



MICOTOXINAS y CAMBIO CLIMÁTICO: LA TORMENTA PERFECTA

Dr. Antonio J. Ramos Girona

Dpto. Tecnología, Ingeniería y Ciencia de Alimentos
Unidad de Micología Aplicada. AGROTECNIO-Center
Universitat de Lleida

antonio.ramos@tecal.udl.es

Barcelona, 7 de junio de 2023

El cambio climático es un fenómeno global de **transformación del clima** atribuido directa o indirectamente a la **actividad humana**, que altera la composición de la atmósfera mundial y que **se suma a la variabilidad natural del clima** observada durante periodos de tiempo comparables



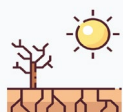


Universitat de Lleida

EFECTOS GENERALES



AUMENTO GLOBAL DE LA TEMPERATURA Y EL CO₂



MÁS SEQUÍAS, MÁS TORMENTAS, MÁS INCENDIOS



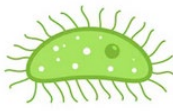
CALENTAMIENTO, ACIDIFICACIÓN Y AUMENTO DEL NIVEL DEL MAR



ESCASEZ DE ALIMENTOS, POBREZA Y DESPLAZAMIENTO DE LA POBLACIÓN



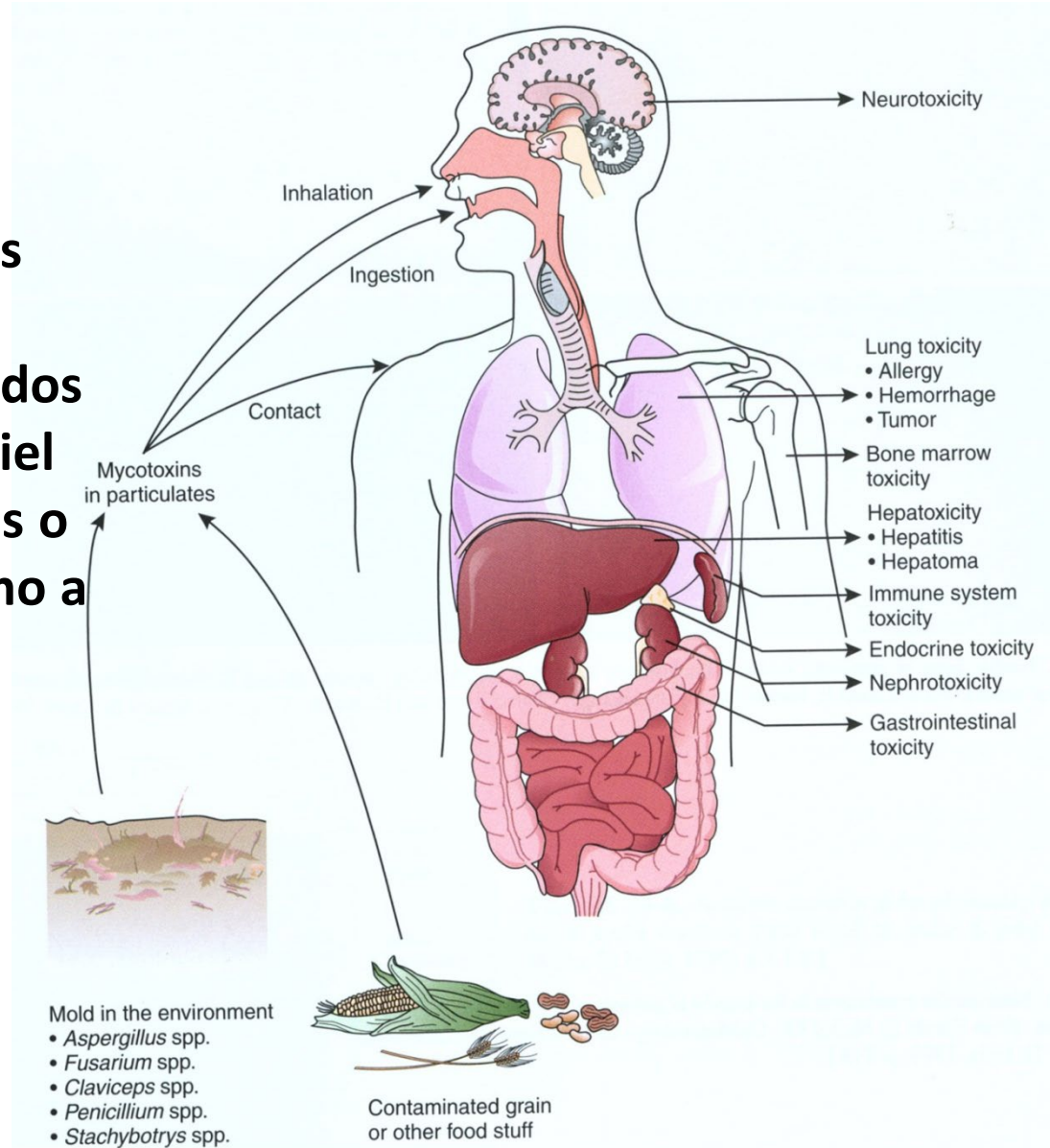
DESAPARICIÓN Y EXPANSIÓN DE ESPECIES INVASORAS



NUEVOS RIESGOS PARA LA SALUD

MICOTOXINAS

Micotoxinas: son metabolitos fúngicos secundarios que cuando son ingeridos, inhalados o absorbidos a través de la piel pueden causar enfermedades o muerte tanto a hombres como a animales





¿Cuántas micotoxinas se han descubierto?

