science.sciencemag.org/lookup/google-scholar?link_type=googlescholar&gs_type=article&author%5b0%5d=G.%20E.+Budge&author%5b1%5d=D.+Garthwaite&author%5b2%5d=A.+Crowe&author%5b3%5d=N.%20D.+Boatman&author%5b4%5d=K.%20S.+Delaplane&author%5b5%5d=M.%20A.+Brown&author%5b6%5d=H.%20H.+Thygesen&author%5b7%5d=S.+Pietravalle&title=Evidence+for+pollinator+cost+and+farming+benefits+of+neonicotinoid+seed+coatings+on+oilseed+rape&publication_year=2015&journal=Sci.+Rep.&volume=5)

1. 10.[**↵**](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393.full#xref-ref-10-1)
   1. D. Goulson

, Neonicotinoids impact bumblebee colony fitness in the field; a reanalysis of the UK’s Food & Environment Research Agency 2012 experiment. PeerJ **3**, e854 (2015).doi:10.7717/peerj.854pmid:25825679

[CrossRef](http://science.sciencemag.org/lookup/external-ref?access_num=10.7717/peerj.854&link_type=DOI)[PubMed](http://science.sciencemag.org/lookup/external-ref?access_num=25825679&link_type=MED&atom=%2Fsci%2F356%2F6345%2F1393.atom)[Google Scholar](http://science.sciencemag.org/lookup/google-scholar?link_type=googlescholar&gs_type=article&author%5b0%5d=D.+Goulson&title=Neonicotinoids+impact+bumblebee+colony+fitness+in+the+field;+a+reanalysis+of+the+UK%E2%80%99s+Food+&+Environment+Research+Agency+2012+experiment&publication_year=2015&journal=PeerJ&volume=3)

1. 11.[**↵**](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393.full#xref-ref-11-1)
   1. C. Sandrock,
   2. L. G. Tanadini,
   3. J. S. Pettis,
   4. J. C. Biesmeijer,
   5. S. G. Potts,
   6. P. Neumann

,Sublethal neonicotinoid insecticide exposure reduces solitary bee reproductive success. Agric. For. Entomol. **16**, 119–128 (2014). doi:10.1111/afe.12041

[CrossRef](http://science.sciencemag.org/lookup/external-ref?access_num=10.1111/afe.12041&link_type=DOI)[Google Scholar](http://science.sciencemag.org/lookup/google-scholar?link_type=googlescholar&gs_type=article&author%5b0%5d=C.+Sandrock&author%5b1%5d=L.%20G.+Tanadini&author%5b2%5d=J.%20S.+Pettis&author%5b3%5d=J.%20C.+Biesmeijer&author%5b4%5d=S.%20G.+Potts&author%5b5%5d=P.+Neumann&title=Sublethal+neonicotinoid+insecticide+exposure+reduces+solitary+bee+reproductive+success&publication_year=2014&journal=Agric.+For.+Entomol.&volume=16&pages=119-128)

1. 12.[**↵**](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393.full#xref-ref-12-1)
   1. G. C. Cutler,
   2. C. D. Scott-Dupree,
   3. M. Sultan,
   4. A. D. McFarlane,
   5. L. Brewer

, A large-scale field study examining effects of exposure to clothianidin seed-treated canola on honey bee colony health, development, and overwintering success. PeerJ **2**, e652 (2014).doi:10.7717/peerj.652pmid:25374790

[CrossRef](http://science.sciencemag.org/lookup/external-ref?access_num=10.7717/peerj.652&link_type=DOI)[PubMed](http://science.sciencemag.org/lookup/external-ref?access_num=25374790&link_type=MED&atom=%2Fsci%2F356%2F6345%2F1393.atom)[Google Scholar](http://science.sciencemag.org/lookup/google-scholar?link_type=googlescholar&gs_type=article&author%5b0%5d=G.%20C.+Cutler&author%5b1%5d=C.%20D.+Scott-Dupree&author%5b2%5d=M.+Sultan&author%5b3%5d=A.%20D.+McFarlane&author%5b4%5d=L.+Brewer&title=A+large-scale+field+study+examining+effects+of+exposure+to+clothianidin+seed-treated+canola+on+honey+bee+colony+health,+development,+and+overwintering+success&publication_year=2014&journal=PeerJ&volume=2)

