



Foto: Darío Caffarena

# GASES TÓXICOS EN SILOS DE MAÍZ DE PLANTA ENTERA: efecto sobre la salud y producción en vacas lecheras

Vet. MSc. PhD. Darío Caffarena<sup>1,2</sup>,  
 Ing. Agr. Nicolás Baráibar<sup>3</sup>, Vet. PhD. Germán Cantón<sup>4</sup>,  
 Vet. MSc. PhD. Caroline da Silva Silveira<sup>1</sup>,  
 Vet. Esp. Federico Giannitti<sup>1</sup>,  
 Med. Vet. Esp. Emiliano Sosa<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Plataforma de Investigación en Salud Animal - INIA, Uruguay  
<sup>2</sup>Unidad Académica Salud de los Rumiante, Facultad de Veterinaria - Udelar, Uruguay  
<sup>3</sup>Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología - INIA La Estanzuela, Uruguay  
<sup>4</sup>Instituto de Innovación para la Producción Agropecuaria y el Desarrollos Sostenible (IPADS) - INTA/CONICET, Argentina

Este artículo busca concientizar a productores y técnicos sobre los riesgos de la exposición a gases neumotóxicos por parte de animales y personas, los efectos que ocasionan, y la implementación de medidas preventivas orientadas a mitigar y/o evitar sus efectos nocivos.

## INTRODUCCIÓN

Durante el período 2020-2023, Uruguay sufrió una de las más graves sequías de las últimas décadas, siendo particularmente afectadas las cuencas lecheras litoral oeste y sur. Estos eventos climáticos, además de generar escasez de alimento, suponen un riesgo adicional ya que ante la falta de oferta forrajera los animales ingieren plantas que comúnmente no consumirían. Asimismo, ante el

déficit hídrico, determinados cultivos (por ej. sorgos y maíces) pueden tornarse potencialmente tóxicos.

Entre estas intoxicaciones están las producidas por ácido cianhídrico y por nitratos, que fueron motivo de alertas y recomendaciones debido a casos presuntivos de intoxicación en animales por el consumo de sorgos, sudan y maíces en pie durante el verano-otoño de 2023\*. Una práctica recomendada, en el caso de maíces que sufrieron déficit hídrico y que podrían haber

\*Ácido cianhídrico y/o nitratos en cultivos:

Acceda **AQUÍ**

Intoxicación por nitratos - pasturas:

Acceda **AQUÍ**

acumulado elevadas concentraciones de nitratos, es el ensilaje como una medida efectiva para disminuir su concentración. Así, muchos productores ensilaron sus maíces, que no estaban en buenas condiciones, e incluso tuvieron que consumirlos tempranamente, no pudiendo esperar los 60-75 días recomendados habitualmente desde su confección.

Durante el verano del 2023, en la Plataforma de Investigación en Salud Animal de INIA La Estanzuela, recibimos varias consultas relacionadas con problemas respiratorios en vacas lecheras, inmediatamente luego de la exposición a silos de maíz que habían sufrido estrés hídrico antes de confeccionarse. Los signos clínicos se caracterizaban por un distrés respiratorio hiperagudo, que comenzaba a los pocos minutos de suministrarles el alimento, y que remitía rápidamente. Durante las consultas, también se manifestaba la presencia de una coloración rojiza/amarronada del silo y la presencia de un gas del mismo color. Aunque estos casos no se diagnosticaron mediante técnicas de laboratorio, los signos clínicos y antecedentes son sugestivos de una exposición a gases neumotóxicos como el dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ), entre otros, generados durante la fermentación del ensilaje. Casos similares se registraron en Argentina.

Conjuntamente con la Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología, realizamos un breve relevamiento sobre la elaboración de silos de maíz en la zafra 2022-2023 para obtener información referente a la problemática expuesta por productores y técnicos.