¿Cuántas micotoxinas se vigilan?



Toxinas actualmente legisladas en la UE

PRINCIPALMENTE PRODUCIDAS
POR *ASPERGILLUS* Y/O
PENICILLIUM

AFLATOXINAS
OCRATOXINAS
PATULINA
CITRININA

PRINCIPALMENTE PRODUCIDAS
POR *FUSARIUM*

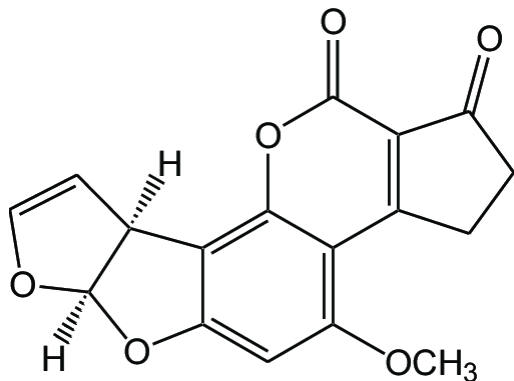
ZEARALENONA
FUMONISINAS
DEOXINIVALENOL
TOXINA T-2 y HT-2

Toxinas de *Claviceps*

TOXINAS DE
ALTERNARIA



UN RECORDATORIO: LA AFLATOXINA B₁



AFLATOXINA B₁

La aflatoxina B₁ es cancerígena, mutagénica, genotóxica, hepatotóxica e inmunotóxica

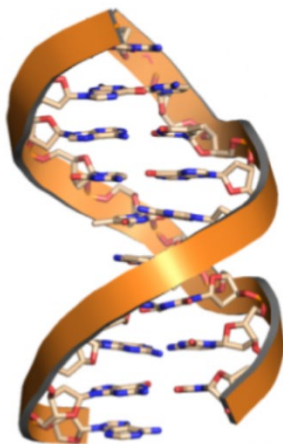
La AFB₁ es el compuesto de origen natural **más cancerígeno** que existe

Producida principalmente por *Aspergillus flavus* y *Aspergillus parasiticus*

Presente principalmente en cereales, frutos secos, semillas oleaginosas, café, especias, y leche (AFM₁)