1. 13.[**↵**](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393.full#xref-ref-13-1)
   1. G. Christopher Cutler,
   2. C. D. Scott-Dupree

, A field study examining the effects of exposure to neonicotinoid seed-treated corn on commercial bumble bee colonies. Ecotoxicology **23**,1755–1763 (2014). doi:10.1007/s10646-014-1340-5pmid:25194943

[CrossRef](http://science.sciencemag.org/lookup/external-ref?access_num=10.1007/s10646-014-1340-5&link_type=DOI)[PubMed](http://science.sciencemag.org/lookup/external-ref?access_num=25194943&link_type=MED&atom=%2Fsci%2F356%2F6345%2F1393.atom)[Google Scholar](http://science.sciencemag.org/lookup/google-scholar?link_type=googlescholar&gs_type=article&author%5b0%5d=G.+Christopher%20Cutler&author%5b1%5d=C.%20D.+Scott-Dupree&title=A+field+study+examining+the+effects+of+exposure+to+neonicotinoid+seed-treated+corn+on+commercial+bumble+bee+colonies&publication_year=2014&journal=Ecotoxicology&volume=23&pages=1755-1763)

1. 14.[**↵**](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393.full#xref-ref-14-1)
   1. B. A. Woodcock,
   2. M. S. Heard,
   3. M. S. Jitlal,
   4. M. Rundlöf,
   5. J. M. Bullock,
   6. R. F. Shore,
   7. R. F. Pywell

,Replication, effect sizes and identifying the biological impacts of pesticides on bees under field conditions. J. Appl. Ecol. **53**, 1358–1362 (2016). doi:10.1111/1365-2664.12676

[CrossRef](http://science.sciencemag.org/lookup/external-ref?access_num=10.1111/1365-2664.12676&link_type=DOI)[Google Scholar](http://science.sciencemag.org/lookup/google-scholar?link_type=googlescholar&gs_type=article&author%5b0%5d=B.%20A.+Woodcock&author%5b1%5d=M.%20S.+Heard&author%5b2%5d=M.%20S.+Jitlal&author%5b3%5d=M.+Rundl%C3%B6f&author%5b4%5d=J.%20M.+Bullock&author%5b5%5d=R.%20F.+Shore&author%5b6%5d=R.%20F.+Pywell&title=Replication,+effect+sizes+and+identifying+the+biological+impacts+of+pesticides+on+bees+under+field+conditions&publication_year=2016&journal=J.+Appl.+Ecol.&volume=53&pages=1358-1362)

1. 15.[**↵**](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393.full#xref-ref-15-1)
   1. E. Pilling,
   2. P. Campbell,
   3. M. Coulson,
   4. N. Ruddle,
   5. I. Tornier

, A four-year field program investigating long-term effects of repeated exposure of honey bee colonies to flowering crops treated with thiamethoxam. PLOS ONE **8**, e77193 (2013).doi:10.1371/journal.pone.0077193pmid:24194871

[CrossRef](http://science.sciencemag.org/lookup/external-ref?access_num=10.1371/journal.pone.0077193&link_type=DOI)[PubMed](http://science.sciencemag.org/lookup/external-ref?access_num=24194871&link_type=MED&atom=%2Fsci%2F356%2F6345%2F1393.atom)[Google Scholar](http://science.sciencemag.org/lookup/google-scholar?link_type=googlescholar&gs_type=article&author%5b0%5d=E.+Pilling&author%5b1%5d=P.+Campbell&author%5b2%5d=M.+Coulson&author%5b3%5d=N.+Ruddle&author%5b4%5d=I.+Tornier&title=A+four-year+field+program+investigating+long-term+effects+of+repeated+exposure+of+honey+bee+colonies+to+flowering+crops+treated+with+thiamethoxam&publication_year=2013&journal=PLOS+ONE&volume=8)

1. 16.[**↵**](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393.full#xref-ref-16-1)
   1. M. Henry *et al*

., Reconciling laboratory and field assessments of neonicotinoid toxicity to honeybees. Proc. R. Soc. B Biol. Sci. **282**, 2015.2110 (2015).

