

TECNOFOR

NOTAS TÉCNICAS

TIPO DE MAÍZ Y ALMIDÓN DISPONIBLE

Parte 1

Valor energético del ensilado de maíz

Parte 2

Morfología del grano de maíz y su relación con la digestibilidad de almidón

Parte 3

Tiempo de fermentación y digestibilidad de almidón

Parte 4

Implicaciones prácticas y estrategias de aprovechamiento

Hugo A. Ramírez Ramírez, Ph. D.
Asesoría Especializada en Ensilajes y
Nutrición de Ganado Lechero



www.tecnologiaforrajera.com

 @silosdecalidad 

hramirez@tecnologiaforrajera.com



VALOR ENERGÉTICO DEL ENSILADO DE MAÍZ

El valor nutritivo del ensilado de la planta entera de maíz se concentra en el aporte energético derivado de la digestibilidad de la fibra contenida en los tallos y hojas, principalmente, y del almidón presente en el grano. De acuerdo con datos de un laboratorio comercial, el análisis de muestras de ensilado de maíz de México revela que en promedio la digestibilidad de la fibra detergente neutro (FDND_{30h}) y el contenido de almidón son de 52.8% y 28.4%, respectivamente. En combinación con otros nutrientes, el contenido energético promedio es de 1.44 Mcal EN/kg MS y 1,474 L leche/tonelada.

“...la digestibilidad ruminal del almidón aumenta de un 65% hasta un 85% o más...”

TIPO DE MAÍZ Y ALMIDÓN DISPONIBLE



MORFOLOGÍA DEL GRANO DE MAÍZ Y DIGESTIBILIDAD DE ALMIDÓN

Los macro componentes del grano de maíz son:

- Germen (10-12%): región del embrión con alto contenido de aceite.
- Endospermo (82-84%): reserva nutritiva con la mayor concentración de almidón y proteína.
- Pericarpio (5-6%): cubierta protectora compuesta principalmente por fibra.

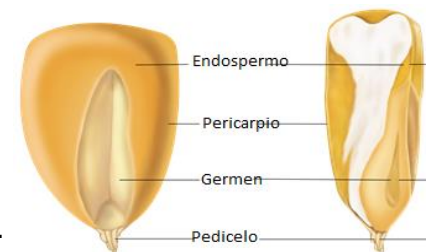
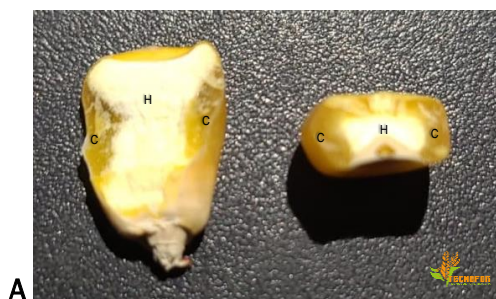
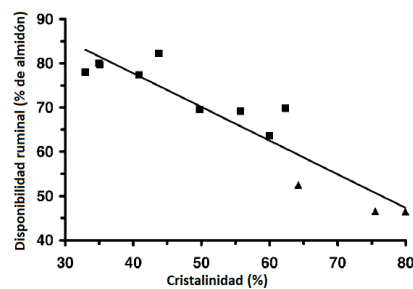


Figura 1. Morfología de un grano de maíz.

El endospermo es de las estructuras de mayor interés en nutrición de rumiantes porque contiene la mayor reserva de nutrientes. Esta estructura del grano se puede subdividir en dos porciones con distinción visual basada en la opacidad del grano: el endospermo vitreo o cristalino se localiza en los extremos laterales del grano y el endospermo opaco o harinoso se localiza en el centro del grano. Las regiones de endospermo cristalino tienen mayor densidad porque hay mayor cantidad de gránulos de almidón incrustados en una matriz de proteínas protectoras llamadas prolaminas. Los gránulos de almidón en el endospermo harinoso también están incrustados en prolaminas, pero de forma más holgada y con menos densidad.



