

James R. Bell

Rothamsted Insect
Survey, Biointeractions
and Crop Protection,
Rothamsted Research,
West Common,
Harpenden, AL5 2JQ,
UK

El cambio climático y las plagas de insectos: monitoreo y vigilancia de la fase migratoria para la protección inteligente de los cultivos

En el mundo existen cerca de cinco mil especies de áfidos, de las cuales alrededor de cien son las principales plagas de cultivos. Los áfidos tienen una tasa de reproducción alta y su tiempo de generación es muy corto, frente a la mayoría de los otros grupos de insectos. Estos hechos hacen necesario el establecimiento de un sistema eficaz que facilite la toma de decisiones sobre el monitoreo de las poblaciones y la predicción de brotes.

Desde 1964, la investigación sobre insectos de Rothamsted [RIS, por sus siglas en inglés] ha puesto en funcionamiento una red de trampas de succión de 12,2 m con objeto de monitorear la fauna aérea migratoria a escala del paisaje¹. Se puede pensar en las trampas de succión como en una especie de aspiradoras invertidas que capturan indiscriminadamente insectos pequeños y medianos (≤ 5 mg); en particular, áfidos.

Actualmente, hay en funcionamiento dieciséis trampas en el Reino Unido destinadas al monitoreo diario de los áfidos durante la temporada de crecimiento, para poder transmitir la información sobre la incidencia de plagas a agricultores, consultores y consejos reguladores, con el fin de reducir el uso profiláctico de insecticidas y el consecuente aumento de la resistencia. A medida que nuestras cadenas alimentarias adquieren un carácter global, hacen lo mismo la red de trampas de succión y las especies dominantes de áfidos invasores. Hoy en día hay 129 trampas operando en diecisiete países y muchas de las especies comunes en el Reino Unido son comunes en otros continentes (por ejemplo, *Aphis fabae*, *Myzus persicae*, *Rhopalosiphum padi* o *Sitobion avenae*). Durante años se han escrito análisis en torno a diversas actividades del RIS. Los lectores interesados pueden encontrar más información en Taylor (1986), Harrington (2014) y Storkey y col. (2016).

Descripción general de los logros recientes del RIS acerca del cambio climático

A continuación, voy a presentar brevemente la interpretación del impacto del cambio climático en los áfidos desde el contexto científico del estudio RIS en los últimos quince años.

El Reino Unido tiene un clima marítimo templado. Aunque las temperaturas por debajo de -5°C pueden ser lo suficientemente extremas como para matar a los insectos en su etapa móvil, los huevos de los áfidos pueden sobrevivir por debajo de -27°C , la temperatura más baja jamás registrada en el Reino Unido (Strathdee y col., 1995).

Es evidente que ha habido un aumento de temperaturas en primavera desde que el equipo del RIS comenzó sus registros en 1964 (Figura 2). Dicho aumento ha traído como consecuencia un adelanto de las fechas del primer vuelo de los áfidos. Harrington y col. (2007) demostraron que había una relación entre las fechas del primer vuelo de los áfidos



Figura 1. Trampa de succión de 12,2 m del RIS para el muestreo de áfidos.

en Europa y la temperatura media. Sus previsiones sugieren la probabilidad de que los primeros registros de áfidos en trampas de succión se adelanten un promedio de ocho días en los próximos cincuenta años. Esta tasa de cambio es moderada con