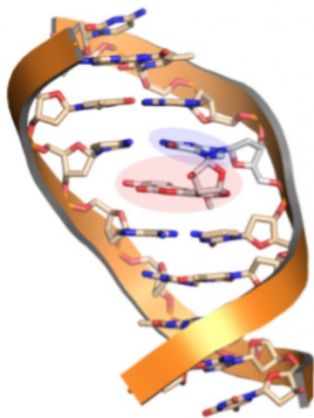
Normal DNA

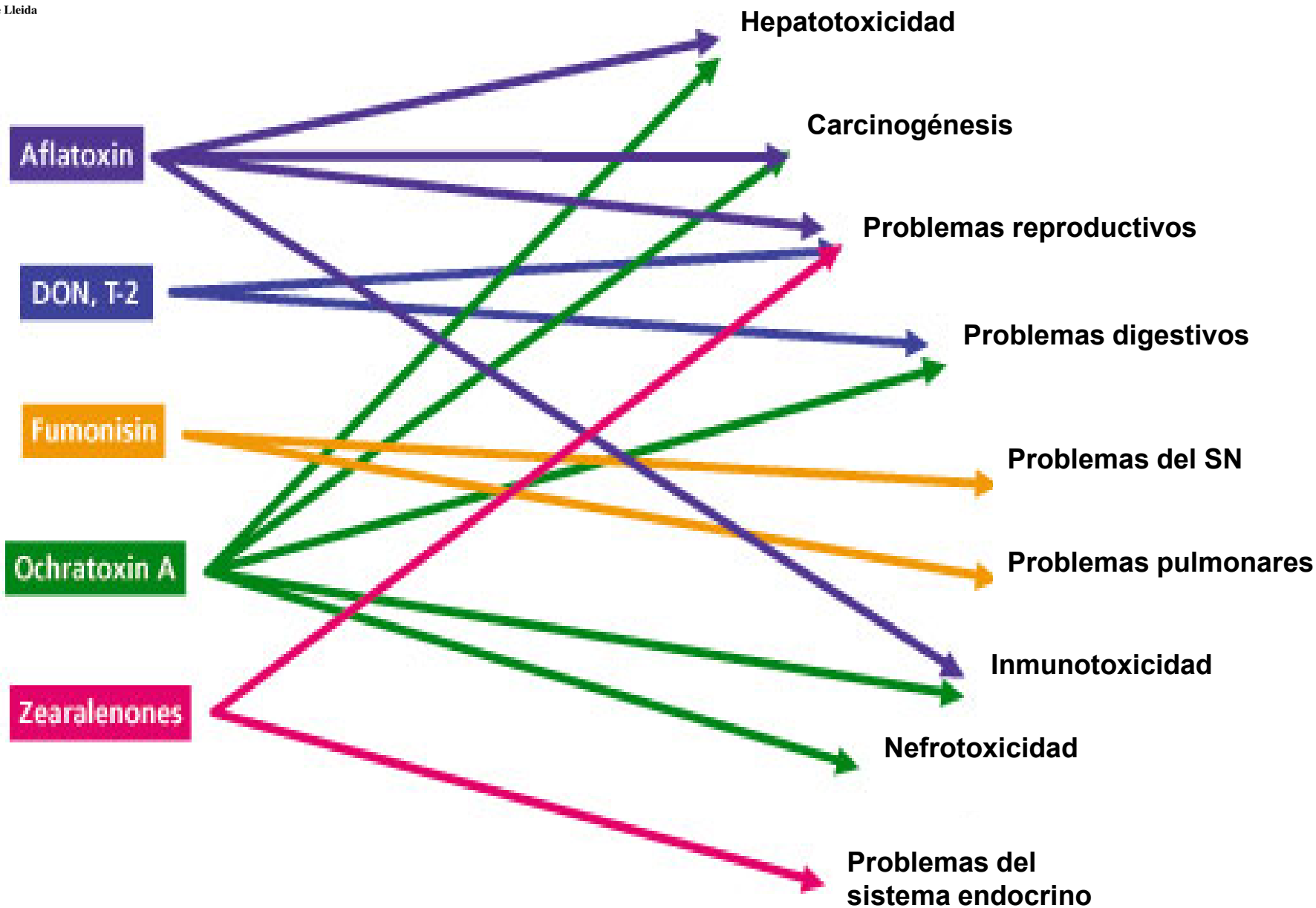
aflatoxin free



Damaged DNA

aflatoxin bound
to guanosine



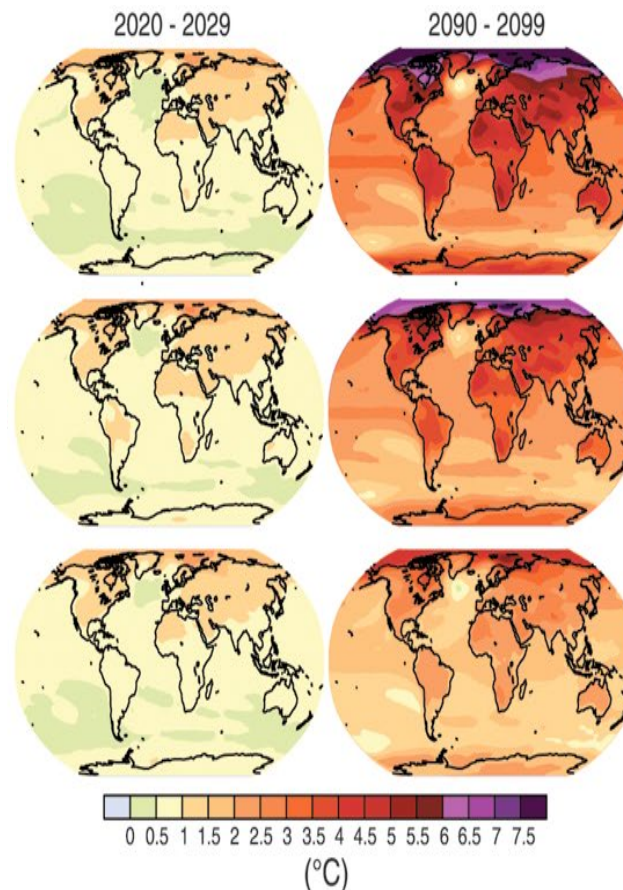
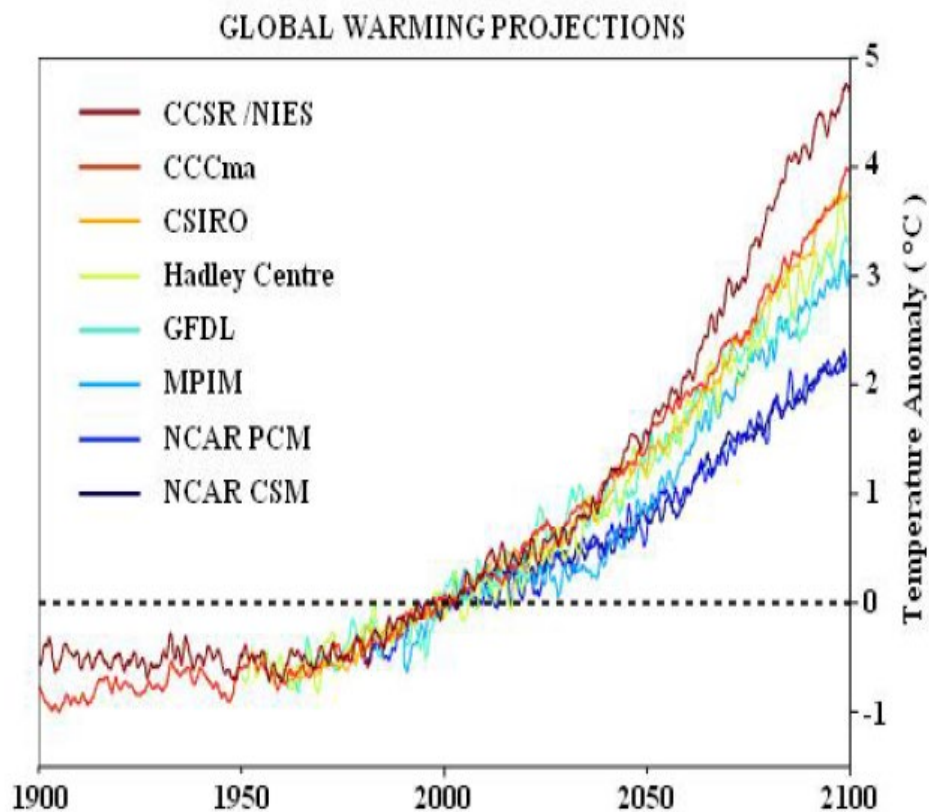


