



Evaluación objetiva del procesamiento del grano en ensilaje de maíz

Gestionar bien el procesamiento de grano con el fin de que nuestras vacas puedan transformar el forraje en leche es de suma importancia. En este sentido, ponemos el foco en el método denominado Calificación del Procesamiento del Grano (CPG), que nos va a indicar con la mayor precisión cuáles son los puntajes adecuados en la fragmentación del maíz, con el fin de obtener los mejores resultados.

Hugo A. Ramírez Ramírez, Ph. D.

Consultoría especializada en conservación de forrajes

Tecnología Forrajera

hramirez@tecnologiaforrajera.com

Redes sociales: @SilosDeCalidad

INTRODUCCIÓN

El ensilaje de maíz de planta entera es un alimento muy versátil porque combina fibra y almidón como fuentes de energía en el mismo producto. En términos de energía, el aporte del grano es de suma importancia porque concentra la energía en forma de almidón. Para que una vaca pueda aprovechar esa energía, es necesario que el grano venga quebrado para que el almidón quede expuesto.

Para lograr esa fragmentación del grano, las máquinas picadoras de forraje están equipadas con un procesador o rolador de grano (también conocido como *cracker*). Este implemento consiste en un juego de 2 rodillos que tienen como función aplastar y romper el grano. Estas funciones se obtienen al tener una apertura muy estrecha entre los rodillos, de tal modo que todo el forraje cosechado circule por esa apertura y que los rodillos rompan el grano

por presión y fricción. Además de ejercer presión, los rodillos tienen otra característica funcional para poder ser más efectivos; esta característica consiste en un diferencial de velocidad de giro. Al rotar a diferente velocidad, se crea un efecto de desgarrar que contribuye a un mejor procesamiento o fragmentación del grano. Desde hace más de quince años se establecieron las ventajas en producción de leche al alimentar vacas con maíz ensilado cosechado



► DESDE HACE MÁS DE QUINCE AÑOS SE ESTABLECIERON LAS VENTAJAS EN PRODUCCIÓN DE LECHE AL ALIMENTAR VACAS CON MAÍZ ENSILADO COSECHADO CON PROCESADOR DE GRANO

con procesador de grano (Ebling y Kung, 2004). En ese estudio se reportaron 1,4 kg más de consumo de materia seca por día resultando en una producción de leche adicional de 1,8 kg. La introducción de esta tecnología implicó un cambio lógico en el punto de madurez a la cosecha de maíz para ensilar. Conforme la planta de maíz madura, acumula más almidón, pero el grano se va endureciendo. Por tal motivo, antiguamente, cuando no se usaban los procesadores de grano, se cosechaba maíz con un contenido de materia seca moderado para prevenir que el grano se endureciera; de lo contrario, el grano podía quedar intacto y las vacas no lo aprovechaban eficientemente. La disponibilidad de tecnología mecánica para romper el grano impulsó a que el maíz ahora se coseche con materia seca alrededor del 35 al 38 %, es decir, se cosecha con granos más duros con mayor contenido de almidón para proveer un alimento más energético que permite implementar distintas estrategias nutricionales y de alimentación. Tales estrategias incluyen incrementar la proporción de forraje en la dieta, disminuir la cantidad de grano adicional en la formulación del alimento o cambiar la presentación del grano que se agrega (molido, quebrado, hojuelas o copos, etc.).

GRADO DE FRAGMENTACIÓN DEL GRANO

A pesar de que ha sido bien establecido que romper el grano en el maíz ensilado es una estrategia favorable, existen algunas diferencias de criterio sobre qué tanto se debe romper. Una opinión común es que, con tan solo una fisura o una laceración leve del grano es suficiente para que las bacterias microscópicas entren y aprovechen el almidón. Aunque tiene cierta lógica, las vacas nos demuestran que incluso granos partidos por la mitad llegan a pasar prácticamente intactos a pesar de estar partidos al 50 % de su tamaño original. ►►

