

RETOS DE LA SANIDAD VEGETAL ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

Enfermedades



Foto 1. La colonización del maíz por el hongo micotoxigénico *Aspergillus flavus* favorece la contaminación por aflatoxinas.

Cambio climático e higiene alimentaria

Naresh Magan, Carol Verheecke-Vaessen, Esther Garcia-Cela & Angel Medina

Applied Mycology Group,
and AgriFood Theme,
Cranfield University,
Cranfield, Bedford
MK43 0Al, U.K. Email:
n.magan@cranfield.ac.uk

La seguridad alimentaria se ha convertido en una prioridad tanto en los países desarrollados como en los países en vías de desarrollo, pues los modelos de cambio climático global (CC) predicen modificaciones en los parámetros ambientales interactivos de temperatura (+2-4°C), las tasas de CO₂ elevadas (dos o tres veces los valores existentes) y la evolución del estrés hídrico. Se ha demostrado que estos factores, que tienen una influencia en una diversidad de cultivos y en el movimiento de plagas y enfermedades, repercuten en el rendimiento, la calidad y la seguridad de los alimentos.

La higiene alimentaria es un componente fundamental de la seguridad alimentaria, que incluye la disponibilidad, el acceso, la calidad y la inocuidad de los alimentos. Se examinan aquí los posibles efectos en los microorganismos =bacterias y hongos=, prestando especial atención tanto al deterioro bacteriano y la contaminación de productos perecederos como al deterioro fúngico y las micotoxinas en productos básicos. Los datos sobre la colonización del maíz por el hongo micotoxigénico *Aspergillus flavus* demuestran que favorece la contaminación por aflatoxinas, lo que puede afectar al procesamiento posterior de esta cadena alimentaria (Fotos 1 y 2). Se analiza este fenómeno en el contexto de puntos clave de Europa

en los que se prevé que se producirán los impactos del cambio climático, teniendo en cuenta el efecto de los cambios regionales en la diversidad y en el movimiento de plagas y patógenos en los cultivos de alimentos básicos/piensos. Todo esto puede tener profundas repercusiones en la seguridad e higiene alimentaria de la Europa del futuro.

El impacto de los factores del cambio climático (CC) debe considerarse en el contexto de las interacciones entre tres parámetros clave que suelen concebirse como un triángulo equilibrado formado por la planta, la plaga/enfermedad y el medio ambiente (Figura 1). Este equilibrio puede sufrir variaciones puesto que hay factores del CC que tienen una influencia en

los resultados de las interacciones entre los tres elementos, así como en la seguridad e higiene alimentaria.

Los estudios sobre la contaminación de verduras de hoja verde sugieren que las enfermedades por *E. coli* O157:H7 y *Salmonella* aumentarán en presencia de factores ambientales de cambio climático. De hecho, los cambios en la temperatura media, tanto en Estados Unidos como en Europa, muestran que los casos de intoxicación de consumidores por *Salmonella* han aumentado significativamente con el incremento de la temperatura media de 20°C a 25/30°C y de 15°C a 25°C, respectivamente. Se ha sugerido que la resistencia de los patógenos bacterianos en las verduras de hoja verde aumenta la producción de bio-

películas en la superficie de las plantas, por lo que resultan más difíciles de eliminar o reducir, especialmente en los productos elaborados listos para el consumo (Figura 2). Dado que las bacterias se multiplican tan rápidamente, es importante minimizar los niveles de contaminación en productos perecederos, especialmente en ensaladas y verduras preparadas. Deben tenerse en cuenta los análisis microbiológicos, la estabilidad de las poblaciones microbianas, la resistencia relativa de las principales bacterias patógenas y los indicadores del predominio de especies patógenas para el ser humano en el contexto de parámetros interactivos de temperaturas elevadas, aumento del CO₂ y alternancias de periodos de sequía y humedad (Figura 3).

