

Artículo de divulgación

Identificación de los factores del ambiente productivo que afectan la calidad del grano de maíz (*Zea mays* L.) destinado a la alimentación porcina

Skejich, P.²; Incremona, M.³; Silva, P.²; Dusso, M. L.; Mijoevich, F.⁴; Steccone, L.; Romagnoli, M.¹²; Gonzalez, A.¹¹

1¹- Directora del Proyecto; 1²- Codirectora (Cátedra Sistema de Cultivos Extensivos); 2- Cátedra Nutrición Animal; 3-Cátedra Fitopatología; 4- Cátedra Sistemas de Producción Animal. Facultad de Ciencias Agrarias U.N. Rosario. patriciaskejich@hotmail.com

Antecedentes

Las **micotoxinas** son sustancias tóxicas producidas por ciertos hongos, que pueden proliferar y afectar sustratos tales como: granos de cereales y oleaginosas, forraje verde o ensilado y alimentos en general, produciendo el deterioro de los mismos tanto a campo como en el almacenamiento. Pueden causar en el hombre o en los animales, las llamadas **micotoxicosis**, es decir, intoxicaciones agudas a corto plazo o crónicas, con efectos teratogénicos, carcinogénicos y mutagénicos. Uno de los principales inconvenientes que presentan estos tipos de toxinas es que son sumamente estables, pueden permanecer activas en los alimentos durante un tiempo prolongado y resistir, en algunos casos, las condiciones que se dan durante el proceso de elaboración de los alimentos (Romagnoli y otros, 2012).

La contaminación de los sustratos susceptibles puede ocurrir en cualquier momento dentro de los eslabones que componen la cadena agroalimentaria. No obstante, es en el lote de producción donde generalmente se inicia el problema. La presencia en el campo de los hongos micotoxicogénicos es inevitable, ya que perduran año tras año en el rastrojo, en el suelo o suspendidos en el aire, siendo transportados por el agua, el viento, los insectos, etc. No obstante, para que la infección tenga lugar, los cultivos deberán estar expuestos a condiciones ambientales extremas, tales como: estrés térmico o hídrico; daños físicos producidos por granizos, insectos u otros factores bióticos; prácticas de manejo inapropiadas o presentar características genéticas y/o morfológicas que le otorguen una mayor o menor protección frente a la invasión fúngica (Romagnoli y Silva, 2009).

Son muchas las especies animales susceptibles a la intoxicación con micotoxinas. En el caso particular de los cerdos, esta patología tiene distintas manifestaciones en función de la micotoxina presente. Las alteraciones del tracto gastrointestinal (vómitos, lesiones intestinales y hemorragias) se encuentran comúnmente asociadas a la presencia del deoxinivalenol; el edema pulmonar a la fumonisina B₁; la nefropatía porcina y los efectos carcinogénicos a la ocratoxina A; las necrosis hepáticas, la infiltración grasa del hígado, la inmunosupresión, el efecto teratogénico y cancerígeno a las aflatoxinas; el hiperestrogenismo y otros trastornos de la reproducción, tanto en hembras como en machos,

a la zearalenona (ZEA) y al deoxinivalenol (Grosjean y otros, 2003; Mallman y Dilkin, 2011; Schulze, 2012).

Uno de los cultivos más susceptibles a la contaminación con hongos micotoxicogénicos es el maíz, cereal que en las raciones destinadas a la producción porcina ocupa aproximadamente un 75% de su composición.

Según el informe elaborado por J. Lasta “Plan Argentina Innovadora 2020” (2013) una de las fortalezas que presenta el sector porcino es que genera valor agregado por la eficiente transformación del grano, se menciona también como una oportunidad el hecho de generar ese valor agregado en origen (transformación de maíz en carne). No obstante, también se plantea que una de las debilidades presentes en el sector son los bajos índices productivos a nivel país.

La alimentación es fundamental en la producción de cerdo por constituir el 70% de los costos operativos de dicha actividad, y por su altísima incidencia sobre los índices productivos y reproductivos. Una de las posibles causas de los bajos índices observados se puede encontrar en una problemática silenciosa, como es la presencia de micotoxinas en la materia prima empleada en la elaboración del alimento.