[Google Scholar](http://science.sciencemag.org/lookup/google-scholar?link_type=googlescholar&gs_type=article&author%5b0%5d=M.+Henry&title=Reconciling+laboratory+and+field+assessments+of+neonicotinoid+toxicity+to+honeybees&publication_year=2015&journal=Proc.+R.+Soc.+B+Biol.+Sci.&volume=282)

1. 17.[**↵**](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393.full#xref-ref-17-1)
   1. A. Jones,
   2. P. Harrington,
   3. G. Turnbull

, Neonicotinoid concentrations in arable soils after seed treatment applications in preceding years. Pest Manag. Sci. **70**, 1780–1784 (2014).doi:10.1002/ps.3836pmid:24888990

[CrossRef](http://science.sciencemag.org/lookup/external-ref?access_num=10.1002/ps.3836&link_type=DOI)[PubMed](http://science.sciencemag.org/lookup/external-ref?access_num=24888990&link_type=MED&atom=%2Fsci%2F356%2F6345%2F1393.atom)[Google Scholar](http://science.sciencemag.org/lookup/google-scholar?link_type=googlescholar&gs_type=article&author%5b0%5d=A.+Jones&author%5b1%5d=P.+Harrington&author%5b2%5d=G.+Turnbull&title=Neonicotinoid+concentrations+in+arable+soils+after+seed+treatment+applications+in+preceding+years&publication_year=2014&journal=Pest+Manag.+Sci.&volume=70&pages=1780-1784)

1. 18.[**↵**](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393.full#xref-ref-18-1)
   1. C. Botías,
   2. A. David,
   3. J. Horwood,
   4. A. Abdul-Sada,
   5. E. Nicholls,
   6. E. Hill,
   7. D. Goulson

,Neonicotinoid residues in wildflowers, a potential route of chronic exposure for bees. Environ. Sci. Technol. **49**, 12731–12740 (2015). doi:10.1021/acs.est.5b03459pmid:26439915

[CrossRef](http://science.sciencemag.org/lookup/external-ref?access_num=10.1021/acs.est.5b03459&link_type=DOI)[PubMed](http://science.sciencemag.org/lookup/external-ref?access_num=26439915&link_type=MED&atom=%2Fsci%2F356%2F6345%2F1393.atom)[Google Scholar](http://science.sciencemag.org/lookup/google-scholar?link_type=googlescholar&gs_type=article&author%5b0%5d=C.+Bot%C3%ADas&author%5b1%5d=A.+David&author%5b2%5d=J.+Horwood&author%5b3%5d=A.+Abdul-Sada&author%5b4%5d=E.+Nicholls&author%5b5%5d=E.+Hill&author%5b6%5d=D.+Goulson&title=Neonicotinoid+residues+in+wildflowers,+a+potential+route+of+chronic+exposure+for+bees&publication_year=2015&journal=Environ.+Sci.+Technol.&volume=49&pages=12731-12740)

1. 19.[**↵**](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393.full#xref-ref-19-1)
   1. D. Goulson

, An overview of the environmental risks posed by neonicotinoid insecticides. J. Appl. Ecol. **50**, 977–987 (2013). doi:10.1111/1365-2664.12111

[CrossRef](http://science.sciencemag.org/lookup/external-ref?access_num=10.1111/1365-2664.12111&link_type=DOI)[Google Scholar](http://science.sciencemag.org/lookup/google-scholar?link_type=googlescholar&gs_type=article&author%5b0%5d=D.+Goulson&title=An+overview+of+the+environmental+risks+posed+by+neonicotinoid+insecticides&publication_year=2013&journal=J.+Appl.+Ecol.&volume=50&pages=977-987)

1. 20.[**↵**](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393.full#xref-ref-20-1)
   1. A. Fairbrother,
   2. J. Purdy,
   3. T. Anderson,
   4. R. Fell

, Risks of neonicotinoid insecticides to honeybees. Environ. Toxicol. Chem. **33**, 719–731 (2014). doi:10.1002/etc.2527pmid:24692231