**Figura 1** - Salida de gas por orificio del empaquetamiento del silo (Fuente: DMV M. Pauletti).

De los ocho cuestionarios respondidos, el 88 % manifestó que, al momento de la confección del silo, el maíz se encontraba muy afectado por la sequía. La mediana desde la confección hasta el consumo del silo fue de 30 días (rango de 15-90 días, la mayoría -88 %- lo consumió dentro de los 30 días). El 37,5 % (3/8) observó signos clínicos respiratorios asociados al consumo del silo, incluyendo agitación, dificultad respiratoria, babeo. Estos comenzaron dentro de los 15 minutos luego del suministro del silo. El porcentaje de animales afectados fue del 12 % y, en ninguno de los casos, se presentaron muertes.

Este artículo busca concientizar a productores y técnicos sobre la exposición a gases neumotóxicos, los efectos que ocasionan, y la implementación de medidas preventivas orientadas a mitigar y/o evitar sus efectos nocivos.

## ¿QUÉ SON LOS GASES NEUMOTÓXICOS DEL SILO, CÓMO SE FORMAN Y CÓMO SE PUEDEN IDENTIFICAR?

Durante los primeros días del proceso de ensilado hay formación de gases a partir de compuestos nitrogenados (proteicos y no proteicos, ej. nitratos) presentes en el forraje por parte de las bacterias fermentadoras. Los gases producidos incluyen dióxido de carbono y diversos óxidos de nitrógeno como el óxido nitroso, el óxido nítrico, di y trióxido de nitrógeno y el tetraóxido de di-nitrógeno. Estos son productos intermediarios del amonio el cual, en condiciones normales, es removido mediante procesos bacterianos en aproximadamente una semana.

Cuando el óxido nítrico se combina con el oxígeno del aire (que puede ingresar por algún orificio, rotura o mal empaquetado del silo-bolsa) se produce el  $\text{NO}_2$ , que es el principal involucrado en la entidad conocida como "toxicidad por gases del silo". Este proceso toma una mayor relevancia cuando el forraje del que se parte tiene una alta concentración de nitratos (como es el caso de maíces con déficit hídrico y/o uso excesivo de fertilizantes nitrogenados). El  $\text{NO}_2$  comienza a formarse a las pocas horas de ensilado y puede permanecer por tres semanas.

El  $\text{NO}_2$  toma una coloración naranja-rojizo a marrón-amarillento y tiene un olor muy irritante (se describe un olor similar al del hipoclorito de sodio). Al ser un gas más pesado que el aire, se mantendrá sobre la superficie del material ensilado (si ocurre una perforación se podrá ver salir por la misma) (Figura 1) o se desplazará hacia áreas más bajas pudiendo teñir el material ensilado y/o el material con el que fue empaquetado (Figura 2, A-B).

## SIGNOS CLÍNICOS

Cuando los animales inhalan el  $\text{NO}_2$ , este reacciona con moléculas de agua presentes en las vías respiratorias, formando ácido nítrico que, dependiendo



**Figura 2** - Material de empaquetamiento (A) y material ensilado (B) teñidos de color naranja rojizo (flechas negras).  
(Fuente: DMV M. Pauletti).

de la cantidad de  $\text{NO}_2$  inhalado, puede ocasionar desde una irritación moderada de las vías respiratorias hasta la muerte del animal debido a edema, hemorragia y enfisema pulmonar. Los signos clínicos, generalmente, comienzan dentro de los 10 minutos desde la exposición (desde que se ofrece el silo) y se caracterizan por tos, dificultad para respirar (Figura 3), ansiedad y pérdida del apetito. Estos episodios, aunque preocupantes, suelen ser de corta duración y revierten dentro de los 30 minutos.

### FACTORES QUE CONTRIBUYEN A LA FORMACIÓN DE $\text{NO}_2$

Principalmente hay dos factores que favorecen la producción de  $\text{NO}_2$  en los cultivos: el uso excesivo de fertilizantes nitrogenados y el estrés hídrico, los cuales conducen a una acumulación anormal de nitratos por parte de las plantas.

La acumulación de nitratos en el maíz debido a condiciones de estrés (como la sequía) y/o el uso excesivo de fertilizantes, puede aumentar la formación de gases neumotóxicos en los ensilados, afectando negativamente la salud respiratoria de animales y personas.