En el caso de los cereales básicos, se sugieren pérdidas en las cosechas de aproximadamente un 20% en el trigo, un 10-15% en el maíz y el arroz y casi un 40-50% en la soja. Entre los efectos en las plantas, se ha observado la variación, y a veces el aumento, del número de estomas, cambios espaciales, distribución de tricomas y número de semillas por espiga. Esto se acompaña de pérdidas calóricas y de repercusiones en el valor nutritivo y, en última instancia, en la salud del consumidor. En promedio, el valor calorífico y nutricional inherente podría disminuir hasta un 15% en cereales básicos como el trigo, el maíz y el arroz.

Las previsiones sobre el desplazamiento de las plagas y enfermedades hacia los polos a una velocidad de unos 5-6 km por año, junto con el aumento de la diversidad de plagas, parecen indicar un aumento de la tendencia de estos cultivos a sufrir infecciones por hongos micotoxigénicos, lo que podría causar un aumento de contaminación por toxinas. Las micotoxinas suponen un riesgo importante para la salud, ya que son estables ante el calor y difíciles de destruir durante el procesamiento de los alimentos. Nuestro enfoque se centra en el impacto de los factores de CC en la colonización de productos básicos por parte de hongos micotoxigénicos y en la contaminación por toxinas. Varios estudios recientes sobre la colonización del maíz por *Aspergillus flavus* han mostrado que la interacción de los factores de CC no afec-

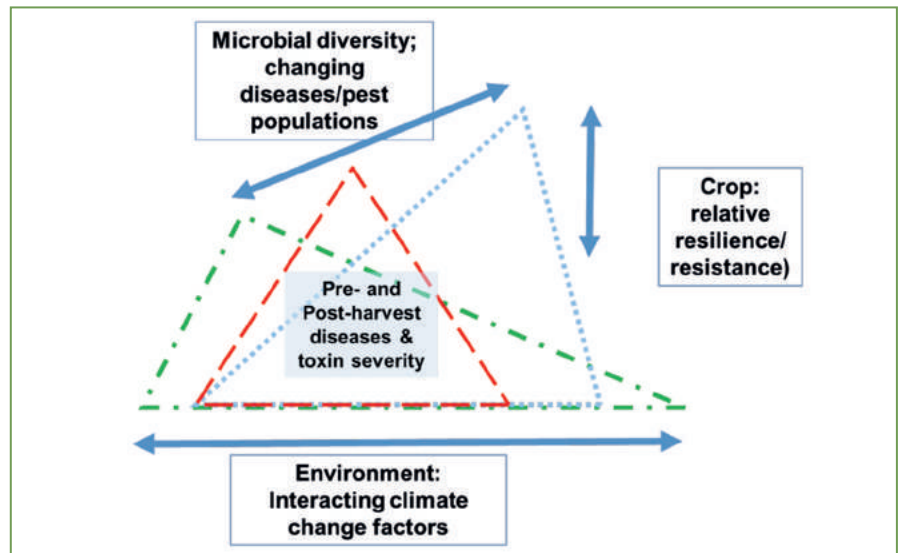


Figura 1. Los cambios ambientales elevarán el ángulo entre planta y microorganismo/plaga.