¹ <https://www.rothamsted.ac.uk/insect-survey>

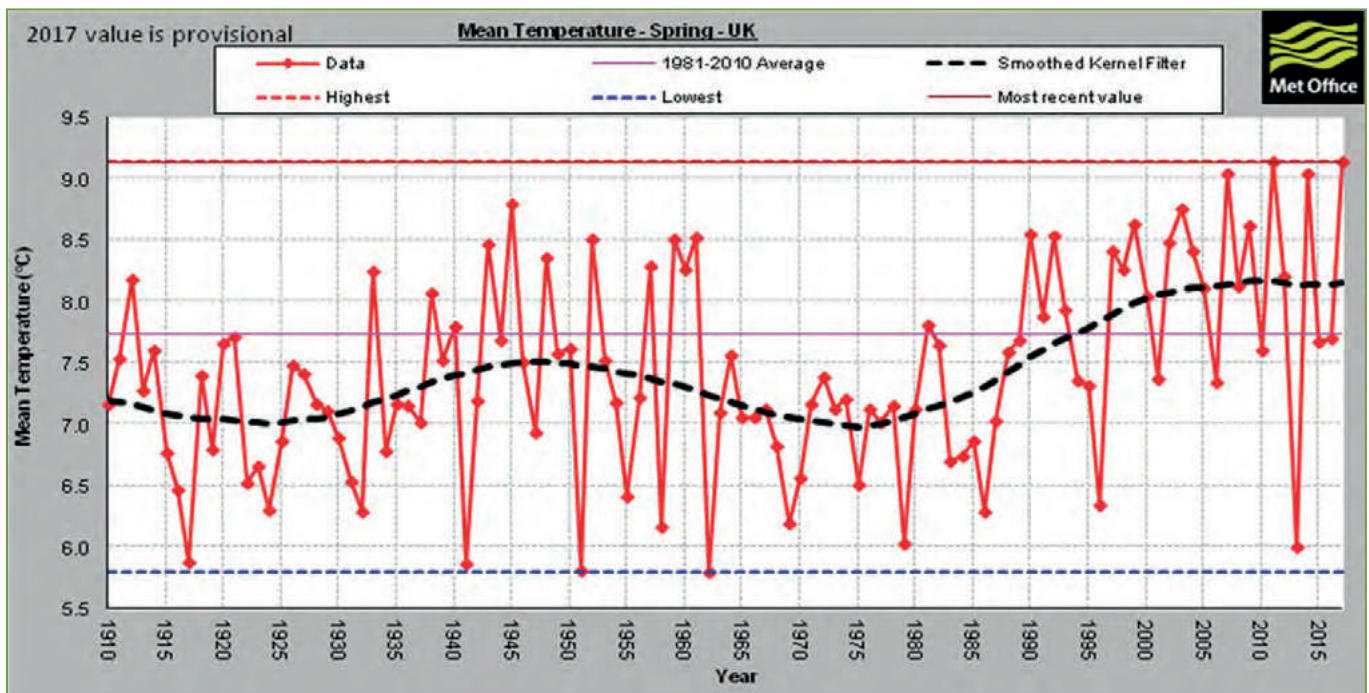


Figura 2. Temperaturas medias de primavera de 1910 a 2017. Fuente: Met Office, Crown Copyright².

respecto al cambio que podría experimentarse en el Reino Unido. Aquí, las fenologías de vuelo se han adelantado a un ritmo medio de 0,7 días por año en diversas especies (Bell y col., 2015). Desde la perspectiva de nuestro periodo de investigación, estas cifras representan un cambio dramático equivalente a más de un mes de adelanto.

Bell y col. (2015), más allá del estudio de los primeros vuelos, observaron la duración de la temporada de vuelo, los últimos vuelos y la abundancia por año en 55 especies de áfidos. Se demostró que la fenología y la abundancia anual están relacionadas con un patrón meteorológico a gran escala, la Oscilación del Atlántico Norte (NAO) -una medida de la diferencia de presión atmosférica entre las Azores e Islandia-, así como con los grados día acumulados por encima de 16°C. La NAO determina la probabilidad de que el Reino Unido tenga un invierno cálido y húmedo o frío y seco; la temperatura de 16°C es el umbral de vuelo promedio para todas las especies estudiadas.