EN EL CASO DE MOHOS, LOS FACTORES DEL CAMBIO CLIMÁTICO QUE MÁS LES AFECTAN SON:



TEMPERATURA

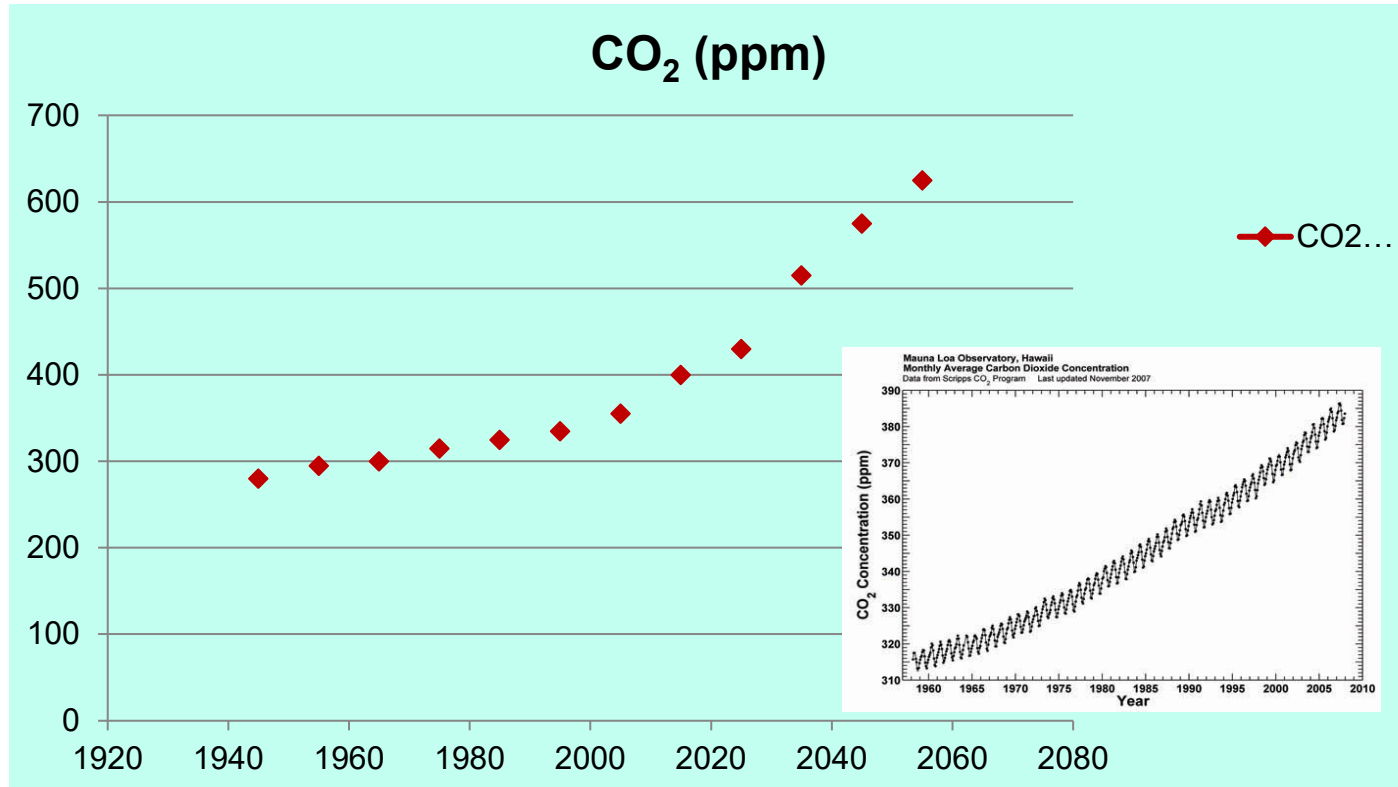
Predicción de la evolución de la temperatura debida al CC



AUMENTO DE ENTRE +2 °C A +5 °C EN LOS PRÓXIMOS 50-100 AÑOS

NIVEL DE CO₂ ATMÓSFERICO

Predicción de la evolución del CO₂ atmosférico debido al CC



AUMENTO DE ENTRE x2-x3 EN LOS PRÓXIMOS 25-50 AÑOS

ACTIVIDAD DE AGUA

Es una medida del agua disponible para ser usada por los microorganismos, y se relaciona con la humedad ambiente en el equilibrio

Actividad de agua mínima y óptima para el crecimiento y producción de aflatoxinas por *Aspergillus flavus*

Cereal	Crecimiento		Producción de aflatoxinas	
	mínima	óptima	mínima	óptima
Trigo	0,80	0,95	0,85	0,93
Sorgo	0,91	0,97	0,94	0,97
Arroz	0,80	0,90	0,85	0,96



Modelos predictivos: simulación realizada mediante un software específico que integra variables relacionadas con el clima, los mohos, los cultivos y los conocimientos previos sobre la relación hospedador/patógeno.

