

Situación actual de la plaga de diabrotíca en Cataluña

Distribución y validación de un modelo predictivo para establecer futuras estrategias de control

Alexandre Levi-Mourao, Marta Franch y Ariadna Giné.

Departament d'Acció Climàtica, Alimentació i Agenda Rural de la Generalitat de Catalunya.
Secció de Agricultura y Sanidad Vegetal de Lleida.

Diabrotica virgifera virgifera fue detectada por primera vez en España en 2021 causando graves daños en una finca de maíz de la provincia de Lleida. Durante el año 2022 se procedió a validar un modelo fenológico ya establecido para la plaga en otras regiones productoras de maíz. El uso de este modelo adaptado a las condiciones locales permitirá dar avisos fitosanitarios en los diferentes momentos de presencia de la plaga y, a su vez, se podrán valorar diferentes estrategias de control con el fin de maximizar su eficacia.

D *iabrotica virgifera virgifera* LeConte, o el insecto de los millones de dólares (*billion-dollar bug*), apodo que recibe en Estados Unidos (Nordhaus, 2017), es un coleóptero de la familia de los crisomélidos de origen centroamericano que causa elevados daños económicos en maíz en las zonas del mundo donde se ha detectado. En Europa se detectó por primera vez en 1992 (Baca, 1993) y actualmente se encuentra en 22 países (EPPO, 2022) (figura 1).

Los principales daños de esta plaga del maíz son causados por las larvas que se alimentan de sus raíces, menguando el desarrollo radicular y la capacidad de anclaje de la planta al suelo, lo que provoca (cuando hay fuertes vientos o riegos abundantes) la caída de la planta en forma característica de “cuello de ganso”. Aparte, produce otros daños secundarios derivados de la alimentación: heridas en las raíces y los causados por los adultos en las hojas y en la polinización (Boriani, 2011; Edwards *et al*, 2013; Lumbierres y Pons, 2022).

En nuestras condiciones, el insecto tiene una única generación anual y las hembras realizan la puesta durante el verano en el suelo, donde pasan el invierno en forma de huevo. En primavera los huevos eclosionan y las larvas son atraídas por el



Adulto de *D. virgifera virgifera* en una hoja de maíz.

FIG. 1 Dispersión de la plaga en Europa.

Fuente: EPPO (última actualización 13/10/2022).

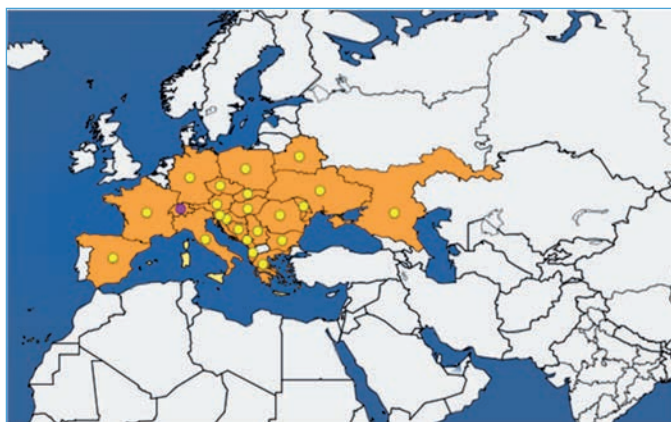
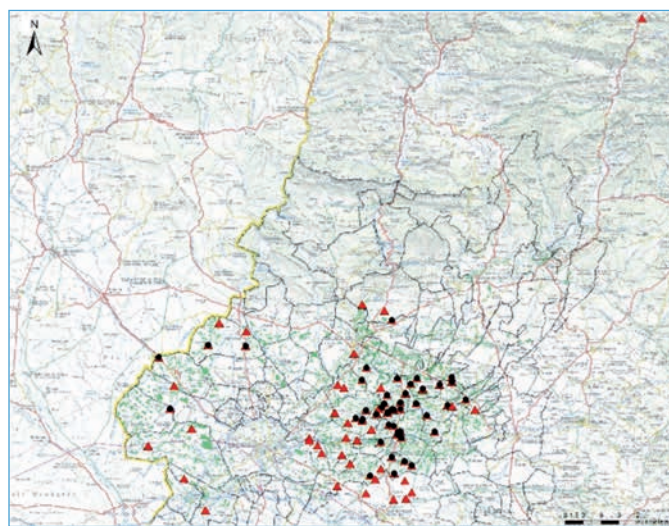