En base a lo expuesto se puede afirmar que, mejorar la calidad de las raciones, tendrá un alto impacto al brindar mayor competitividad al Sector siendo una de las variables que el productor puede manejar para prevenir, o al menos minimizar la generación de micotoxinas.

No se encuentran publicados valores del contenido de zearalenonas, en los granos de maíz producidos en los establecimientos de pequeños y medianos productores, asociadas con las prácticas de manejo del cultivo realizadas comúnmente en la zona de influencia de la Facultad de Ciencias Agrarias (UNR).

En respuesta a esta problemática se comienza con este proyecto en el año 2013, cuyo **objetivo** es identificar y evaluar las prácticas de manejo que, en el cultivo de maíz, generen el menor riesgo de exposición agronómica para el desarrollo de hongos y sus micotoxinas, con el fin de maximizar los beneficios y minimizar su impacto en sistemas de producción correspondientes a pequeños y medianos productores porcinos.

Cumplido este objetivo, este trabajo aportará datos sobre la calidad del grano cosechado en establecimientos porcícolas que es destinado a la alimentación de los animales y su efecto sobre los parámetros productivos y reproductivos.

En este Proyecto participan distintos profesionales de nuestra Facultad, pertenecientes a las Cátedras de: Sistemas de Cultivos Extensivos: cereales y oleaginosos, Nutrición Animal, Producción animal y Fitopatología. Se trata de un trabajo interdisciplinario, en vista de un objetivo común, que permite un abordaje más abarcativo

de esta temática y contribuye a profundizar y ampliar la comprensión de los sistemas de producción, y desarrollar una actitud preactiva frente al problema. El proyecto incorpora además, estudiantes avanzados y graduados recientes de las carreras de Ingeniería Agronómica ya que se pretende formar profesionales consustanciados con la problemática, con modos de pensamiento más críticos que los tradicionales, que logren una comprensión más adecuada de los fenómenos a estudiar y encuentren respuestas más eficaces a los interrogantes y problemas planteados por la presencia de micotoxinas, no sólo por la elevada incidencia económica que tienen, sino fundamentalmente por la peligrosidad potencial que representan para los seres humanos.

Este proyecto se ha venido desarrollando desde la campaña 2012-2013. Se ha trabajado sobre lotes de maíz pertenecientes a productores del sur de la provincia de Santa Fe (Bigand y Máximo Paz). Estos establecimientos comparten características propias: son explotaciones de menos de 100 hectáreas y con 50 a 100 cerdas madres (productores medianos), y con menos de 50 cerdas madres (productores chicos), y utilizan maíz para el autoabastecimiento de la producción porcina, elaborando sus propios alimentos. Este último aspecto productivo, se constituye en objeto de intervención de esta propuesta.

La transferencia de los resultados al medio socio-productivo se realizó a través de:

- **Participación en reuniones:** “Inocuidad y trazabilidad en granos”, convocada por la Dirección del Centro Regional INTA Buenos Aires Norte y la Coordinación del Proyecto Integrador PNCyO112702. 12 de marzo 2014.
- **Jornadas de actualización** dirigidas a productores y profesionales del sector:
 - “Micotoxinas, un enemigo silencioso de la producción porcina”. 16 de octubre de 2013. Bigand.
 - “Micotoxinas, su impacto en la producción porcina”. 1^{er} Jornada sobre Sistemas de Producción Porcina “Pautas necesarias para una actividad en crecimiento”. Julio 2014. Zavalla.
- **Curso de capacitación** a alumnos avanzados de agronomía: Curso electivo “Principios básicos de nutrición en porcinos” Responsable a cargo: Ing. Agr. Patricia Silva (Cátedra Nutrición Animal). Tema: Micotoxinas Dictante: Ing. Agr. Miriam Romagnoli (Cátedra Sistemas de Cultivos Extensivos). 2014.
- **Curso de posgrado:** Sustentabilidad en Sistemas de Producción Porcina. Posgrado de la Carrera de Especialización en Sistemas de Producción Animal Sustentable de la Facultad de Ciencias Agrarias – Organizado por la Carrera de Doctorado de Ciencias Agrarias Universidad Nacional de Rosario. 2014.

