

Conservación del maíz forrajero: el papel de los aditivos en el ensilado

Las explotaciones ganaderas del norte de España que tienen parte de su superficie mecanizable, mantienen una tendencia al alza del cultivo de maíz forrajero. Concretamente en Asturias, las estadísticas agrarias ponen de manifiesto que el medio rural es esencialmente forrajero. De acuerdo con los datos de la Sociedad Asturiana de Estudios Económicos e Industriales (www.sadei.es, estadísticas-2017), el 32% del total de la superficie geográfica de la región se clasifica como superficie agrícola ampliada (cultivos forrajeros + prados + pastizales). En este artículo se destacará cómo se realiza esta práctica y cuál es el papel de los aditivos en el ensilado.

Adela Martínez-Fernández, Alfonso Carballal Samalea, Alejandro Argamenteira Gutiérrez y Begoña de la Roza Delgado.
Programa de Investigación en Pastos y Forrajes, Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (Serida).

En concreto, el cultivo del maíz para forraje, con un total de 7000 ha, ocupa en torno al 35% de la superficie total destinada a cultivos forrajeros. Esto da idea de su importancia en las explotaciones ganaderas, derivada de su empleo generalizado en la alimentación de los animales y, por tanto, también de lo familiar que resulta su cultivo para los ganaderos-agricultores asturianos. La mayor parte de esta superficie corresponde a explotaciones lecheras, si bien ya está siendo también empleado en cebo de terneros.

De hecho, hay un reconocimiento generalizado en el sector ganadero, de que el maíz es un cultivo muy eficiente para producir alimentos de alta energía para rumiantes, mediante la recolección de toda su masa forrajera y su conservación como ensilado. Esto se debe a varios factores, entre los que cabe destacar la alta eficiencia de su metabolismo C4, que permite una síntesis muy eficiente de hidratos de carbono con ahorro de agua en las condiciones estivales de las zonas templadas; el continuo proceso de mejora genética, al que han sido sometido durante años los híbridos de maíz y que ha derivado en la obtención de nuevos híbridos cada vez más productivos, más resistentes al encamado, con mayores contenidos en



almidón y mayor digestibilidad de sus partes verdes y, por supuesto, adaptados a diferentes ambientes; a la mejora en las técnicas de su cultivo (rotaciones, fertilización racional, control de malas hierbas, control de estreses, y sistemas de recolección y ensilado) y, por último, a la irrupción en el mercado de diferentes aditivos para ensilar que garantizan tanto el proceso de fermentación como la posterior estabilidad del ensilado.

En definitiva, la planta entera de maíz es considerada una materia prima ideal para ensilar, porque es un cultivo de alta producción, que puede producir mayor cantidad de materia seca por ha, que la misma superficie sembrada con otros pastos; porque su producción se obtiene en un único corte; porque su cosecha es rápida; por su elevado valor nutritivo; porque su contenido en almidón es de interés tanto en nutrición del vacuno lechero como de



aptitud cárnica; porque ensila sin ninguna dificultad y no requiere de ningún tratamiento anterior para ser ensilado y por su facilidad para integrarlo en los sistemas de alimentación *unifeed*. Centrándonos en la alimentación de rumiantes, el ensilado de maíz forrajero constituye una de las principales opciones debido a su elevado aporte energético, el cual deriva de su alto contenido en carbohidratos de reserva (azúcares solubles y almidón) y a la buena digestibilidad de sus partes verdes y constituye una mezcla única de grano y fibra digestible de gran utilidad en nutrición animal, que puede considerarse un alimento que aporta 70% de forraje + 30% de concentrado.

ELECCIÓN DEL MOMENTO ÓPTIMO DE COSECHA DEL MAÍZ Y ELABORACIÓN DEL ENSILADO

Para establecer el momento óptimo de cosecha de una variedad de maíz para ensilar, es preciso conocer la evolución de su rendimiento, composición química y aporte energético. La producción por ha se incrementa de forma muy rápida hasta la transformación de grano lechoso a pastoso. A partir de ese momento, la producción sigue aumentando a medida que avanza el estado fenológico, incluso después de alcanzar el grano una consistencia de vítreo, aunque a un ritmo mucho más lento. En cuanto a principios nutritivos, el contenido en materia seca aumenta con el tiempo y el de proteína bruta disminuye. Durante la transición de grano lechoso a pastoso, disminuye la fibra neutro-detergente y también los azúcares solubles, a partir de los cuales se incrementa el almidón. Este último proceso continúa durante la transición a grano vítreo. Alcanzado éste, se dan dos fenómenos opuestos: embastecimiento de hojas y tallos, pero también incremento de la proporción de mazorca. El balance es un incremento de la fibra y una disminución del almidón, poco acusados. Como consecuencia de ambos, la energía metabolizable disminuye ligeramente. El resultado de ambas evoluciones de producción y valor nutritivo, es que la



Foto 1. Detalle del grado de desarrollo de la mazorca (grano pastoso-vítreo) para ensilar.

producción de energía metabolizable por ha aumenta incluso después de llegar al estado de grano vítreo.