FIG. 2 Mapa de distribución de trampas de feromona durante el año 2021 en la provincia de Lleida. Triángulo rojo se refiere a la ubicación de las trampas; círculo negro indica trampas con capturas.



dióxido de carbono que emiten las raíces, de las que se alimentarán. Las larvas, pasan por tres estadios larvarios y pupan a principios de verano. Posteriormente, emergen los adultos y se alimentan de polen, de las sedas de las mazorcas y del parénquima de las hojas. En total una hembra puede poner alrededor de unos 500 huevos a lo largo de su vida, que puede ser de varias semanas (Edwards y Kiss, 2012; Edwards *et al.*, 2013).

El insecto fue detectado por primera vez en España en una parcela en la que se cultivó maíz en la localidad de Vilasana (Lleida, Cataluña) en el junio de 2021 (Lumbierres y Pons, 2022; Giné, 2022). La severidad de los daños en la parcela y el elevado número de individuos adultos en las plantas en el momento de su detección, podrían indicar que la plaga ya estaba establecida en la parcela desde uno o dos años antes, ya que se sabe que, durante los primeros años de su introducción en una región agrícola, los daños son difícilmente detectables.

En 2021, después de una prospección intensiva de campos de maíz de la provincia de Lleida por parte de los técnicos de la Sección de Agricultura y Sanidad Vegetal de los Servicios Territoriales de Lleida del Departamento de Acción Climática,

Alimentación y Agenda Rural de la Generalitat de Cataluña, junto con los de las Agrupaciones de Defensa Vegetal (ADV), de mediados de verano hasta finales de otoño, se obtuvo el mapa de detección de la plaga (**figura 2**). Aunque se capturaron individuos a una distancia de hasta 42 km del foco inicial, únicamente se observaron daños en la parcela en la que se detectó el insecto por primera vez.

De manera generalizada, en los países donde la plaga está establecida, se utilizan trampas de feromonas para la detección del insecto, pero cuando las poblaciones alcanzan los umbrales de daño económico, el seguimiento de los adultos se realiza con trampas cromotrópicas de color amarillo.

El control de la diabrotica se basa fundamentalmente en medidas culturales contra las larvas, pero también en tratamientos de choque contra adultos y larvas. Entre estas medidas de control, la que se ha mostrado más eficaz es la rotación de cultivos (Boriani, 2011; Edwards *et al.*, 2013; Lumbierres y Pons, 2022).

El retraso de la fecha de siembra sería otra estrategia que podría ser útil en luga-

res donde la rotación no es una opción viable. Este método de control cultural se utiliza en Italia como medida alternativa a la rotación. También, se desarrollaron modelos predictivos para determinar los momentos en que se producirá la aparición de las larvas y de los adultos y que, una vez validados en nuestras condiciones, podrían ser de utilidad para establecer esta última estrategia de control. Uno de los modelos más utilizados en las zonas de producción de maíz con más afectaciones por esta plaga es el modelo de Davis y colaboradores (1996). Este modelo se basa en acumular grados-día a partir de la temperatura mínima a la cual ocurre el desarrollo.

Durante el año 2022 se llevaron a cabo diversas acciones para conocer la distribución de la plaga en la provincia de Lleida y proceder a la validación del modelo predictivo de Davis y colaboradores (1996), según las condiciones agroclimáticas locales de la parcela foco, a fin de poder establecer futuras estrategias de control.

Descripción de los ensayos

Distribución de la plaga

Se colocaron 66 trampas de feromona (PAL) y 135 cromotrópicas amarillas (Pherocon AM) repartidas en 87 campos de maíz de cuatro comarcas de la provincia de Lleida (**figura 3**) entre los meses de junio a septiembre. Su distribución se realizó según la presencia de plaga del año anterior: a) en campos de maíz donde la plaga estaba ausente o con una presencia baja se colocaron trampas con feromona; y b) en campos donde se habían capturado un elevado número de individuos, se colocaron trampas cromotrópicas con el fin de obtener un umbral de tratamiento.