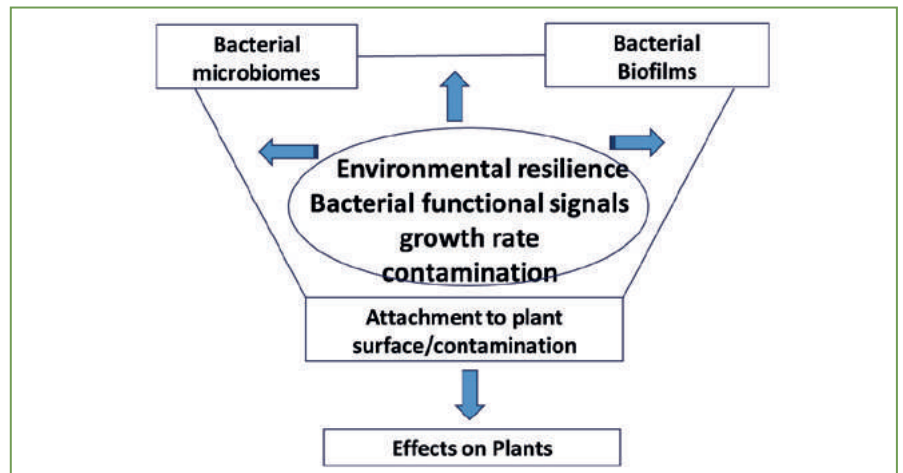


Figura 2. Posibles efectos de contaminación bacteriana de verduras de hoja verde frescas y productos cortados y de formación de biopelículas debido a factores de cambio climático.

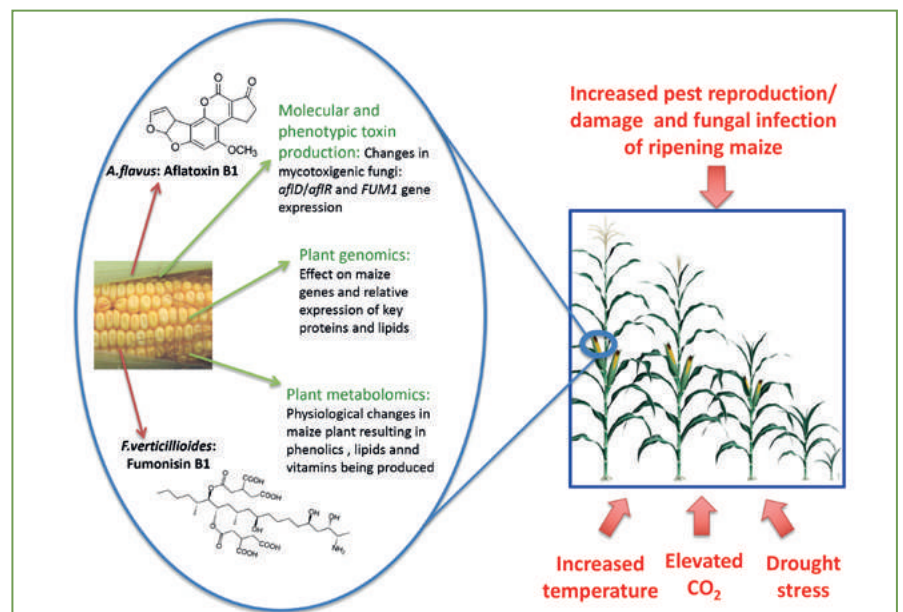


Figura 3. Temperaturas elevadas, aumento del CO₂ y estrés hídrico aumentan el riesgo de sufrir infecciones por hongos micotoxigénicos.