SOLUCIONES PARA UN FORRAJE DE CALIDAD



FILM BARRERA AL OXÍGENO MÁXIMA EFICIENCIA GARANTIZADA



OXY SEAL



solplast

Tel +34 968 46 13 11

info@solplast.com / solplast.com

Avda. Francisco Jimeno Sola / Polígono Ind. Saprelorca, Buzón 9
30817 Lorca (Murcia)

► CON ESTE TIPO DE EVALUACIÓN SE TIENE AHORA LA POSIBILIDAD DE EVALUAR OBJETIVAMENTE EL GRADO DE PROCESAMIENTO CON UNA ESCALA NUMÉRICA Y DETERMINAR DE MANERA PRECISA QUÉ TAN BIEN SE ESTÁ HACIENDO EL TRABAJO DEL PROCESAMIENTO DEL GRANO

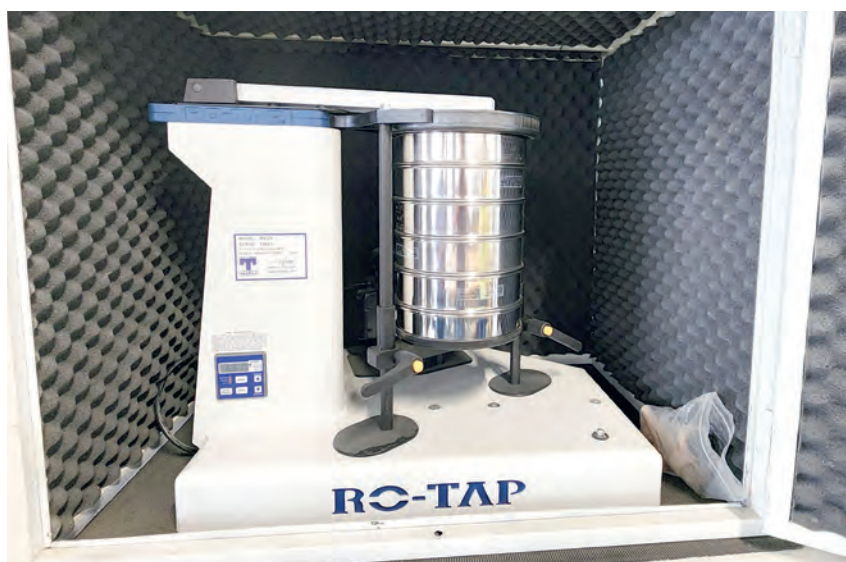


Figura 1. Ro-Tap, instrumento en el cual se lleva a cabo la separación de una muestra de maíz ensilado a través de una serie de cribas o tamices con diferente apertura

Esto se da porque el rumen es un sistema con flujo continuo; conforme entra alimento nuevo al rumen, tiene que haber flujo de material ruminal hacia el resto del tracto digestivo para dar cabida al alimento recién ingerido. La velocidad de tránsito o salida de contenido ruminal se conoce como tasa de pasaje.

Cuanto mayor sea el consumo de alimento, mayor será la tasa de pasaje y esto provoca que fragmentos grandes de grano circulen fuera del rumen antes de que puedan ser aprovechados en mayor grado. Si una fisura no es suficiente y partido a la mitad tampoco es suficiente, surge la pregunta: “¿qué tanto se debe fragmentar el grano?”. En 2005 Ferreira y Mertens determinaron que granos con un tamaño mayor a 4,75 mm se consideran mínimamente procesados; por lo tanto, ese tamaño se estableció como la referencia mínima de procesamiento del grano. Posteriormente, Dias Junior *et al.* (2016) publicaron una evaluación muy minuciosa en la que tomaron granos de maíz maduros y los fragmentaron en mitades consecutivamente hasta llegar a una fragmentación extrema de 1/64, es decir, el primer grado de procesamiento fue partir los granos manualmente por la mitad usando una navaja, el siguiente grado fue partir nuevamente para tener cuatro fragmentos y así sucesivamente hasta que el grado de procesamiento final fue partir un grano en 64 fragmentos.