La transferencia de los resultados obtenidos por el proyecto al ámbito científico se realizó a través de comunicaciones de avance en Congresos y Reuniones científicas.

Presentaciones en Congresos

- VII Congreso de Producción Porcina del Mercosur – XII Congreso Nacional de Producción Porcina – XVIII Jornadas de actualización Porcina. Mar del Plata, 12 al 15 de agosto de 2014. Silva, P.; Romagnoli, M.; Incremona, M.; Skejich, P.; Dusso, M.; Mijoevich, F.; Gonzalez, A. Análisis de una encuesta realizada a pequeños y medianos productores del sur de la Pcia. de Santa Fe (Argentina).
- XVI Congreso y XXXIV Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario. Rosario, 4 y 5 de diciembre de 2014. Incremona, M.; Romagnoli, M.; Silva, P.; Skejich, P.; Dusso, M. L.; Mijoevich, F.; Gonzalez, A. Evaluación de la incidencia y severidad de *Fusarium graminearum* en espigas de maíz (*Zea mays*) provenientes de lotes de producción sometidos a diferentes prácticas de manejo.

A continuación se exponen algunos de los resultados obtenidos.

Se analizó la incidencia y severidad de *F. graminearum* en espigas de maíz provenientes de lotes que fueron sometidos a diferentes prácticas de manejo, en cuanto a fecha de siembra (FS) y elección de genotipo (G), e identificaron aquellas prácticas que en el cultivo generan el menor riesgo de exposición agronómica para el desarrollo de hongos micotoxicogénicos.

Las muestras provenían de lotes que corresponden a pequeños productores porcinos del sur de la Pcia. de Santa Fe. En la campaña 2013/14, luego de madurez fisiológica, se recolectaron de cada lote cuatro muestras de 25 espigas cada una. Sobre las mismas se evaluó la incidencia (INC) y la severidad (SEV) de *F. graminearum* en base a la escala de Reid et al. (1999). Tabla N°1.

Tabla N° 1

CÓDIGO	PORCENTAJE DE INFECCIÓN (%)
1	0
2	1-3
3	4-10
4	11-25
5	26-50
6	51-75
7	76-100

Para evaluar si existían diferencias en la INC y SEV de *Fusarium graminearum* entre los lotes evaluados, se utilizó el test no paramétrico de Kruskal Wallis. En la tabla

Nº2 se muestran los resultados para las distintas FS, y en la tabla Nº3 los resultados para los distintos genotipos.

Tabla Nº2

LOTE	FS	INC (%)	SEV (Mediana)
3	03/11/2013	30%	1
1	12/11/2013	68%	3
4	03/12/2013	82%	2
2	04/12/2013	23%	1
6	15/12/2013	30%	1
5	04/01/2013	19%	1

Hubo diferencias altamente significativas ($H=99,01$; $p<0,0001$) para INC en los seis lotes evaluados. Las **medias de INC** de la FS del **03/12** y del **12/11** fueron las que presentaron **mayores valores**. La **SEV** de las FS del **03/12** y del **12/11** difirió significativamente de las restantes

Tabla Nº3

GENOTIPO	INC (%)	SEV (Mediana)
ACA 470 MG RR	30%	1
Dekalb 747 vt triple pro	45%	1
Tijereta 680	82%	2
Dekalb 747 vt triple pro	45%	1
ACA 596	30%	1
DEKALB 682	19%	1

Cuando se analizó la INC de los G utilizados, se observó que se comportaron en forma diferencial (prueba de Kruskal Wallis; $H=69,69$; $p<0,0001$). Lo mismo ocurrió para SEV (prueba de Kruskal Wallis; $H=71,74$; $p<0,0001$). El híbrido **Tijereta 680** fue el que

presentó **mayor INC y SEV**, seguido por el **Dekalb 747**, aunque el comportamiento de éste fue diferente en función de la FS.