Validación del modelo: prospección de larvas, pupas y de adultos

Para detectar la presencia de larvas y pupas se realizaron muestreos semanales tomando muestras de suelo cercanas a las raíces de las plantas y el cepellón de 30 plantas, desde el momento de la siembra (30/04/2022) hasta mediados de junio (14/06/2022). Las muestras se extrajeron con la ayuda de una barrena (hasta 20 cm de profundidad) y los cepellones con pala. Para la extracción de las larvas, se siguió

FIG. 3 Mapa de distribución de las diferentes trampas (feromona en verde y cromotrópicas en amarillo) el año 2022 en la provincia de Lleida.



la metodología de Fisher y Bergman, 1986; Boriani, 2011; Walsh *et al.*, 2020; las muestras de suelo se mezclaron con agua saturada con sal para aumentar la tendencia de las larvas a flotar en superficie (500 g de cloruro de sodio por cada 5 litros de agua) y después, se procedió a su filtración con tamices de diferentes granulometrías (600 y 180 micras).

Las raíces se limpiaron de tierra y fueron observadas bajo lupa binocular y disecionadas con bisturí. Seguidamente se

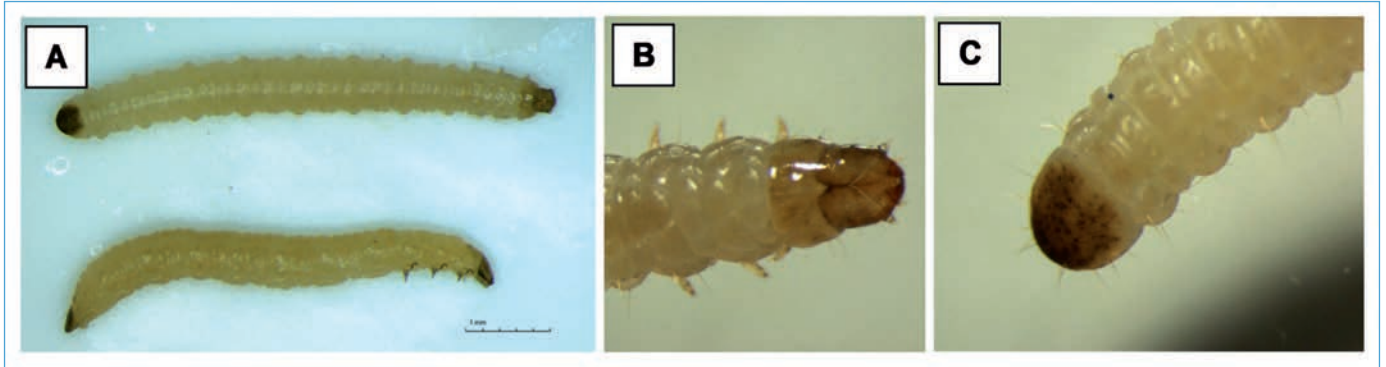
depositaron en un embudo Berlese durante tres días hasta quedar completamente secas. Los botes de recogida del embudo contenían una solución conservante de propilenglicol al 3%. Todas las larvas y pupas recogidas se guardaron en alcohol del 70% y se procedió a la determinación de su estadio de desarrollo a través del tamaño del cuerpo, la capsula cefálica y la placa anal (**figura 4**) (George y Hintz, 1966; Hammack *et al.*, 2003; Becker y Meinke, 2008).

CUADRO I

PROMEDIO DE CAPTURAS DE ADULTOS POR TRAMPA Y SEMANA

Semanas	Promedio de adultos / trampas							
	Urgell		Pla d'Urgell		Segrià		Noguera	
	Cromotrópica	Feromona	Cromotrópica	Feromona	Cromotrópica	Feromona	Cromotrópica	Feromona
06-12/06	0	0	0	0	0	0	0	0
13-19/06	0	0	0	0,1	0	0,2	0	0
20-26/06	0	0	0	0,2	0	0,1	0	0
27/06-03/07	0	0,6	0	2,8	0	0,4	0	0
04-10/07	0	1,1	0	5,5	0	0,6	0	0,5
11-17/07	0	3,7	0	4,2	0	4,2	0	0
18-24/07	0	3,3	0	3,1	0	5,0	0	0
25-31/07	0	2,2	0	8,4	0	2,3	0	0
01-07/08	0	0	0	3,6	0	0,8	0	0,5
08-14/08	0	0	0	1,5	0	0	0	0
15-21/08	0	0,3	0	0,3	0	0	0	0
22-28/08	0	0	0	0,3	0	2,3	0	0
29/08-04/09	0	0	0	0	0	0	0	0

FIG. 4 A: larvas en último estadio de desarrollo. B: cápsula cefálica; C: placa anal de *D. virgifera virgifera*.