FUENTE DE DATOS



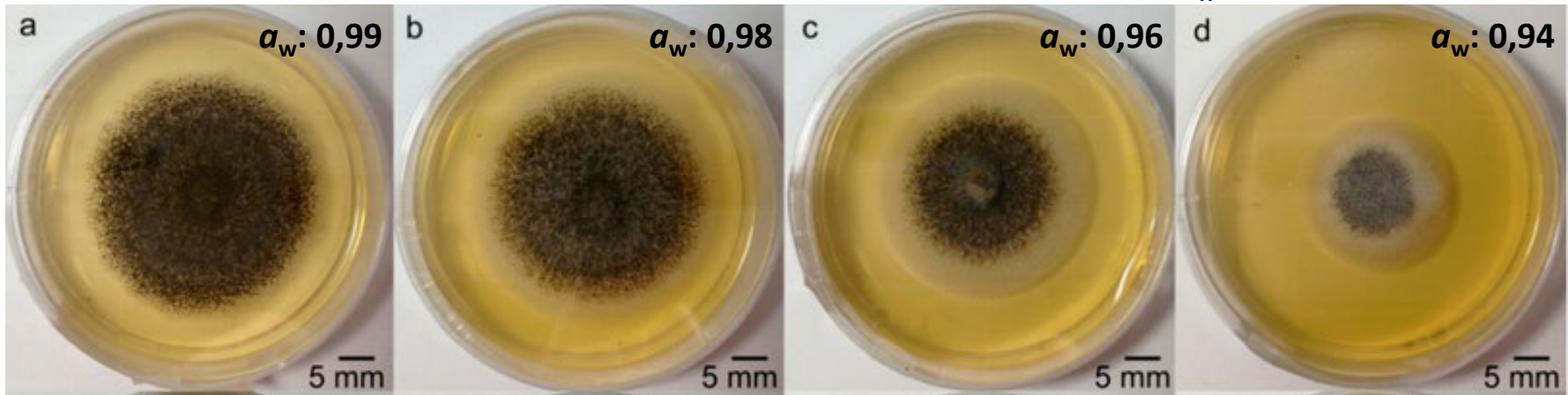
ECOFISIOLOGÍA FÚNGICA



ESTUDIOS DE CAMPO

Estudia la respuesta de los mohos frente a diferentes factores intrínsecos (a_w , pH, etc...) y extrínsecos (temperatura, humedad, nivel de CO₂)

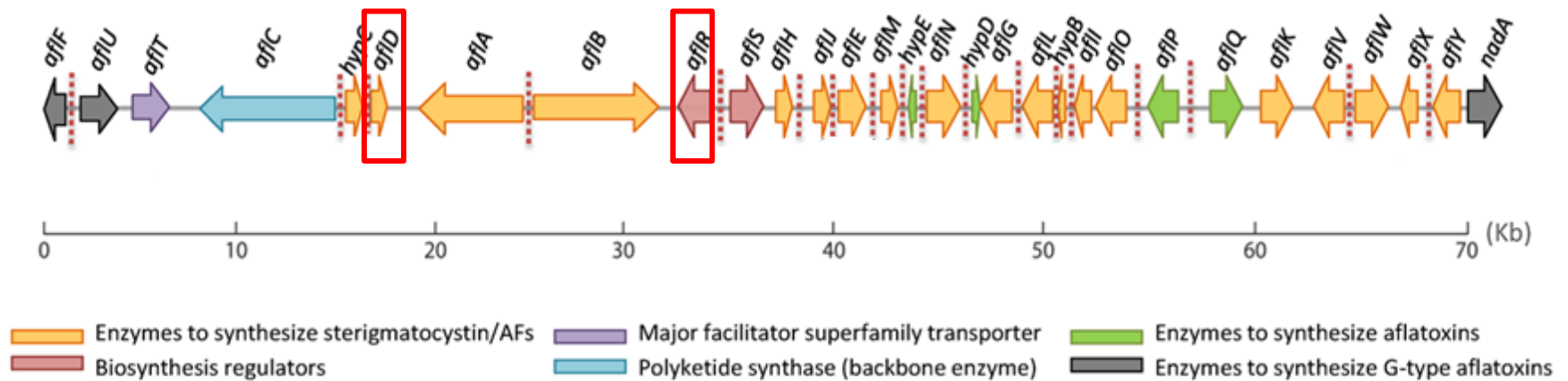
Crecimiento fúngico de *A. niger* en función de la a_w



Sirve para el estudio *in vitro* de parámetros como la germinación de las esporas, el crecimiento fúngico y la producción de micotoxinas en función de las variables ecológicas

Recientemente se ha implementado el estudio de la **transcriptómica** para comprender mejor estos procesos. Estudia los procesos de regulación de los genes relacionados con la síntesis de micotoxinas en función de las variables climáticas

Interacción entre la temperatura, la actividad de agua y el CO₂ en la expresión génica y producción de aflatoxina B₁ por *A. flavus*

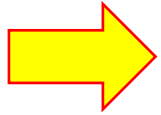


Estimulación de la expresión relativa de los genes de la biosíntesis de la AFB₁ y de la producción de la toxina por variaciones en la T^a/a_w/ppm CO₂.