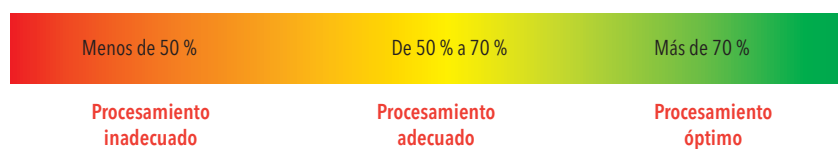
En esa evaluación se mejoró la digestibilidad de almidón con significancia estadística al pasar de 2 a 4 fragmentos por grano, pero no hubo mayor ventaja al pasar de 4 a 8 fragmentos por grano. Por lo tanto, la meta de fragmentación recomendada es que cada grano quede dividido en 4 fragmentos.

EVALUANDO EL GRADO DE PROCESAMIENTO

A nivel de campo resulta impráctico tratar de determinar con precisión si cada grano se está rompiendo en 4 fragmentos, por eso se recomienda simplemente tomar una muestra de material recién cosechado en un recipiente con capacidad de un litro y manualmente inspeccionar la muestra y evaluar cuántos granos están enteros. La meta ideal sería tener cero granos enteros, con un margen de tolerancia de incluso uno o dos granos enteros en esa muestra. En caso de tener más de dos granos enteros, entonces se deben hacer ajustes al procesador de grano para cerrarlo y hacer más estrecho el canal de pasaje para poder obtener más fragmentos por grano. Este método de evaluación es sencillo y práctico para tomar decisiones en tiempo real durante la campaña de cosecha

y hacer el mejor trabajo posible con los medios disponibles.

A pesar de que el método anterior es práctico, está sujeto a cierto sesgo dependiendo del evaluador. En ocasiones se encuentran granos mínimamente fragmentados y es difícil discernir o clasificarlos como enteros o procesados. Por esta razón, el método se puede clasificar como semicuantitativo y resalta la necesidad de un método enteramente cuantitativo con una escala numérica que no esté sujeta a sesgo de interpretación visual. Dicho método existe en laboratorios comerciales de análisis de forrajes y se llama Calificación del Procesamiento del Grano (CPG o KPS, por sus siglas en inglés Kernel Processing Score). En esta evaluación se hace una separación de una muestra de maíz ensilado a través de una serie de cribas o tamices con diferente apertura en un instrumento llamado Ro-Tap (figura 1), el cual oscila en un movimiento de órbita al mismo tiempo que un brazo mecánico aplica un ligero golpeteo en la parte superior. En esta evaluación se cuantifica el porcentaje de almidón que pasa por el tamiz de 4,75 mm relativo al almidón total que se tenía en la muestra inicial y se interpreta con base en la siguiente escala:





**ROCK RIVER
LABORATORY SPAIN**
MARIA HERMIDA

REALIZAMOS TODAS LAS ANALÍTICAS IMPRESCINDIBLES PARA TU GANADERÍA

Análisis NIR de ensilados y forrajes

Análisis microbiológicos de ensilados, forrajes, etc...

Procesado del grano en ensilado de maíz (KPS)

Análisis de micotoxinas (LC MS/MS)

Análisis de aguas

Análisis de tierras

Análisis de purín



**Llámanos y te informamos
sin compromiso**

Pol. Ind. Lalín 2000, Parcela A 8 - LALÍN Pontevedra

T.986 597 195 / M. 629 901 290

www.rockriverlab-spain.com - maria@rockriverlab-spain.com

► UN ANÁLISIS ADICIONAL QUE COMPLEMENTA PERFECTAMENTE LA CPG ES EL ANÁLISIS DE ALMIDÓN FECAL, EL CUAL DEBE SER DEL 3 % O MENOS

Aplicaciones prácticas de la CPG

Al tener una evaluación cuantitativa sobre el procesamiento del grano el ganadero tiene ahora la posibilidad de aplicar ese número para la toma de decisiones. Por ejemplo, en el programa de ensilajes se pueden fijar metas específicas de procesamiento de grano y llevar a cabo un monitoreo para poder lograr el cumplimiento de esas metas.