Si se establece como criterio de cosecha la obtención de máxima producción de materia seca por hectárea, sería necesario llegar a "grano vítreo". En esta fase del desarrollo de la planta, aún quedan suficientes azúcares solubles para que tenga lugar una correcta fermentación. Ahora bien, además del criterio de producción, está el de la economía de la ración alimenticia, según el cual, interesa mantener el nivel de energía metabolizable en 11 MJ/ kg MS o incluso superior. Por ello, se puede establecer el compromiso de cosechar el maíz un poco antes, es decir, en grano pastoso-vítreo para evitar la disminución del contenido energético en esta última etapa de desarrollo de la mazorca. En las **fotos 1 y 2** se muestra en detalle las zonas de la mazorca y del grano donde se puede evaluar el estado de maduración del grano.

Una condición indispensable a la hora de cosechar el maíz para ensilar en este estado, es que la maquinaria utilizada para ensilar tenga dispositivo eficaz para aplastar los granos de maíz. De lo contrario, los granos que permanezcan enteros no serán digeridos por el animal y el valor alimenticio del ensilado de maíz resultante será muy inferior al que cabría esperar según los datos de análisis de laboratorio. Si la maquinaria no dispone de dicho mecanismo de aplastamiento, es preferible cosechar en grano pastoso, antes de que se inicie la transición a vítreo.

Siempre que los granos de maíz estén partidos en su totalidad, la digestibilidad del almidón de este forraje es elevada. En el rumen se degrada a baja velocidad liberando energía fermentable lentamente, lo que puede permitir una mejor actividad de su microflora con incremento de la eficiencia de síntesis de proteína microbiana. Además, la fracción no degradada es muy digestible



Foto 2. Zonas de la mazorca y del grano de maíz donde se debe de evaluar el estado de madurez del grano.

en el intestino delgado y puede incrementar la absorción de glucosa en el mismo, efecto deseable en diversos estados metabólicos.

Para ensilar el maíz, es posible utilizar todo tipo de silo, incluso bajo forma de rotopacas (**foto 3**) pero, debido al fino tamaño de picado que se requiere para una correcta compactación, lo más habitual son los silos convencionales horizontales. En cuanto a las recomendaciones de pisado y cierre del silo, son las mismas que para ensilado convencional de hierba. Aunque el maíz forrajero reúna grandes facilidades para ensilar, es preciso realizar bien dichas labores para conseguir un producto final bien conservado y de alto valor nutritivo. Si se respeta la recomendación de cosechar en estado de grano pastoso-vítreo, el porcentaje de materia seca



Foto 3. Rotopacas de maíz elaboradas con compactadora embutidora.

será superior al 30% y no habrá problemas de producción de efluente, lo cual es una importante ventaja.

CALIDAD NUTRITIVA Y FERMENTATIVA DEL ENSILADO DE MAÍZ

La gran importancia que tiene el ensilado de maíz en la rentabilidad de las explotaciones, requiere controlar que haya adecuados contenidos en materia seca, almidón y materia orgánica digestible. Concretamente, el almidón del ensilado de maíz forrajero es degradado en el rumen en menor medida y más lentamente que el procedente de otros cereales. El almidón no degradado en el rumen genera en el intestino un aporte de glucosa útil para economizar otros nutrientes glucogénicos y prevenir trastornos por exceso de la cetogénesis. Además, la degradación lenta favorece el mantenimiento del pH ruminal y el crecimiento de la microflora allí establecida, y estimula la ingestión. Sin embargo, no debemos olvidar que la mayor limitación nutricional de los ensilados de maíz forrajero es su escaso contenido en proteína bruta. Este, deriva esencialmente de las partes verdes (hojas, tallos y espigas) y resulta limitante frente a las necesidades nitrogenadas de los rumiantes.

Con respecto a los parámetros fermentativos, es sobradamente conocido que, debido al elevado contenido de carbohidratos, el maíz forrajero no presenta generalmente problemas de malas fermentaciones, ya que, si bien su contenido en azúcares solubles no es excesivo, su capacidad tampón es tan baja, que basta una mínima fermentación de los azúcares presentes en el forraje para reducir el pH lo suficiente para garantizar la estabilidad, consiguiendo como productos finales un adecuado contenido de ácido láctico, poco ácido acético y trazas o ausencia de ácidos propiónico y butírico. De hecho, la cantidad de ácido láctico que es necesario producir para alcanzar la estabilidad, es dos o tres veces inferior para el maíz que para las otras gramíneas y leguminosas. Que el pH sea bajo y haya suficiente ácido láctico, pero también algo de acético y propiónico, es muy importante para evitar el desarrollo de hongos y levaduras responsables de la inestabilidad aeróbica.