Para la detección de los adultos en la parcela foco se dispusieron tres trampas cromotrópicas desde el 10/06/2022 (primeras emergencias de adultos según el modelo fenológico de Davis y colaboradores (2016) hasta el 30/07/2022. Las trampas se colocaron en parejas en una sola fila y a una distancia mínima de 30 m del borde del campo y entre ellos, mientras que la tercera trampa se dispuso aislada y equidistante de las demás, siguiendo la instrucción técnica de la región de Lombardía, Francia (Boriani, 2011).

Resultados obtenidos

Distribución de la plaga

Las capturas en trampas cromotrópicas fueron nulas o muy bajas (máximo de 4 adultos/trampa y semana) y en las trampas de feromona, las capturas fueron des-

iguales: con parcelas sin detecciones y otras con capturas donde se sobrepasaban los 50 adultos/trampa y semana (**cuadro I**). La relación de capturas entre la trampa cromotrópica y de feromona es de 1:10 adultos.

Según la instrucción técnica de la región de Lombardía (Boriani, 2011), el umbral de tratamiento adulticida es de 50 adultos/trampa cromotrópica durante las primeras dos semanas de seguimiento, por tanto, en el año 2022, no se recomendó hacer ningún tratamiento ya que en ninguno de los campos de las diferentes zonas se superó ese umbral.

Validación del modelo: prospección de larvas, pupas y de adultos

Un total de 79 larvas (6 de primer estadio –L1–, 42 larvas de segundo estadio –L2– y 31 larvas de último estadio –L3–) fueron

recogidas durante el período de estudio. El número de larvas de diferentes estadios y pupas en la parcela foco está recogido en el **cuadro II**.

Los resultados indican que la proporción de L1 recogidas en campo coincide con la previsión hecha por el modelo en el momento de la aparición del 50% y en el 90%. Por lo que se refiere a la L2, se ajusta al momento de aparición del 50% y del 90%. En el caso del estadio L3, se ajusta la proporción hallada en campo en el momento de aparición del 10% según el modelo (**cuadro II**).

En el caso de los adultos, los resultados indican que el año 2022 hubo una baja población generalizada, ya que se obtuvieron muy pocas capturas, con un total de 11 adultos desde la fecha de inicio de vuelo hasta seis semanas después. No obstante, la proporción de adultos capturados

CUADRO II

PROPORCIÓN ACUMULADA DE LARVAS Y PUPAS RECOGIDAS EN CAMPO.

Proporción capturas acumuladas (%)	Período de muestreo								
	15-19/05	20-24/05	25-27/05	28-30/05	31/05-01/06	02-03/06	04-07/06	08-10/06	11-14/06
L1	4	48	61	65	96	100	0	0	0
L2	2	5	36	57	81	98	100	0	0
L3	0	14	14	57	57	86	100	0	0
Pupa	0	0	0	0	0	0	0	13	100
Fecha de aparición según el Modelo de Davis et al. 1996	50% L1 y 10% L3		50% L2		90% L1	90% L2 y 50% L3		10% Pupa	

Debajo de cada período de muestreo se indica el porcentaje de aparición de los diferentes estadios larvarios y de pupa, de acuerdo con el modelo de Davis et al., 1996 adaptado a las condiciones ambientales locales.

concuera con los momentos de aparición según el modelo fenológico (figura 5).

Sin embargo, el bajo número de individuos, tanto de larvas, pupas y adultos, registrados en 2022, y el hecho de que no se encontraron larvas en otras parcelas de la zona, dificulta concluir si el modelo realmente se ajusta con precisión a las condiciones ambientales locales. Se debe remarcar el hecho de que no se observaron daños en la parcela foco ni en otra cercana, a pesar de la gran afectación que tuvo el año anterior.