[CrossRef](http://science.sciencemag.org/lookup/external-ref?access_num=10.1002/etc.2527&link_type=DOI)[PubMed](http://science.sciencemag.org/lookup/external-ref?access_num=24692231&link_type=MED&atom=%2Fsci%2F356%2F6345%2F1393.atom)[Google Scholar](http://science.sciencemag.org/lookup/google-scholar?link_type=googlescholar&gs_type=article&author%5b0%5d=A.+Fairbrother&author%5b1%5d=J.+Purdy&author%5b2%5d=T.+Anderson&author%5b3%5d=R.+Fell&title=Risks+of+neonicotinoid+insecticides+to+honeybees&publication_year=2014&journal=Environ.+Toxicol.+Chem.&volume=33&pages=719-731)

1. 21.

FERA, *Neonicotinoid Pesticides and Bees. Report to Syngenta Ltd.* (The Food and Environment Research Agency, UK, 2013).

1. 22.
   1. F. Sánchez-Bayo,
   2. D. Goulson,
   3. F. Pennacchio,
   4. F. Nazzi,
   5. K. Goka,
   6. N. Desneux

, Are bee diseases linked to pesticides? - A brief review. Environ. Int. **89-90**, 7–11 (2016).doi:10.1016/j.envint.2016.01.009pmid:26826357

[CrossRef](http://science.sciencemag.org/lookup/external-ref?access_num=10.1016/j.envint.2016.01.009&link_type=DOI)[PubMed](http://science.sciencemag.org/lookup/external-ref?access_num=26826357&link_type=MED&atom=%2Fsci%2F356%2F6345%2F1393.atom)[Google Scholar](http://science.sciencemag.org/lookup/google-scholar?link_type=googlescholar&gs_type=article&author%5b0%5d=F.+S%C3%A1nchez-Bayo&author%5b1%5d=D.+Goulson&author%5b2%5d=F.+Pennacchio&author%5b3%5d=F.+Nazzi&author%5b4%5d=K.+Goka&author%5b5%5d=N.+Desneux&title=Are+bee+diseases+linked+to+pesticides?+-+A+brief+review&publication_year=2016&journal=Environ.+Int.&volume=89-90&pages=7-11)

1. 23.[**↵**](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393.full#xref-ref-23-1)
   1. C. R. Archer,
   2. C. W. W. Pirk,
   3. G. A. Wright,
   4. S. W. Nicolson

, Nutrition affects survival in African honeybees exposed to interacting stressors. Funct. Ecol. **28**, 913–923 (2014). doi:10.1111/1365-2435.12226

[CrossRef](http://science.sciencemag.org/lookup/external-ref?access_num=10.1111/1365-2435.12226&link_type=DOI)[Google Scholar](http://science.sciencemag.org/lookup/google-scholar?link_type=googlescholar&gs_type=article&author%5b0%5d=C.%20R.+Archer&author%5b1%5d=C.%20W.%20W.+Pirk&author%5b2%5d=G.%20A.+Wright&author%5b3%5d=S.%20W.+Nicolson&title=Nutrition+affects+survival+in+African+honeybees+exposed+to+interacting+stressors&publication_year=2014&journal=Funct.+Ecol.&volume=28&pages=913-923)

1. 24.[**↵**](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393.full#xref-ref-24-1)

European Commission, Eurostat: Agriculture (EC, 2016);**<http://ec.europa.eu/eurostat/web/agriculture/data/database>**.

1. 25.
   1. A. Imdorf,
   2. G. Buehlmann,
   3. L. Gerig,
   4. V. Kilchenmann,
   5. H. Wille

, Überprüfung derSchätzmethode zur Ermittlung der Brutfläche und der Anzahl Arbeiterinnen in freifliegenden Bienenvölkern [A test of the method of estimation of brood areas and number of worker bees in free-flying colonies]. Apidologie (Celle) **18**, 137 (1987). doi:10.1051/apido:19870204