En las **figuras 1, 2 y 3** que se muestran a continuación se representan los valores de pH, almidón y aporte energético en relación con el contenido en materia seca, de un conjunto de 626 ensilados de maíz analizados en el laboratorio de Nutrición Animal del Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (Serida) entre 2019 y 2020. Aunque los resultados muestran una gran variabilidad, los valores medios de este conjunto presentan un pH de 3,66 para un contenido en materia seca de 31,3%, un valor de almidón de 33,6% referido a materia seca y un aporte energético de 0,93 UFL/kg de materia seca, lo que nos indica claramente que, tras el proceso fermentativo, el ensilado de maíz sigue constituyendo una mezcla única de grano y fibra digestible de gran utilidad en nutrición animal.

PÉRDIDAS OCASIONADAS EN LOS ENSILADOS POR DETERIORO AERÓBICO

Como ya comentamos en apartados anteriores, el maíz forrajero debido a

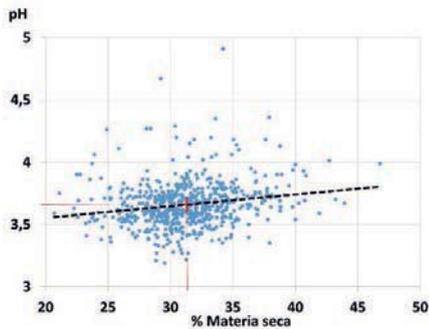


Figura 1. Valores de pH en relación con el contenido en materia seca (%) en un conjunto de 626 ensilados de maíz analizados en el Serida en el periodo 2019-2020.

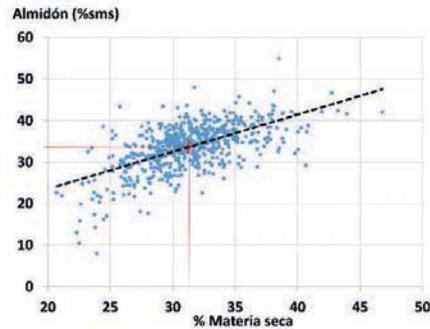


Figura 2. Valores de almidón(%sms) en relación con el contenido en materia seca (%) en un conjunto de 626 ensilados de maíz analizados en el Serida en el periodo 2019-2020.

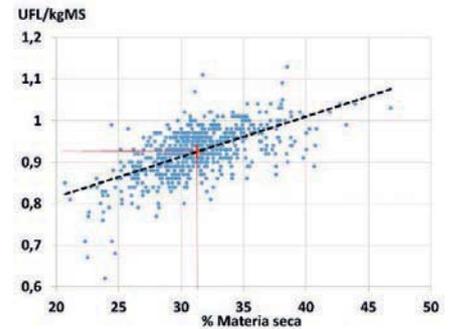


Figura 3. Valores de aporte energético (UFL/kg MS) en relación con el contenido en materia seca (%) en un conjunto de 626 ensilados de maíz analizados en el Serida en el periodo 2019-2020.

su alto contenido en carbohidratos, no presenta generalmente problemas de malas fermentaciones, lo que permite mantener la estabilidad dentro del silo cerrado, en función de las características fermentativas del ensilado (pH, materia seca final y diversos metabolitos). No

obstante, en estos ensilados es frecuente encontrar problemas de estabilidad aeróbica, es decir, son muy sensibles al deterioro cuando se ponen en contacto con el aire durante el almacenaje y posteriormente, una vez abiertos, durante el periodo de suministro a los animales.

Este deterioro, se asocia generalmente con la infiltración de aire en la masa ensilada por un deficiente sellado o falta de compactación, derivados de un tamaño de picado poco adecuado y de elevados contenidos en materia seca en el momento de la cosecha.



Expertos en Silaje

- Tenemos programas de mejora de maíz **específicos para silo.**
- **Somos la empresa número 1** en ventas de maíz para silo en Europa*.

*AMIS Kleffmann 2020.

www.kws.es

SEMBRANDO
EL FUTURO
DESDE 1856





Figura 4. Proceso de deterioro aeróbico en ensilados de maíz elaborados sin aditivo.

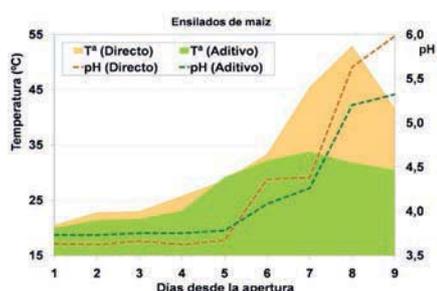


Figura 5. Estabilidad aeróbica de ensilados de maíz directo (elaborado sin aditivo) y tratado con un aditivo biológico formulado con bacterias lácticas formadoras de ácido propiónico.