En un análisis exhaustivo de más de diez mil series temporales, Thackeray y col. (2016) mostraron con una nue-

va técnica de análisis el efecto de la temperatura en tres niveles tróficos, basándose en su trabajo anterior, que destacaba las diferencias en la tasa de cambio fenológico entre productores primarios, consumidores primarios y consumidores secundarios (Thackeray y col., 2010). El equipo del RIS colaboró aportando series temporales a estos estudios; dicha contribución apoya nuestra interpretación de los índices de cambio en los consumidores primarios. Thackeray y col. (2016) demostraron que no se había apreciado ninguna relación significativa entre las precipitaciones y las fenologías de vuelo de los áfidos; sin embargo, sí se observaba una variedad de respuestas ante la temperatura: el 25% del total de registros de los primeros vuelos demostraron que las temperaturas más cálidas adelantaban las fechas de los primeros vuelos, independientemente de cuándo se produjera el calentamiento durante el año. De este 25%, un 42% fueron registros significativos. En la mayoría de los registros de primeros vuelos (70%), las temperaturas más cálidas incidían sobre la detección tardía o temprana de los primeros vuelos dependiendo del momento del año en que se producía el calentamiento: el 30%

de estos registros mostraron una tendencia significativa al vuelo cuando las temperaturas cálidas se daban antes, mientras que menos del 1% de los registros revelaron una tendencia importante cuando las temperaturas cálidas se presentaban más tarde. En alrededor del 4% de todos los registros de los primeros vuelos, las temperaturas más cálidas daban lugar a un retraso de los primeros vuelos, independientemente de cuándo se produjera el calentamiento en el año.

La sincronía espacial es una medida de correlación en el espacio, al igual que la autocorrelación temporal es una medida de la correlación en el tiempo. Si se combinan las dos, la sincronía espacio-temporal nos habla simultáneamente sobre la correlación en el tiempo y el espacio. Este dato es importante porque hay variaciones en los cambios climáticos en estos dos dominios. Con temperaturas crecientes, especialmente en invierno, la fenología de los áfidos varía según lugar y año. Sheppard y col. (2015) mostraron el cambio de la sincronía fenológica espacio-temporal, potenciado por la sincronía en el clima invernal, en un grupo de áfidos fitopatógenos importantes. En resumen, la sincronía a largo pla-

² <http://www.nationalarchives.gov.uk/doc/open-government-licence/version/3/>

zo en las poblaciones de áfidos está disminuyendo debido a la creciente variabilidad de las temperaturas invernales según año y zona.

Cambios en los fenotipos de los áfidos debidos a la temperatura

Durante el otoño, las formas aladas del principal vector del virus del enanismo amarillo de la cebada (BYDV) aumentan en gran número. *Rhopalosiphum padi*, el áfido de los cereales, o bien alterna entre las gramíneas y su huésped de invierno, el cerezo de racimos (sexual), o permanece en las gramíneas durante todo el año (asexual), moviéndose entre los cereales y las gramíneas de los márgenes del campo dependiendo de la disponibilidad. Estas dos estrategias de ciclo de vida diferentes conllevan riesgos diferentes de transmisión del virus BYDV: asexual-alto riesgo porque permanecen en el sistema de cereales; o sexual-bajo riesgo porque abandonan el sistema para reproducirse sexualmente en los cerezos de racimo. Las dos formas producen dos fenotipos de color diferente (Lowles, 1995) que pueden utilizarse para estimar el riesgo de infección primaria cuando se diseccionan (Figura 3). Cuando las temperaturas medias de diciembre a febrero se sitúan entre 2°C y 5°C, el porcentaje de *R. padi*, colonizado-