Otra aplicación muy importante es monitorear el desempeño de la máquina picadora a través de la campaña de ensilaje. En los programas de gestión de calidad de ensilajes que hemos llegado a implementar en granjas, se han establecido puntos de control de desempeño con umbrales de acción. En estos programas de gestión de calidad de ensilaje se determina la CPG de cada máquina picadora al inicio de la campaña de cosecha, una determinación adicional a media campaña y una evaluación final al concluir la campaña. Con base en esos datos se puede ir evaluando la efectividad y evolución de la vida útil de los rodillos del procesador, de tal modo que se puede ir anticipando una tarea de mantenimiento o reemplazo de los rodillos cuando la CPG se vaya aproximando al umbral de acción.

Un análisis adicional que complementa perfectamente la CPG es el análisis de almidón fecal, el cual debe ser del 3 % o menos. Desde el punto de vista general, cuando la CPG es baja y el porcentaje de almidón fecal es alto, es una indicación de que el trabajo de procesamiento del grano no fue enteramente satisfactorio y se justifica considerar un reemplazo de rodillos. Para expresar esta justificación en términos económicos, tenemos como base que existe una relación muy clara entre

la CPG y el porcentaje de almidón fecal, y una relación aún más fuerte entre el porcentaje de almidón fecal y la digestibilidad total de almidón. Esta última relación indica que por cada punto de almidón fecal se estima que la digestibilidad de almidón se reduce en 1,25 unidades porcentuales:

Digestibilidad de almidón =
100 – (1,25 × % almidón fecal)
Fredin et al., 2014

Para destacar la relevancia práctica y económica de estos hallazgos, tomemos los resultados presentados en la figura 2. La granja A tiene un porcentaje de almidón fecal de 2,34 %, es decir, las vacas están aprovechando el 97 % de almidón, mientras que en la granja B el almidón fecal de 5,52 % se traduce en una digestibilidad de almidón de solo el 93 %. Esos 4 puntos porcentuales de diferencia en digestibilidad de almidón representan una cantidad significativa en equivalencia energética que no se aprovechó

Figura 2

Granja A	
Descripción (%MS a menos que se especifique)	Base materia seca
Materia seca	14,21
Cenizas	13,26
Almidón	2,34

Granja B	
Descripción (%MS a menos que se especifique)	Base materia seca
Materia seca	15,79
Cenizas	13,37
Almidón	5,52

o que habrá que compensar en la formulación agregando más grano o alguna otra fuente de almidón.

Factores que afectan a la CPG

Comencemos por considerar aspectos de diseño y funcionamiento. El diferencial de velocidad es uno de los factores de mayor impacto en el grado de procesamiento. Originalmente, los equipos tenían un diferencial del 30 %, pero, con el paso del tiempo e incremento en el conocimiento y exigencias de fragmentación del grano, los equipos han evolucionado para ofrecer un fraccionamiento del grano más efectivo usando diferenciales de velocidad de 40 y hasta 50 %. En cuestiones de diseño, los rodillos más novedosos han sido diseñados con estrías interrumpidas en vez de estrías continuas. Al tener estrías interrumpidas, se forma un patrón dentado que contiene más aristas y oquedades en las que los granos se procesan más agresivamente.

La apertura entre los rodillos es crítica para lograr la fragmentación de los granos y esta se debe ajustar de acuerdo con las condiciones de trabajo. ►►



Figura 3. Grano de maíz muy grande que sin problemas pudiera fragmentarse con una apertura de 3 mm

2025 figan

figan.es

25-28
marzo | march
Zaragoza (SPAIN)

17ª Feria internacional
para la Producción Animal

17th International Animal
Production Show



► CONOCER Y USAR ESOS VALORES PARA TOMAR DECISIONES ES UN EJEMPLO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE PRINCIPIOS DE GESTIÓN DE CALIDAD SIGUIENDO EL PRINCIPIO DE MEDIR PARA GESTIONAR Y GESTIONAR PARA MEJORAR

Por ejemplo, en la figura 3 observamos un grano de maíz muy grande que sin problemas pudiera fragmentarse con una apertura de 3 mm; por otro lado, en la figura 4 se observa el ajuste en el procesador de grano para un maíz de grano chico o delgado para el que fue necesario tener una apertura de 1 mm.