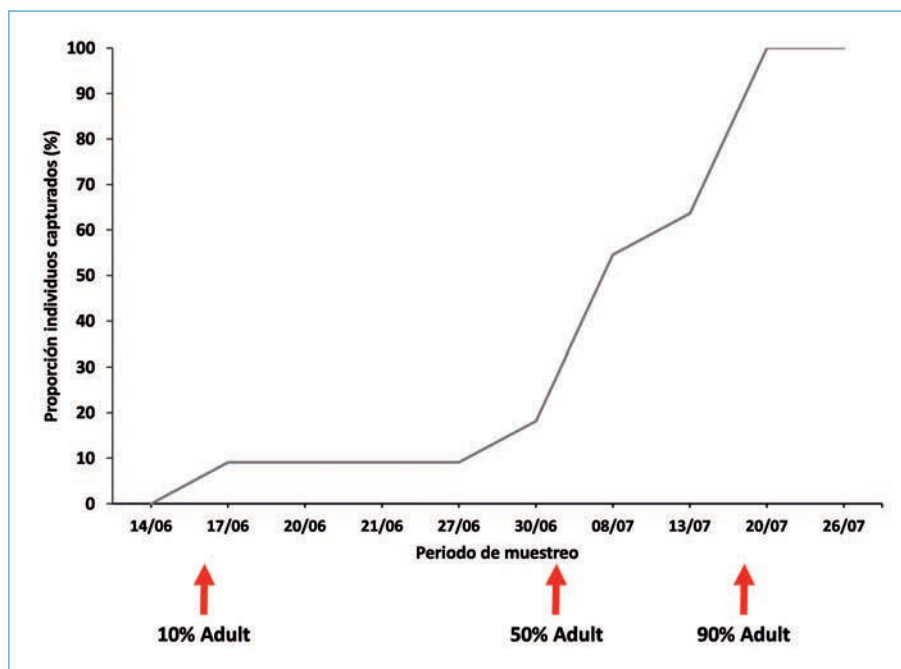
Estudios realizados en Europa (Toepfer y Kuhlmann, 2006; Meinke *et al.*, 2009) observaron que puede llegar a ocurrir una alta mortalidad de huevos si las condiciones abióticas, como podría ser la climatología o las condiciones del suelo, no son idóneas a la entrada en diapausa y durante este proceso fisiológico. En éstos, se concluyó que otoños cálidos y secos provocan una alta mortalidad (de un 30-40%) durante el momento de pre-diapausa; y que inviernos fríos y secos contribuyen también a que esto ocurra (hasta un 50%). Esto podría explicar, en base a la climatología local del año 2021, el bajo número de individuos, comparada con la del año anterior.

Asimismo, durante el verano de 2021, en la parcela foco, se realizaron dos tratamientos insecticidas con el piretroide lambda cihalotrin al 10% (el 21/06 y el 18/07) direccionados a los adultos con el fin de reducir los altos niveles poblacionales registrados en ese momento e incidir principalmente sobre las hembras reproductoras, reduciendo de esta forma la cantidad de puestas. Aunque no quedó claro del todo si estas aplicaciones fueron altamente eficaces, esto podría explicar también los bajos niveles de larvas registrados durante el año 2022.

Conclusiones

Las actuaciones del año 2022 permitieron conocer la distribución de la plaga en la

FIG. 5 Proporción de adultos capturados en trampas cromotrópicas. Las flechas rojas indican el porcentaje de aparición en el tiempo de los adultos de acuerdo con el modelo fenológico de Davis *et al.*, 1996.



El uso de este modelo adaptado a las condiciones locales permitirá dar avisos fitosanitarios tanto en el momento de presencia de larvas como de adultos.

provincia de Lleida. Se concluye que en ningún caso se observaron poblaciones que superasen el umbral de tratamiento recomendado. Referente a la validación del modelo fenológico de Davis y colaboradores (1996), adaptado a las condiciones ambientales locales, se observó que las capturas en campo se ajustan en determinados momentos a lo que predice el modelo. El uso de este modelo adaptado a

las condiciones locales permitirá dar avisos fitosanitarios tanto en el momento de presencia de larvas como de adultos. De esta forma, se podrán valorar diferentes estrategias de control con el fin de maximizar su eficacia. Cabe destacar el bajo número de capturas durante el periodo de estudio y que no se detectaron daños en la parcela foco ni en ninguna otra. Aun así, se requieren más estudios para validar definitivamente el modelo y elucidar el ciclo de vida de esta plaga en nuestra zona. ■

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a todos los miembros de la Secció d'Agricultura i Sanitat Vegetal que participaron en la ejecución de este trabajo. A las agrupaciones de defensa vegetal (ADV) y los asesores de campo por el apoyo técnico en la recogida de datos. Y en especial, agradecer al titular de la finca foco por su estrecha colaboración en el presente trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

Existe una amplia relación bibliográfica aportada por los autores de este artículo a disposición de los lectores en el correo electrónico: redaccion@eumedia.es.