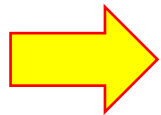
Temp (°C)	a _w	CO ₂ (ppm)	<i>aflD</i>	<i>aflR</i>	AFB ₁
34	0.97	650	=	=	=
		1000	=	=	=
	0.95	650	=	=	=
		1000	=	(x3.6)	=
	0.92	650	=	(x24.4)	(x2.6)
		1000	=	(x2.0)	(x2.0)
37	0.97	650	(x4.6)	=	(x30.7)
		1000	(x6.5)	=	(x23.8)
	0.95	650	(x6.4)	(x14.6)	(x79.2)
		1000	(x3.2)	(x43.9)	(x78.5)
	0.92	650	=	(x40.4)	(x15.1)
		1000	(x22.5)	(x1680)	(x23.8)

Estimulación de la expresión relativa de los genes de la biosíntesis de la AFB₁ y de la producción de la toxina por variaciones en la T^a/a_w/ppm CO₂.

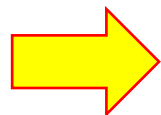
Temp (°C)	a _w	CO ₂ (ppm)	<i>aflD</i>	<i>aflR</i>	AFB ₁
34	0.97	650	=	=	=
		1000	=	=	=
	0.95	650	=	=	=
		1000	=	(x3.6)	=
	0.92	650	=	(x24.4)	(x2.6)
		1000	=	(x2.0)	(x2.0)
37	0.97	650	(x4.6)	=	(x30.7)
		1000	(x6.5)	=	(x23.8)
	0.95	650	(x6.4)	(x14.6)	(x79.2)
		1000	(x3.2)	(x43.9)	(x78.5)
	0.92	650	=	(x40.4)	(x15.1)
		1000	(x22.5)	(x1680)	(x23.8)



Requieren del conocimiento profundo del **ciclo de la planta y de las interacciones planta/moho**

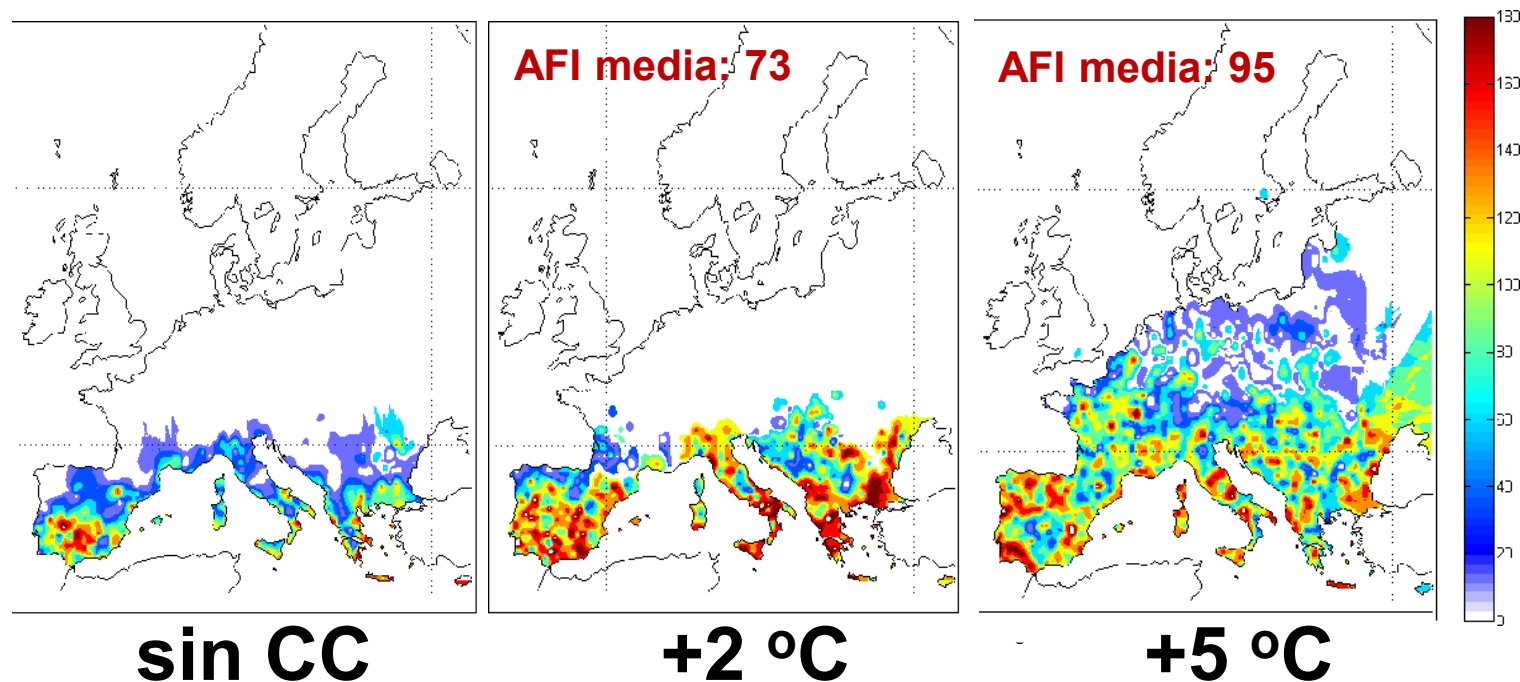


Los modelos predictivos utilizan **variables** como la temperatura media, número de horas con una temperatura determinada, precipitación total, total de horas a una determinada HR, presencia de plagas, variedad vegetal, condiciones de cultivo, historial previo de contaminación por micotoxinas, etc.