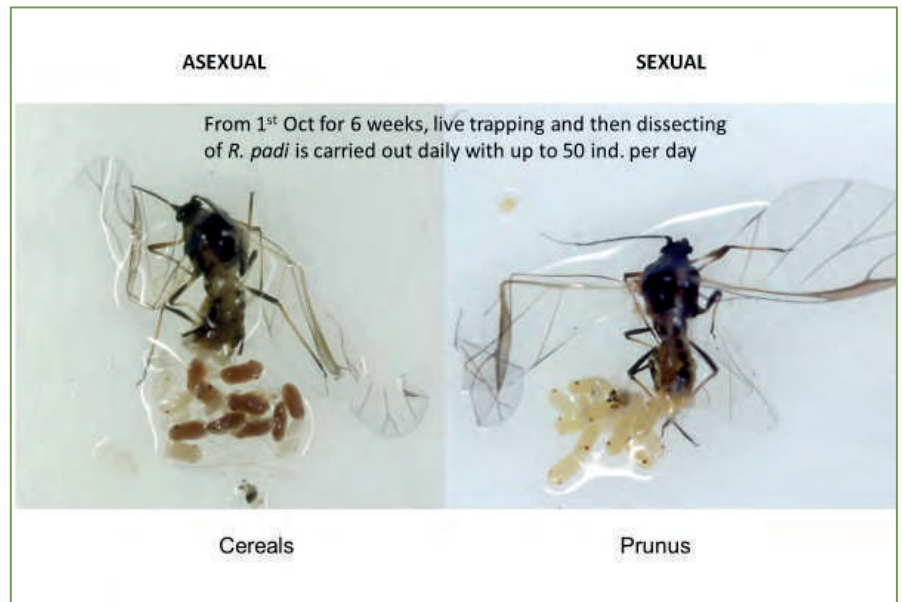


Figura 3. Fenotipos de color de *Rhopalosiphum padi* que indican el tipo de ciclo de vida asexual y sexual.

res de cereales, es bajo durante el invierno siguiente, en torno al 10% de la población de la muestra. A medida que las temperaturas medias superan los 5°C, el porcentaje de colonizadores de cereales aumenta drásticamente el siguiente invierno, superando el 50% cuando las temperaturas superan los 6,5°C. Con esta sencilla prueba, se prevé que la presencia del virus BYDV sea alta en otoño, después de los inviernos cálidos.

Agradecimientos

La investigación sobre insectos de Rothamsted es una iniciativa nacional financiada por el Consejo de Investigación de Biotecnología y Ciencias Biológicas bajo los auspicios del *Core Capability Grant* (BBS/E/C/000J0200). Deseo expresar mis agradecimientos al personal presente y pasado, a voluntarios y a financiadores, y a Stephen Thackeray por su ayuda.

Bibliografía

- Bell, J.R., Alderson, L., Izera, D. y col. (2015) Long-term phenological trends, species accumulation rates, aphid traits and climate: five decades of change in migrating aphids. *J. Anim. Ecol.* 84, 21–34.
- Harrington, R., Clark, S.J., Welham, S. y col. (2007) Environmental change and the phenology of European aphids. *Glob. Change Biol.* 13, 1550–1564.
- Harrington, R. (2014) The Rothamsted Insect Survey strikes gold. *Antenna* 38, 158–166.
- Lowles, A. (1995) A quick method for distinguishing between the two autumn winged female morphs of the aphid *Rhopalosiphum padi*. *Entomol. Exp. et Appl.* 74, 95–99.
- Storkey, J., Macdonald, A.J., Bell, J.R. y col. (2016) The unique contribution of Rothamsted to ecological research at large temporal scales. *Advances in Ecological Research* 55, 3–42.
- Strathdee, A.T., Howling, G.G. & Bale, J.S. (1995) Cold hardiness of overwintering aphid eggs. *J. Insect Physiol.* 41, 653–657.
- Sheppard, L.W., Bell, J.R., Harrington, R. y col. (2016) Changes in large-scale climate alter spatial synchrony of aphid pests. *Nature Climate Change* 6, 610–613.
- Taylor, L.R. (1986) Synoptic dynamics, migration and the Rothamsted Insect Survey. *J. Anim. Ecol.* 55, 1–38.
- Thackeray, S.J., Sparks, T.H., Frederiksen, M. y col. (2010) Trophic level asynchrony in rates of phenological change for marine, freshwater and terrestrial environments. *Glob. Change Biol.* 16, 3304–3313.
- Thackeray, S.J., Henrys, P.A., Hemming, D., y col. (2016) Taxonomic and trophic-level differences in the climate sensitivity of seasonal events. *Nature* 535, 241–245.