El maíz es un cultivo de alto valor forrajero pero muy susceptible al ataque de hongos micotoxicogénicos, por lo que es fundamental ajustar las prácticas de manejo, como FS y G. El empleo de FS que exponen al cultivo a condiciones de estreses de distinto tipo (ambienta y/o biótico), sumado a la G susceptibles a *F. graminearum*, aumentan el riesgo de exposición agronómica a este patógeno. Es necesario seguir ajustando éstas y otras prácticas, como densidad y nutrición mineral, para reducir esos riesgos.

El proyecto plantea seguir realizando aportes significativos al conocimiento de las prácticas de manejo que reducen el riesgo de exposición agronómica a la presencia de micotoxinas en el grano de maíz. Resulta fundamental detectar la presencia de micotoxinas en los alimentos de consumo animal, tanto por la incidencia económica que tienen sobre la productividad como por la peligrosidad potencial que representan para los seres humanos.

Para ello se propone seguir trabajando con pequeños y medianos productores de la zona de influencia de nuestra Facultad, que emplean el maíz propio como materia prima para la elaboración de las raciones destinadas a los cerdos. En la actualidad, se están analizando los datos provenientes de las muestras recolectadas en lotes de producción, sobre las que se realizaron determinaciones del contenido de micotoxinas (zearalenona, deoxinivalenol y aflatoxinas), así como también el análisis sumario. Los resultados obtenidos serán transferidos a los productores con los que se trabaja, así como también al medio productivo y científico, a éstos últimos mediante la realización de Jornadas de divulgación, y presentaciones en Congresos y/o Reuniones científicas.

Bibliografía

Godoy, H. 2006. Micotoxinas en maíz. En: Maíz y Nutrición. Recopilación de ILSI Argentina. Serie de Informes Especiales. Vol. II. p. 63-69.

Grosjean, F., Callu, P., Pinton, P., Skiba, F., Arrier-Guloot, B ; Oswald, I. 2003. Quantification des effets de la consommation de déoxynivalenol (don) par le porcelet sevré. Journées de la Recherche Porcine en France, 35.

Lasta, J. 2013. Plan Argentina innovadora 2020. Documento de referencia. Producción animal tradicional (producción de carne en bovinos, aves y cerdos).file:///C:/Users/maira/Downloads/Argentina%20innovadora%20plan%202020%20(1).pdf

Mallmann, C. y Dilkin, P. 2011. Mycotoxins and Mycotoxicosis in Swine. Translated and edited by G. Zaviezo and D. Zaviezo. Special Nutrients edition. Miami, FL USA. 7.

Reid, L., Nicol, R., Ouellet, T., Savard, M., Miller, J., Young, J., Stewart, D., Schaafsma, A.W. 1999. Interaction of *Fusarium graminearum* and *F. moniliforme* in maize ears: disease progress, fungal biomass, and mycotoxin accumulation. Phytopathology 89,1028–1037.

Romagnoli, M., Silva, P. 2009. Micotoxinas: ¿qué factores son capaces de desencadenar esta problemática? Revista Análisis de Semillas. Tomo 3. N° 12. p. 55-60.

Romagnoli, M., Silva, P., Incremona, M., Gonzalez, A. 2012. MICOTOXINAS: Su impacto en la producción porcina. Cómo agregar valor en origen reduciendo el riesgo agronómico en el campo. Agromensajes de la Facultad. N° 34. <http://www.fcagr.unr.edu.ar/Extension/Agromensajes/34/7AM34.html>

Romagnoli, M., Silva, P., Incremona, M., Skejich, P., Dusso, M., Mijoevich, F., Gonzalez, A. 2014. Micotoxinas: Análisis de esta problemática en un grupo de pequeños y medianos productores porcinos del sur de la Pcia. de Santa Fe. Agromensajes de la Facultad. N° 38. <http://www.fcagr.unr.edu.ar/Extension/Agromensajes/38/5AM38.html>

Schulze, N. 2012. Micotoxinas: contaminación natural en alimentos para cerdos y efectos en la producción porcina. Memorias del XI Congreso Nacional de Producción Porcina. Pag. 109-117. Salta.

Agradecimientos

Agradecemos a la Empresa Teknal S.A. por los análisis de las muestras de alimentos utilizados en este trabajo.