El proceso de deterioro aeróbico induce un crecimiento de microorganismos aerobios, como levaduras, hongos e incluso bacterias, que provocan un rápido deterioro del ensilado. Aunque no se conocen las causas exactas que determinan la velocidad del deterioro del material ensilado en contacto con el aire, se considera que las levaduras son las que inician este proceso, degradando el ácido láctico y provocando reacciones exotérmicas que elevan la temperatura del ensilado superando incluso los 50 °C tan sólo 4-5 días después de su apertura para el consumo. En algunos ensilados expuestos al aire, el material vegetal se deteriora ocasionando unas pérdidas en materia seca que pueden superar el 30% al cabo de ocho días de exposición. El pH puede llegar a alcanzar un valor de nueve y la digestibilidad de la proteína disminuye debido a las altas temperaturas generadas durante estos procesos biológicos (**figura 4**). Los ensilados deteriorados pueden

adquirir un color pardo oscuro e incluso negro que, aunque no sean totalmente rechazados por los animales, tienen bajo valor nutritivo debido a la excesiva oxidación de los nutrientes solubles.

Estos hechos están directamente relacionados con la escasez de genes de compuestos antifúngicos, como el ácido acético y ácido propiónico en los procesos fermentativos desarrollados en forrajes de alta ensilabilidad como es el maíz forrajero, ya que una excelente calidad fermentativa puede ocasionar problemas de estabilidad aeróbica.

PAPEL DE LOS ADITIVOS EN EL ENSILADO DE MAÍZ

Paradójicamente, algunos aditivos que mejoran la actividad fermentativa durante el proceso de ensilado, empeoran su estabilidad durante el almacenamiento y tras la apertura, por su baja producción de factores antifúngicos. Ahora bien, las levaduras, responsables del deterioro aeróbico, pueden ser inhibidas con la presencia de ácidos grasos de cadena corta, como el ácido acético, que penetran por difusión pasiva en las células y liberan iones de hidrógeno que disminuyen el pH intracelular rápidamente, provocando la muerte celular. En general, la presencia de ácidos acético, propiónico, butírico, caproico y otros ácidos grasos volátiles en el ensilado, mejoran la estabilidad aeróbica por sus propiedades antimicrobianas, que actúan inhibiendo el desarrollo de la microflora aeróbica. También se da una relación indirecta entre la estabilidad aeróbica y el contenido en nitrógeno amoniacal del ensilado. Este último está siempre asociado con elevadas cantidades de ácidos grasos volátiles. Así pues, los ensilados con buena calidad fermentativa son los que corren mayor riesgo de sufrir deterioro aeróbico, por ello, la utilización de aditivos en los ensilados de maíz debe estar orientada a solventar este problema.

Existen en el mercado diversos aditivos comerciales encaminados a prevenir el

deterioro aeróbico. Entre ellos, existen productos conservantes basados en mezclas de ácido fórmico, ácido propiónico y ésteres de ácido benzoico, que actúan bajando bruscamente el pH e inhibiendo el crecimiento de microorganismos aerobios que aparecen al infiltrarse aire en la masa ensilada.

También hay diversos inoculantes que persiguen el mismo fin. Algunos incluyen, además de cepas de bacterias lácticas homofermentativas (*Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Streptococcus*), bacterias del género *Propionibacterium*, que generan ácido propiónico, inhibiendo el crecimiento de las levaduras. Otros, están formulados a partir de cepas de bacterias lácticas heterofermentativas (*Lactobacillus buchneri*) que, añadidos al forraje una vez cosechado, actúan incrementando la fermentación acética e inhibiendo también la contaminación fúngica (**figura 5**).

En ensilados de maíz, también cabe agregar urea y productos amoniacales para incrementar el contenido en proteína del ensilado, pero es necesario ajustar muy bien la dosis, aplicarla de forma muy homogénea y extremar las precauciones en el tapado, pisado y cierre del silo. De lo contrario, el efecto puede ser negativo.

En cuanto a los enzimas, sólo sería recomendable el uso de amilasa, puesto que degradan el almidón hasta glucosa para ser utilizada por los lactobacilos. Pero no hay que olvidar que el contenido en almidón del maíz forrajero es una característica extremadamente valiosa en nutrición animal. ■

Referencias bibliográficas

La información reflejada en este artículo está extractada del libro: Martínez-Fernández *et al* (2014). "Manejo de Forrajes para ensilar"; editado por el Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario del Principado de Asturias (Serida); ISBN: 978-84-617-3234-0.