A



B

Figura 2. A) Disección de un grano de maíz mostrando endospermo cristalino {C} y harinoso {H}

B) Digestibilidad ruminal de almidón en maíces con diversos niveles de cristalinidad (Correa et al., 2002).

Es muy importante considerar las características del endospermo porque tienen efecto directo sobre la disponibilidad de almidón. La proporción de prolaminas aumenta conforme avanza la madurez del grano y este cambio es aún más pronunciado en granos maduros con gran proporción de endospermo cristalino. La digestibilidad ruminal disminuye entre mayor sea el contenido de endospermo cristalino (mayor contenido de prolaminas), y aunque estas diferencias puedan no ser tan marcadas entre distintos tipos de maíz en madurez apropiada para ensilar, es importante considerarlas porque aún pueden tener influencia sobre la digestibilidad del almidón, especialmente en maíces que por alguna razón se cosechan con madurez avanzada.

TIEMPO DE FERMENTACIÓN Y DIG. DE ALMIDÓN

Durante el proceso de ensilaje se da una degradación o proteólisis de la matriz proteica de prolaminas por acción enzimática de las bacterias del silo, seguida por enzimas del mismo grano, y en menor grado por acción de hongos y productos de la fermentación del ensilaje. Como resultado de esta proteólisis, el almidón queda más expuesto y la digestibilidad ruminal del almidón aumenta de un 65% hasta un 85% o más, después de varios meses de fermentación. Estos cambios pueden ocurrir en todo tipo de maíz independientemente del tipo de endospermo que tengan, pero se necesita un tiempo considerable (6 meses o más) para que las diferencias entre endospermo vitreo y opaco se desvanezcan como resultado del proceso de ensilaje.

“...Esta estrategia se puede implementar para aprovechar la mayor densidad de almidón en cada grano y la mayor digestibilidad...”

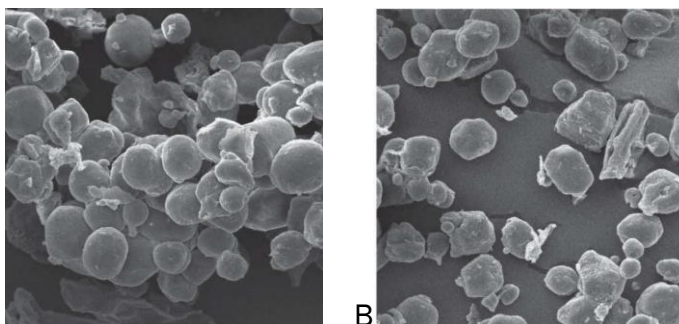


Figura 3. A) Gránulos de almidón incrustados y agrupados en matriz proteica en maíz con 0 días de ensilaje; B) después de 240 de ensilaje los gránulos de almidón se observan disociados y con menor presencia de matriz proteica, lo cual incrementa la disponibilidad para fermentación ruminal (Hoffman et al., 2011).

IMPLICACIONES PRÁCTICAS Y ESTRATEGIAS DE APROVECHAMIENTO

Bajo condiciones ideales, los establecimientos ganaderos deberían tener un inventario de ensilaje de maíz suficientemente vasto para poder alimentar forraje que tenga al menos 4 meses de fermentación para poder aprovechar los beneficios del incremento en digestibilidad de almidón. Esta práctica tiene efectos positivos sobre el costo de la ración porque ofrece la posibilidad de incluir menos maíz rolado o maíz molido y aprovechar mejor el maíz del ensilado. Sin embargo, es muy frecuente que silos de reciente confección se tengan que abrir con apenas 1 mes de fermentación o incluso menos tiempo. En estos casos sería recomendable implementar estrategias en las que se usen híbridos de maíz con mayor proporción de endospermo harinoso para silos que se van a abrir pronto después de haberlos llenado, y destinar híbridos con endospermo vitreo para silos que se puedan dejar fermentar o madurar por varios meses. Esta estrategia se puede implementar para aprovechar la mayor densidad de almidón en cada grano y la mayor digestibilidad que se obtiene conforme se degradan las prolaminas al avanzar el tiempo de fermentación.