

## **Proyecto de Micotoxinas en maíz: estrategias para minimizar el problema en la cadena alimentaria**

**Carlos van Gelderen, Sofía Chulze, Ricardo Bartosik**

Noviembre 2018

El presente proyecto es de característica interdisciplinaria entre investigadores del CONICET, de la Universidad Nacional de Río Cuarto y del INTA, que propone desarrollar estrategias para minimizar el impacto de la contaminación con especies toxicogénicas y micotoxinas en la cadena del maíz.

### **Antecedentes**

Las micotoxinas tienen un impacto económico significativo en numerosos cultivos, especialmente en los cereales. La Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO) ha estimado que el 25% de los cultivos a nivel mundial se ven afectados por la contaminación con micotoxinas cada año, con pérdidas anuales de alrededor de mil millones de toneladas métricas de alimentos y productos alimenticios. En la Argentina la situación del cultivo de maíz estima que la podredumbre de espiga de maíz disminuye entre un 4 y 10 % el rinde de la mazorca; considerando un rendimiento promedio entre los 9.000 kg y 12.000 kg/ha representaría una disminución del rendimiento entre 350 y 880 kg/ha. En Estados Unidos los valores de pérdidas en un año normal, en el cual la incidencia de podredumbre de la mazorca es no significativa, se estiman entre 1 y 20 millones dólares; por condiciones climáticas adversas la incidencia de la podredumbre puede resultar significativa con valores de pérdidas entre 31 y 46 millones de dólares.

El maíz (*Zea mays* L) es uno de los cereales que puede ser infectado por especies de hongos de la sección *Aspergillus Flavi* especialmente *Aspergillus flavus* con la potencial de contaminación con aflatoxinas, y por especies de *Fusarium* que pueden producir tricotecenos, principalmente deoxinivalenol y fumonisin. La contaminación con micotoxinas es crucial en la producción de maíz desde el punto de vista de la seguridad e inocuidad alimentaria. Cada año 160 millones de hectáreas de maíz son cultivadas en el mundo y se producen alrededor de 780 millones de toneladas destinadas a la alimentación animal, humana, industria y producción de energía.

La diversidad de especies toxicogénicas en maíz está influenciada por ciertos factores climáticos así como por prácticas de manejo tales como el tipo de siembra, la rotación de cultivos, el cultivar sembrado, el uso de plaguicidas, afectando dicha situación el riesgo toxicológico de las distintas regiones.

En Argentina en la campaña 2017/18 se sembraron 5,4 millones de has. de maíz, el promedio para las últimas cinco campañas es 4,1 millones de has., el rendimiento promedio de la campaña 2017/18 fue 62,9 qq/hh dada la intensa sequía producida durante la floración y llenado de granos; el promedio de las últimas 5 campañas fue de

78 qq/ha. La producción en 17/18 fue de 33,8 millones de toneladas y el promedio de las últimas cinco campañas fue de 30,2 (MAIZAR, 2018). Nuestro país se posiciona como cuarto productor y tercer exportador mundial. En la actual campaña se mantiene en el país la tendencia de más del 50 % de las siembras como tardías y de segunda ocupación. El consumo interno es de aproximadamente 18 millones de tons. (entre la industria y el consumo para la producción animal), la exportación representa un promedio el 70 %. La cadena de maíz en el año 2017 representó el 9.600 millones de dólares de PBI.

Dado que las micotoxinas son contaminantes naturales, su presencia en los alimentos destinados al consumo humano y animal no se puede evitar, por lo tanto es necesario aplicar estrategias que permitan minimizar los niveles de contaminación a aquellos que no causen efectos adversos tanto en el hombre como en los animales, para disminuir las pérdidas económicas derivadas de la comercialización tanto en los mercados interno como externo.

Las pérdidas económicas se producen por:

- Menor rendimiento por hectárea debido a las enfermedades en la espiga que producen aborto y menor llenado de granos, causadas por las especies de hongos patógenos y/o toxicogénicos.
- Reducción del valor del grano por la contaminación con micotoxinas.
- Disminución en la productividad de los animales (producción láctea, aviar, porcina, etc.) por los problemas de salud ocasionados por la ingesta de micotoxinas a través de los recursos forrajeros y de granos. Los efectos sobre animales se traducen en inmunosupresión, menor conversión alimentaria, disminución de la velocidad de crecimiento, problemas de fertilidad, entre otros.
- Costos adicionales asociados a la prevención de presencia de micotoxinas en la cadena de producción.
- Efectos sobre la salud humana para una ingesta diaria más alta a los valores de tolerancia máxima establecida por la FAO y la OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA) (FAO-OMS, 2011).

Los impactos económicos se pueden observar en los distintos eslabones de las cadenas productivas: a nivel de los productores agrícolas, productores pecuarios, distribuidores, procesadores, consumidores y la sociedad en su conjunto.

### **Objetivos y plan propuesto:**

**Objetivo general:** reducir el impacto de la contaminación fúngica y con micotoxinas a través de la cadena de maíz.

Dicho objetivo general se logrará a través de objetivos específicos que incluyen la aplicación de estrategias para minimizar el problema en las distintas etapas de la cadena: pre-cosecha, cosecha, post-cosecha y almacenamiento.