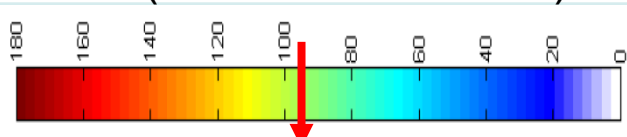


General **mapas de riesgo** frente a diferentes escenarios climáticos

Mapa de riesgo de contaminación por aflatoxina B₁ previsto para 2079 en maíz con escenarios de CC de: sin CC, +2 y +5 °C (sin tener en cuenta el efecto del CO₂)



AFI (aflatoxin risk index)



AFI: 95

Si AFI=0 el maíz no puede crecer o no es susceptible a *A. flavus*.
Si AFI≥95 existe riesgo de maíz con 5 µg/kg

SCIENTIFIC REPORTS



OPEN

Aflatoxin B₁ contamination in maize in Europe increases due to climate change

Received: 09 December 2015

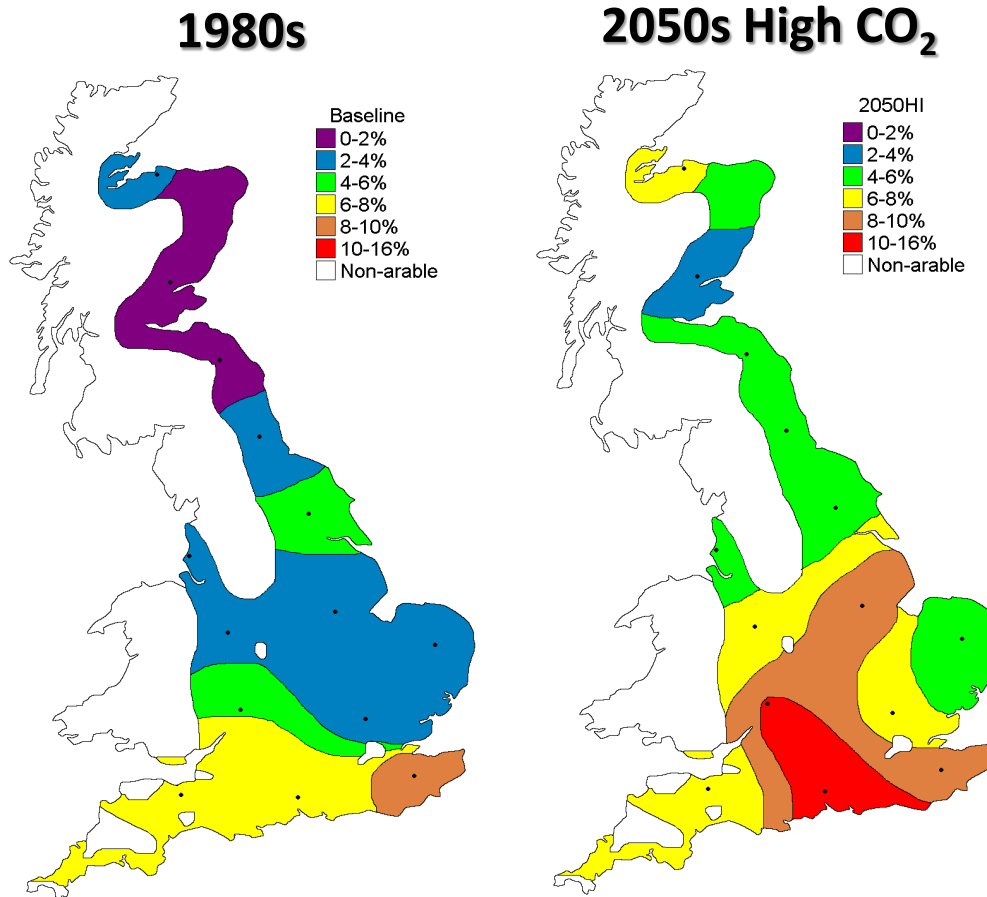
Accepted: 24 March 2016

Published: 12 April 2016

P. Battilani¹, P. Toscano², H. J. Van der Fels-Klerx³, A. Moretti⁴, M. Camardo Leggieri¹, C. Brera⁵, A. Rortais⁶, T. Goumperis⁶ & T. Robinson⁶

No solo en el sur de Europa.....

Aumento previsto de plantas con *Fusarium* ear blight (%)



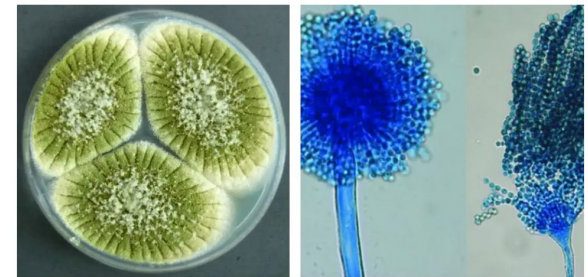
¿Cómo puede afectar a la contaminación por DON del trigo?