Otro factor importante es el estado físico de los rodillos y las condiciones de desgaste. En estas situaciones la apertura nominal aparentemente es estrecha, pero los resultados de procesamiento no son satisfactorios. La razón de esto es evidente al revisar que las orillas de los rodillos tienen menos desgaste que el resto del cuerpo de los rodillos y naturalmente el forraje fluye por la ruta de menor resistencia en donde la apertura es mayor y menos eficaz en el fraccionamiento de los granos (figura 5). Otra situación que pudiera resultar en inconsistencias en la CPG está ejemplificada en la figura 6 en la que algún objeto duro entró al procesador de granos y lo ha mellado seriamente, obviamente ese punto en el rodillo no será efectivo para romper el grano.

CONCLUSIONES

Llevar un cultivo de maíz desde la siembra hasta el silo implica una inversión de esfuerzo, tiempo y dinero.

A través de un buen procesamiento de grano se puede capitalizar esa inversión para que los animales puedan transformar el forraje en leche. La escala numérica de la CPG nos indica que un puntaje inferior a 50 % corresponde a un procesamiento deficiente, valores entre 50 y 70 % son adecuados, y los resultados ideales tienen un puntaje superior al 70 %.

Conocer y usar esos valores para tomar decisiones es un ejemplo de la implementación de principios de gestión de calidad siguiendo el principio de medir para gestionar y gestionar para mejorar. ■

BIBLIOGRAFÍA

- Dias Junior, G. S., L. F. Ferraretto, G. G. S. Salvati, L. C. de Resende, P. C. Hoffman, M. N. Pereira, y R. D. Shaver. 2016. Relationship between processing score and kernel-fraction particle size in whole-plant corn silage. *J. Dairy Sci.* 99: 2719 - 2729.
- Ebling, T. L. y L. Kung, Jr. 2004. A comparison of processed conventional corn silage to unprocessed and processed brown midrib corn silage on intake, digestion, and milk production by dairy cows. *J. Dairy Sci.* 87: 2519 - 2527.
- Ferreira, G., y D. R. Mertens. 2005. Chemical and physical characteristics of corn silages and their effects on in vitro disappearance. *J. Dairy Sci.* 88: 4414 - 4425.
- Fredin, S. M., L. F. Ferraretto, M. S. Akins, P. C. Hoffman, y R. D. Shaver. 2014. Fecal starch as an indicator of total-tract starch digestibility by lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 97: 1862 - 1871.



Figura 4. Ajuste en el procesador de grano para un maíz de grano chico o delgado para el que fue necesario tener una apertura de 1 mm

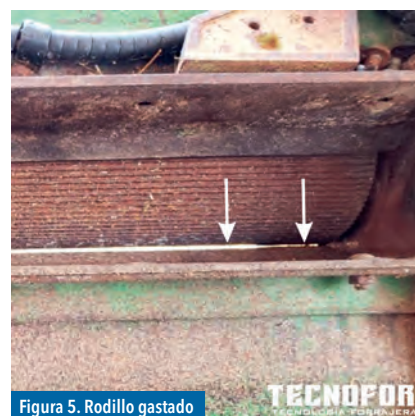


Figura 5. Rodillo gastado



Figura 6. Rodillo mellado



KESSENT® y LysiGEM™

LIDERANDO UNA
GANADERÍA MÁS SOSTENIBLE

La metionina y la lisina son los dos aminoácidos esenciales más limitantes para la producción lechera en los rumiantes.

Los beneficios de la metionina y la lisina son bien conocidos pero, cuando se utilizan de forma concertada, proporcionan beneficios adicionales más allá de la suplementación con el aminoácido individual. Sin su inclusión nunca podremos llegar a maximizar ni optimizar nuestra producción.

KEMIN, como único proveedor de metionina y lisina ampliamente contrastadas, pone a su disposición KESSENT y LYSIGEM.

KEMIN
RUMINANT
ESSENTIALITIES

[kemin.com/
ruminant-essentialities](https://kemin.com/ruminant-essentialities)