Las actividades de pre-cosecha previstas son:

- 1.- Selección de cultivares menos susceptibles a la infección por *Aspergillus* y *Fusarium* y con menor acumulación de micotoxinas.
- 2.- Prácticas de intervención a través del uso de biofungicidas para ser utilizados en el marco de un manejo integrado de plagas con el objetivo de reducir el crecimiento y la acumulación de micotoxinas (aflatoxinas y fumonisinas en maíz)
- 3.- Modelos predictivos para micotoxinas (aflatoxinas, fumonisinas, deoxinivalenol y zearalenona)

Las actividades de cosecha y post-cosecha comprenden estrategias de manejo a fin de obtener una mejor calidad e inocuidad en granos almacenados, desde la propia cosecha, la recepción del grano, el secado y su almacenamiento tanto en silos convencionales como en silo bolsas. Siendo las siguientes:

- 1.- Líneas de trabajo sobre la optimización de las condiciones de almacenamiento considerando la aireación, el monitoreo de CO<sub>2</sub>, el almacenamiento hermético, y el uso de compuestos para reducir el crecimiento fúngico y la acumulación de micotoxinas.
- 2.- Evaluación de uso de biosensores y aplicaciones remotas para estimación de riesgos. Ambas medidas tendientes a mejorar la trazabilidad de la cadena.

En lo que respecta a la etapa de procesamiento propuestas son:

- 1.- Estrategias a fin de reducir la biodisponibilidad de las micotoxinas considerando la importancia del maíz en la alimentación animal como co-producto de la producción de etanol (DDGS Granos de destilería de maíz desecados, burlanda), grano o ensilado. Contempla la utilización de bioinsumos para reducir la biodisponibilidad de las micotoxinas (probióticos). En la etapa de procesamiento se incluye también aspectos relacionados a los alimentos balanceados a base de maíz, que representan entre el 60 y el 70% del costo total de la producción animal. La reducción de la biodisponibilidad de las micotoxinas mejora los parámetros productivos y de sanidad animal.
- 2.- Optimización de uso de enzimas fúngicas para ser utilizadas en la degradación de micotoxinas aplicadas en la descontaminación de los co-productos de la obtención de bioetanol, considerando el impacto de la producción de bioetanol en nuestro país así como la utilización del co-producto de DDGS en la alimentación animal.

Durante el desarrollo del proyecto se formarán recursos humanos a través de trabajos de capacitación que incluyan a los distintos niveles de la cadena de producción de maíz como a los actores involucrados en el sector productivo. Se contempla la formación de doctorados.

En los tres años propuestos se realizarán seminarios y workshops acompañados con materiales de difusión que comprenderán a todas las estrategias desarrolladas por el proyecto en las etapas de la cadena.

### **Resultados Esperados**

A través de los resultados del proyecto se estima que se podría reducir las pérdidas en 8,5 millones de tons. de grano que representaría un ingreso de divisas por aproximadamente 1377 millones de dólares (162 US\$/ton precio FOB Bolsa Cereales de Buenos Aires). El impacto económico a nivel de productor y de país puede ejemplificar comparando la exportación de maíz como materia prima respecto a un producto terminado como carne de cerdo; el valor de alimento compuesto por 1 ton. de maíz, 0,5 ton. de sorgo y 0,5 ton. de soja es equivalente a 407 US\$ mientras que 1 ton. de corte de carne de cerdo es de 1152 US\$. También se favorecerían otros sectores en los cuales la cadena de maíz tiene un valor estratégico como es el sector lácteo, el consumo animal de alimento contaminado con aflatoxina B1 se transfiere a la leche animal como aflatoxina M1 especialmente en leche para niños y productos derivados como quesos.

#### **A nivel precosecha:**

- 1.-Proveer al sector productivo con información sobre cultivares de maíz que presenten mejor comportamiento frente a la infección con especies toxicogénicas y que sean menos susceptibles de contaminación con micotoxinas.
- 2.-Reducir entre un 50 y 80 % los niveles de micotoxinas (aflatoxinas y fumonisinas) a través del uso de bioinsumos a nivel pre-cosecha con efecto residual durante el almacenamiento.

#### **A nivel poscosecha:**

- 1.-Reducir las pérdidas durante el almacenamiento a través de prácticas de intervención.
- 2.-Optimización de condiciones de limpieza, secado y aireación. Uso de biosensores y bioinsumos.

#### **En el procesamiento:**

- 1.-Reducir la biodisponibilidad de las micotoxinas en las dietas para animales a través del uso de bioinsumos en al menos 50-70 %.

#### **Formación de recursos humanos y sensibilización en la problemática:**

1.-Contribuir a la formación de un mayor número de recursos humanos en el área de la micotoxicología a todos los niveles de la cadena de maíz, y sensibilizar a los actores de la cadena de maíz sobre la problemática de las micotoxinas, como así también aportar información para la toma de decisiones a nivel de país para trabajar sobre regulaciones para establecer límites máximos o recomendaciones para micotoxinas en maíz.

### **Instituciones participantes**

- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria INTA, Estaciones Experimentales Pergamino, Castelar y Balcarce
- Universidad Nacional de Río Cuarto UNRC, Departamento de Química - Instituto de Investigaciones en Tecnologías Energéticas y Materiales Avanzados IITEMA CONICET
- Universidad Nacional de Río Cuarto UNRC, Departamento de Microbiología e Inmunología - Instituto de Investigaciones en Micología y Micotoxicología IMICO CONICET