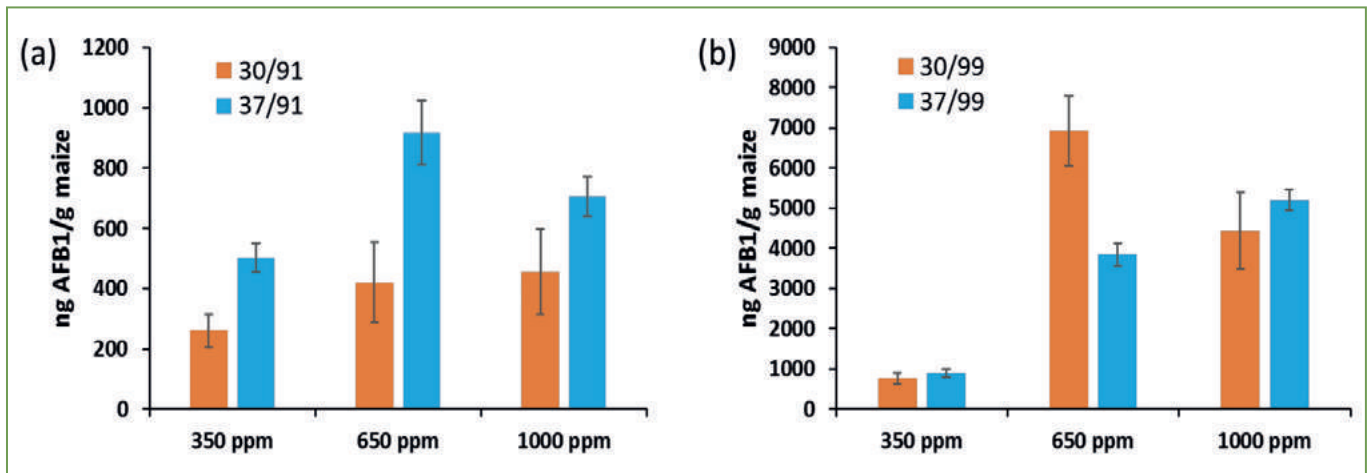


Figura 4. Impacto en la producción de aflatoxinas en el grano de maíz en condiciones de interacción de temperatura (30, frente a 37° C), CO₂ (350, frente a 650, frente a 1000 ppm) y estrés hídrico (0,99, frente a 01,91 de actividad hídrica).

tan a la colonización, pero aumentan significativamente la producción de aflatoxina B1 (Figura 4). Este hecho es importante ya que la aflatoxina B1 es un carcinógeno de clase 1a y se ha demostrado que puede causar cáncer de hígado y un retraso del crecimiento en lactantes y niños, especialmente en los países de renta media baja (PRMB, por sus siglas en inglés) de África, donde la harina de maíz es la principal fuente de alimento a estas edades. Además, el aumento de la toxina T-2/HT-2 observado en la avena muestra que favorecen la contaminación por *Fusarium*.

En Europa, el fenómeno es también importante: en los últimos dos años el Sistema de Alerta Rápida para Alimentos y Piensos (*Rapid Alert System for Food and Feed, RASFF*) ha mostrado que hasta un 30% de las prohibiciones de entrada en las fronteras de la UE se deben a la contaminación por micotoxinas de una serie de diferentes productos básicos de alimentación y piensos. Se plantea la cuestión de si esta tasa de prohibiciones aumentará en condiciones de CC. Los recientes modelos de previsión de la Autoridad Europea para la Seguridad de los Alimentos (EFSA) sobre el impacto de un aumento de temperaturas de 2°C y 5°C sugieren un adelanto significativo de las fechas de maduración y cosecha del trigo y del maíz en Europa. Por tanto, habrá mayores repercusiones a nivel regional, con un aumento importante de riesgo de plagas/enfermedades y micotoxinas. En el caso del maíz, el



Foto 2. *Aspergillus flavus* sobre maíz.

riesgo será significativo en la mayor parte de Europa meridional y central, donde se espera un impacto importante de la contaminación por aflatoxinas. Estas previsiones no incluyen ni los niveles elevados de CO₂ ni los cambios en el estrés hídrico.

¿Alterará el cambio climático la dirección de las interacciones planta-microbio de positiva a negativa o viceversa, con las consecuentes repercusiones en el funcionamiento de los ecosistemas (microbiomas)? La resiliencia de las comunidades microbianas y la dominación dentro de ellas pueden ser modificadas por episodios de CC. Los posibles cambios en micotoxinas producidas por

especies específicas o las nuevas micotoxinas producidas por especies de hongos tolerantes a la sequía podrían tener un impacto en la higiene alimentaria. La aclimatación de los patógenos/plagas a los factores de CC puede acentuar la reproducción de plagas en los cultivos básicos, lo que llevaría a un daño mayor y a un aumento del riesgo de contaminación por toxinas. Las estrategias de minimización y de control pueden verse comprometidas e influir en la higiene y seguridad alimentaria. Todo esto sugiere que la seguridad alimentaria en los países en vía de desarrollo o en los países desarrollados podría verse profundamente comprometida en escenarios de CC.