[CrossRef](http://science.sciencemag.org/lookup/external-ref?access_num=10.1051/apido:19870204&link_type=DOI)[Google Scholar](http://science.sciencemag.org/lookup/google-scholar?link_type=googlescholar&gs_type=article&author%5b0%5d=A.+Imdorf&author%5b1%5d=G.+Buehlmann&author%5b2%5d=L.+Gerig&author%5b3%5d=V.+Kilchenmann&author%5b4%5d=H.+Wille&title=Sch%C3%A4tzmethode+zur+Ermittlung+der+Brutfl%C3%A4che+und+der+Anzahl+Arbeiterinnen+in+freifliegenden+Bienenv%C3%B6lkern+%5bA+test+of+the+method+of+estimation+of+brood+areas+and+number+of+worker+bees+in+free-flying+colonies%5d&publication_year=1987&journal=Apidologie+(Celle)&volume=18)

1. 26.
   1. D. Kleijn,
   2. R. Winfree,
   3. I. Bartomeus,
   4. L. G. Carvalheiro,
   5. M. Henry,
   6. R. Isaacs,
   7. A.-M. Klein,
   8. C.Kremen,
   9. L. K. M’Gonigle,
   10. R. Rader,
   11. T. H. Ricketts,
   12. N. M. Williams,
   13. N. Lee Adamson,
   14. J. S. Ascher,
   15. A. Báldi,
   16. P. Batáry,
   17. F. Benjamin,
   18. J. C. Biesmeijer,
   19. E. J. Blitzer,
   20. R. Bommarco,
   21. M. R. Brand,
   22. V.Bretagnolle,
   23. L. Button,
   24. D. P. Cariveau,
   25. R. Chifflet,
   26. J. F. Colville,
   27. B. N. Danforth,
   28. E. Elle,
   29. M. P. D.Garratt,
   30. F. Herzog,
   31. A. Holzschuh,
   32. B. G. Howlett,
   33. F. Jauker,
   34. S. Jha,
   35. E. Knop,
   36. K. M. Krewenka,
   37. V. Le Féon,
   38. Y. Mandelik,
   39. E. A. May,
   40. M. G. Park,
   41. G. Pisanty,
   42. M. Reemer,
   43. V. Riedinger,
   44. O. Rollin,
   45. M.Rundlöf,
   46. H. S. Sardiñas,
   47. J. Scheper,
   48. A. R. Sciligo,
   49. H. G. Smith,
   50. I. Steffan-Dewenter,
   51. R. Thorp,
   52. T.Tscharntke,
   53. J. Verhulst,
   54. B. F. Viana,
   55. B. E. Vaissière,
   56. R. Veldtman,
   57. K. L. Ward,
   58. C. Westphal,
   59. S. G.Potts

, Delivery of crop pollination services is an insufficient argument for wild pollinator conservation. Nat. Commun. **6**, 7414 (2015). doi:10.1038/ncomms8414pmid:26079893