**Figura 3** - Animal con distrés respiratorio.  
(Fuente: Sosa *et al.*, 2023).

Como se mencionó previamente, altas concentraciones de nitratos en el material a ensilar puede determinar una mayor producción de los diversos óxidos derivados del nitrógeno.

## IMPACTO DEL NO<sub>2</sub> EN LA SALUD ANIMAL

Además de los signos clínicos evidentes y la eventual muerte de los animales, la intoxicación por estos gases neumotóxicos puede traer aparejada una disminución del apetito. Dependiendo del grado de afectación de los animales, causará variables pérdidas a nivel de la producción láctea, que pueden ser desde imperceptibles a perceptibles dependiendo de la cantidad de litros menos de leche que produzcan los animales, y de la cantidad de animales afectados.

## RIESGOS PARA LA SALUD HUMANA

La intoxicación por NO<sub>2</sub> no solo afecta a los animales. Los trabajadores o cualquier otra persona que tenga acceso al silo también están en riesgo. La inhalación de este gas, al igual que lo que sucede en los animales, puede causar diversos grados de afectación del tracto respiratorio. Una persona expuesta a estos gases puede experimentar, dependiendo de la cantidad de gas inhalada, desde una incomodidad inmediata caracterizada por congestión nasal, ojos llorosos y tos, hasta dificultad para respirar, fatiga, náuseas e incluso el desmayo y la muerte, sobre todo si se encuentra en ambientes cerrados o poco ventilados.

## MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MANEJO

- **Análisis:** realizar análisis para cuantificar la concentración de nitratos en el maíz antes del ensilaje, especialmente en cultivos que hayan experimentado estrés hídrico.
- **Monitoreo:** el monitoreo de los animales después de consumir el silo puede ayudar en la detección temprana de problemas.
- **Medidas de seguridad con el silo:** dentro de lo posible, esperar entre 60-70 días de almacenamiento previo al inicio del consumo del silo. Implementar protocolos

Es crucial implementar medidas preventivas y de manejo, incluyendo el análisis de nitratos antes del ensilaje, un adecuado período de almacenamiento y la adopción de protocolos de seguridad al abrir los silos.

de seguridad al abrir los silos, como el uso de equipos de protección personal/respiratoria y asegurar una ventilación adecuada. De existir indicios de la presencia del gas, se recomienda evitar el acceso inmediato al silo después de su apertura. Se recomienda esperar 15-20 minutos entre el ofrecimiento del silo y su acceso por parte de los animales para permitir que el gas se volatilice.

- **Capacitación del personal:** es vital educar a los trabajadores para que estén en conocimiento de la existencia de esta condición, así como de los riesgos asociados, incluyendo cómo reconocer y manejar situaciones de exposición tanto en animales como en personas.

## CONCLUSIÓN

Las consultas recibidas sobre problemas respiratorios en vacas lecheras tras consumir silo de maíz con estrés hídrico durante la zafra pasada subrayan la necesidad de una mayor conciencia y comprensión sobre los riesgos para la salud asociados con el dióxido de nitrógeno en silos. La colaboración entre productores, trabajadores, veterinarios, agrónomos y técnicos agropecuarios es esencial para implementar prácticas de manejo seguras y efectivas. Mediante el conocimiento y la adopción de estrategias preventivas, junto con una continua educación y capacitación, podemos proteger la salud y el bienestar tanto de los animales como de las personas involucradas frente a esta condición.

## BIBLIOGRAFÍA

Sosa E, Ricci P, Di Leo C, Lombardi B, Escapil J, Turcato AI, Crivella R, Cantón GJ. (2023). Respiratory distress in Holstein cows fed corn silage: case report. *Rev. Vet.* 34(2): 126-129 doi: <http://dx.doi.org/10.30972/vet.3427056>

Verhoeff J, Counotte G, Hamhuis D. Nitrogen dioxide (silo gas) poisoning in dairy cattle. (2007) *Tijdschrift voor diergeneeskunde.* 132: 780.

Capacitar adecuadamente a los involucrados sobre los riesgos, signos clínicos de exposición y estrategias de prevención es esencial para prevenir posibles inconvenientes.