¿Qué está pasando y qué nos espera?



La Unidad de Riesgos Emergentes de la EFSA ha detectado **cambios en los perfiles de contaminación de micotoxinas** en cereales, como el **trigo, maíz y arroz**, debidos al cambio climático

Se han observado cambios en la distribución geográfica de los mohos, como ***Aspergillus flavus***, que se van desplazando hacia el norte de Europa, a la vez que se expanden cultivos como el **maíz** en esa dirección



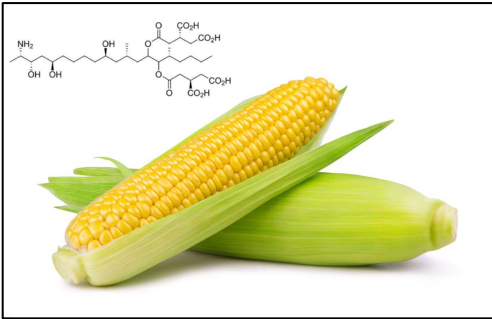
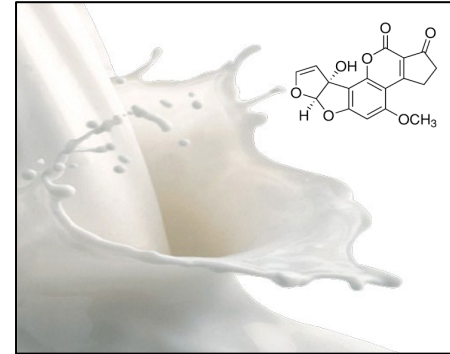
Aspergillus flavus



Las **AFLATOXINAS** que suelen darse en zonas con temperaturas más elevadas, y en plantas sometidas a estrés hídrico, van a adquirir un protagonismo más elevado en la UE en los próximos años, especialmente **en la cuenca mediterránea**

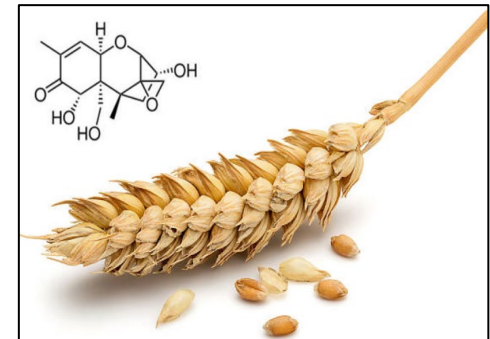
¿Qué está pasando y qué nos espera?

El aumento del nivel de aflatoxinas en los piensos conllevará un incremento de la contaminación por **AFLATOXINA M₁** en **leche**



Se espera una redistribución geográfica de las especies de *Fusarium* en Europa y un aumento de la contaminación por **FUMONISINAS** en el **maíz**

Los modelos de predicción indican que la contaminación por **DEOXINIVALENOL** va a aumentar en el **trigo** cultivado en el noroeste de Europa en los próximos años





Universitat de Lleida

En resumen.....

Muy frecuente en las materias primas

Resistentes a los tratamientos térmicos

Muchas micotoxinas por evaluar su toxicidad

Efectos sinérgicos

**MICOTOXINAS.....
....LA TORMENTA PERFECTA**

Insuficiente legislación

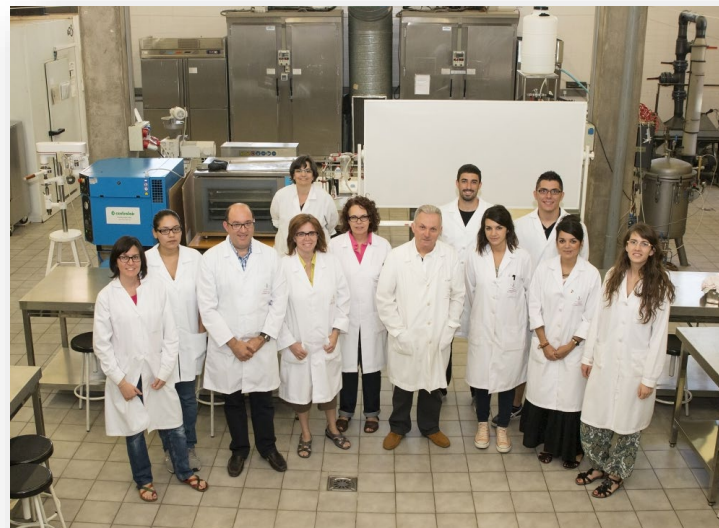
Cambio climático

Existencia de micotoxinas conjugadas



Universitat de Lleida

MA
Unidad de Micología
Aplicada



Departamento de Tecnología, Ingeniería y Ciencia de Alimentos

Unidad de Micología Aplicada

Dr. Antonio J. Ramos.
Avda. Rovira Roure, 191.
Lleida.

E-mail: ajramos@tecal.udl.es

agrotecnio[®]
"Excellence in Food and Agriculture Research"

1983-2023

40 AÑOS investigando las
micotoxinas





Universitat de Lleida



**Muchas gracias por su
atención**