[CrossRef](http://science.sciencemag.org/lookup/external-ref?access_num=10.1038/ncomms8414&link_type=DOI)[PubMed](http://science.sciencemag.org/lookup/external-ref?access_num=26079893&link_type=MED&atom=%2Fsci%2F356%2F6345%2F1393.atom)[Google Scholar](http://science.sciencemag.org/lookup/google-scholar?link_type=googlescholar&gs_type=article&author%5b0%5d=D.+Kleijn&author%5b1%5d=R.+Winfree&author%5b2%5d=I.+Bartomeus&author%5b3%5d=L.%20G.+Carvalheiro&author%5b4%5d=M.+Henry&author%5b5%5d=R.+Isaacs&author%5b6%5d=A.-M.+Klein&author%5b7%5d=C.+Kremen&author%5b8%5d=L.%20K.+M%E2%80%99Gonigle&author%5b9%5d=R.+Rader&author%5b10%5d=T.%20H.+Ricketts&author%5b11%5d=N.%20M.+Williams&author%5b12%5d=N.+Lee%20Adamson&author%5b13%5d=J.%20S.+Ascher&author%5b14%5d=A.+B%C3%A1ldi&author%5b15%5d=P.+Bat%C3%A1ry&author%5b16%5d=F.+Benjamin&author%5b17%5d=J.%20C.+Biesmeijer&author%5b18%5d=E.%20J.+Blitzer&author%5b19%5d=R.+Bommarco&author%5b20%5d=M.%20R.+Brand&author%5b21%5d=V.+Bretagnolle&author%5b22%5d=L.+Button&author%5b23%5d=D.%20P.+Cariveau&author%5b24%5d=R.+Chifflet&author%5b25%5d=J.%20F.+Colville&author%5b26%5d=B.%20N.+Danforth&author%5b27%5d=E.+Elle&author%5b28%5d=M.%20P.%20D.+Garratt&author%5b29%5d=F.+Herzog&author%5b30%5d=A.+Holzschuh&author%5b31%5d=B.%20G.+Howlett&author%5b32%5d=F.+Jauker&author%5b33%5d=S.+Jha&author%5b34%5d=E.+Knop&author%5b35%5d=K.%20M.+Krewenka&author%5b36%5d=V.+Le%20F%C3%A9on&author%5b37%5d=Y.+Mandelik&author%5b38%5d=E.%20A.+May&author%5b39%5d=M.%20G.+Park&author%5b40%5d=G.+Pisanty&author%5b41%5d=M.+Reemer&author%5b42%5d=V.+Riedinger&author%5b43%5d=O.+Rollin&author%5b44%5d=M.+Rundl%C3%B6f&author%5b45%5d=H.%20S.+Sardi%C3%B1as&author%5b46%5d=J.+Scheper&author%5b47%5d=A.%20R.+Sciligo&author%5b48%5d=H.%20G.+Smith&author%5b49%5d=I.+Steffan-Dewenter&author%5b50%5d=R.+Thorp&author%5b51%5d=T.+Tscharntke&author%5b52%5d=J.+Verhulst&author%5b53%5d=B.%20F.+Viana&author%5b54%5d=B.%20E.+Vaissi%C3%A8re&author%5b55%5d=R.+Veldtman&author%5b56%5d=K.%20L.+Ward&author%5b57%5d=C.+Westphal&author%5b58%5d=S.%20G.+Potts&title=Delivery+of+crop+pollination+services+is+an+insufficient+argument+for+wild+pollinator+conservation&publication_year=2015&journal=Nat.+Commun.&volume=6)

1. 27.

B. Magnusson, T. Näykki, H. Hovind, M. Krysell, *Handbook for Calculation of Measurement Uncertainty* (Nordtest report 537, Nordic Innovation, Norway, 2012).

1. 28. T. Blacquière, G. Smagghe, C. A. van Gestel, V. Mommaerts, Neonicotinoids in bees: A review on concentrations, side-effects and risk assessment. *Ecotoxicology* **21**, 973–992 (2012).doi:10.1007/s10646-012-0863-xpmid:22350105

[CrossRef](http://science.sciencemag.org/lookup/external-ref?access_num=10.1007/s10646-012-0863-x&link_type=DOI)[PubMed](http://science.sciencemag.org/lookup/external-ref?access_num=22350105&link_type=MED&atom=%2Fsci%2F356%2F6345%2F1393.atom)[Web of Science](http://science.sciencemag.org/lookup/external-ref?access_num=000302800900002&link_type=ISI)

1. 29.
   1. European Food Safety Authority (EFSA)

, Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment for bees for the active substance clothianidin. EFSA J. **11**, 3067 (2013).doi:10.2903/j.efsa.2013.3067

[CrossRef](http://science.sciencemag.org/lookup/external-ref?access_num=10.2903/j.efsa.2013.3067&link_type=DOI)[Google Scholar](http://science.sciencemag.org/lookup/google-scholar?link_type=googlescholar&gs_type=article&author%5b0%5d=European%20Food%20Safety%20Authority%20(EFSA)&title=Conclusion+on+the+peer+review+of+the+pesticide+risk+assessment+for+bees+for+the+active+substance+clothianidin&publication_year=2013&journal=EFSA+J.&volume=11)

1. 30.
   1. EFSA

, Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment for bees for the active substance thiamethoxam. EFSA J. **11**, 3066 (2013). doi:10.2903/j.efsa.2013.3066

[CrossRef](http://science.sciencemag.org/lookup/external-ref?access_num=10.2903/j.efsa.2013.3066&link_type=DOI)[Google Scholar](http://science.sciencemag.org/lookup/google-scholar?link_type=googlescholar&gs_type=article&author%5b0%5d=EFSA&title=Conclusion+on+the+peer+review+of+the+pesticide+risk+assessment+for+bees+for+the+active+substance+thiamethoxam&publication_year=2013&journal=EFSA+J.&volume=11)

1. 31.
   1. EFSA

, Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment for bees for the active substance imidacloprid. EFSA J. **11**, 3068 (2013). doi:10.2903/j.efsa.2013.3068

[CrossRef](http://science.sciencemag.org/lookup/external-ref?access_num=10.2903/j.efsa.2013.3068&link_type=DOI)[Google Scholar](http://science.sciencemag.org/lookup/google-scholar?link_type=googlescholar&gs_type=article&author%5b0%5d=EFSA&title=Conclusion+on+the+peer+review+of+the+pesticide+risk+assessment+for+bees+for+the+active+substance+imidacloprid&publication_year=2013&journal=EFSA+J.&volume=11)

1. 32.[**↵**](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393.full#xref-ref-32-1)

R Core Development Team, R: Version 3.2.1 A Language and Environment for Statistical Computing (R Foundation for Statistical Computing, 2015); [**http://cran.r-project.org**](http://cran.r-project.org/).

Equipo investigador y lugares de trabajo de cada uno:

1. **B. A. Woodcock**[1](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393#aff-1)**,**[\*](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393#corresp-1)**,**
2. **J. M. Bullock**[1](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393#aff-1)**,**
3. **R. F. Shore**[2](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393#aff-2)**,**
4. **M. S. Heard**[1](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393#aff-1)**,**
5. **M. G. Pereira**[2](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393#aff-2)**,**
6. **J. Redhead**[1](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393#aff-1)**,**
7. **L. Ridding**[1](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393#aff-1)**,**
8. **H. Dean**[1](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393#aff-1)**,**
9. **D. Sleep**[2](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393#aff-2)**,**
10. **P. Henrys**[2](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393#aff-2)**,**
11. **J. Peyton**[1](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393#aff-1)**,**
12. **S. Hulmes**[1](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393#aff-1)**,**
13. **L. Hulmes**[1](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393#aff-1)**,**
14. **M. Sárospataki**[3](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393#aff-3)**,**
15. **C. Saure**[4](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393#aff-4)**,**
16. **M. Edwards**[5](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393#aff-5)**,**
17. **E. Genersch**[6](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393#aff-6)**,**
18. **S. Knäbe**[7](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393#aff-7)**,**
19. **R. F. Pywell**[1](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393#aff-1)
20. *1Centre for Ecology and Hydrology, Natural Environment Research Council, Oxfordshire OX10 8BB, UK.*
21. *2Centre for Ecology and Hydrology, Natural Environment Research Council, Lancaster Environment Centre, Lancaster LA1 4AP, UK.*
22. *3Szent István University, 2103 Gödöllö, Hungary.*
23. *4Am-Heidehof 44, 14163 Berlin, Germany.*
24. *5Leaside, Carron Lane, West Sussex GU29 9LB, UK.*
25. *6Institute for Bee Research, 16540 Hohen-Neuendorf, Germany.*
26. *7Eurofins, Ecotox-GmbH, 75223 Niefern-Öoschelbronn, Germany.*
27. **ACKNOWLEDGMENTS:**Data are in supplementary materials. **Funded by Syngenta Ltd. and Bayer CropScience (P. Campbell, M. Miles, C. Maus, D. Holah, M. Coulson**). Wild pollinator work supported by NERC CEH National Capability funding (NEC05829). Thanks to K. Jaekel, P. Fisher, M. Nowakowski, R. Hails, P. Scrimshaw, N. Mitschunas, P. Nuttall, M. McCracken, S. Ball, J. Webb, B. Sutherland, R. Freckleton, T. Tscharntke, J. Memmott, K. Norris, B. Raffa, and D. Vaskor.

[**View Abstract**](http://science.sciencemag.org/content/356/6345/1393.abstract)

[](http://science.sciencemag.org/content/356/6345)

[**Science**](http://science.sciencemag.org/content/356/6345)

Vol 356, Issue 6345  
30 June 2017