

## ACTUALIZACIONES PRÁCTICAS EN EL USO DE SILO DE MAÍZ PARA ALIMENTACIÓN DE VACUNO LECHERO. PRESENTACIÓN DE DATOS DEL NUEVO PROCESADO DE MAÍZ SHREDLAGE®

Javier López Álvarez  
Kemin Ibérica  
Javier.lopez@kemin.com

### 1.- INTRODUCCIÓN

El uso de silo de maíz para alimentación de vacuno lechero ha tenido un fuerte incremento en los últimos años, hasta llegar a convertirse en el ingrediente cuantitativamente más importante en muchas dietas en nuestro país. No es infrecuente encontrarnos con raciones en las que el silo de maíz supone entre un 40% y un 50% de la materia seca del total de la ración y entre el 70% y el 80% del total del forraje. Varios son los factores que contribuyen a este “boom” en la utilización de este forraje en la alimentación de vacuno lechero.

- Es el forraje con mayor densidad energética.
- Es un cultivo que nos proporciona una elevada producción por hectárea.
- Tiene una recolección sencilla (corte directo).
- Es un forraje de fácil ensilado.

La creciente importancia del cultivo de maíz ha provocado un gran aumento en los estudios sobre este producto en los últimos tiempos. Estos estudios se han centrado no sólo en el desarrollo de variedades más productivas y sanas, sino también en la mejora en la siembra, la conservación y el procesado con el fin de incrementar su valorización.

En esta presentación nos centraremos en comentar algunos de los avances que se han producido en estos campos, centrándonos en su aplicación práctica. Pondremos especial atención en los siguientes apartados:

- Variedades BMR (*Brown midrib*)
- Siembra “twin row”
- Procesado “Shredlage” de maíz para silo

## 2.- VARIEDADES DE MAÍZ BMR (*Brown Midrib*)

El maíz BMR fue descubierto en 1924, aunque su utilización a nivel comercial se inició en los años 90 debido a la investigación que fue reduciendo sus puntos débiles, y se debe a una mutación genética natural que hace que las plantas presenten un contenido en lignina inferior a las variedades convencionales. Estas variedades BMR poseen entre un 30-40% menos de lignina, con lo cual aumentan su digestibilidad entre un 10% y un 14% a las 30 horas. La tasa de digestibilidad ( $K_d$ ) es entre un 25% a 35% mayor en variedades BMR que en convencionales.

A la hora de alimentar al ganado estas ventajas son más evidentes en vacas de alta producción, debido a la limitación de la ingesta que supone un alto contenido en lignina y a la reducción de la digestibilidad, dado el menor tiempo que permanecen los alimentos en el tracto digestivo en este tipo de animales.

Las variedades BMR presentan aún varias limitaciones frente a las convencionales:

- Menor rendimiento (5% a 10% menor).
- Menor resistencia a stress (sequía...).
- Debe ser sembrado en terrenos fértiles.
- Problemas de sanidad foliar.
- Problemas de caída (tallos con menor cantidad de lignina).
- Menor contenido en almidón.
- Menor estabilidad aeróbica del ensilado debido a niveles altos de sacarosa en el tallo.

### 2.1.- Consideraciones de utilización en dietas

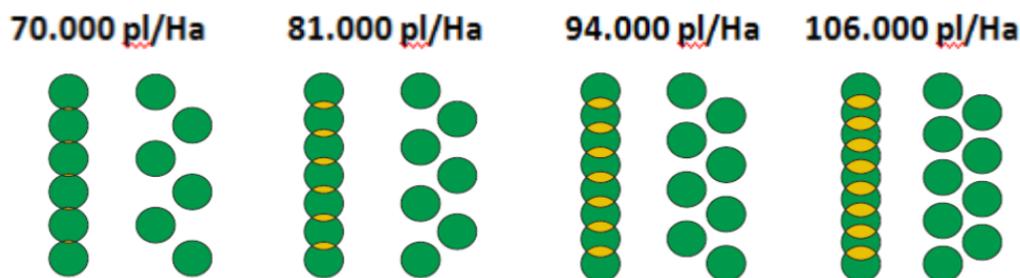
- Debe utilizarse un nivel un poco mayor de FND (32-35%) y peFND (23-25%) (Powel-Smith, 2015).

- El tamaño de partícula debe ser 2-4mm mayor que en el convencional para mantener la estructura en el rumen.
- Vigilar la incidencia de acidosis.
- Posibilidad de utilizar más cantidad de forraje en la dieta.
- Debemos utilizar analíticas que nos aporten datos de digestibilidad, niveles de lignina y  $K_d$ .
- Tendremos en cuenta que la mayor digestibilidad provocará un aumento de ingesta y una mayor producción de proteína microbiana, con lo que podremos reducir la cantidad de almidón.
- Utilizaremos sistemas de formulación dinámicos que tengan en cuenta la digestibilidad de los forrajes para sacar el máximo partido a estos. (Brouillette, 2010).

### 3.- SIEMBRA “TWIN ROW”

En los últimos años ha tenido lugar una intensificación ganadera que ha traído consigo paralelamente una intensificación agrícola. Uno de los cultivos extensivos con mayor superficie a nivel mundial es el maíz. Se han dedicado muchos recursos en los últimos años para incrementar los rendimientos de este cultivo, tanto en genética como en fertilización o en técnicas de cultivo. Fruto de este esfuerzo es la aparición en los últimos años del sistema de siembra “twin row”. Twin row es un sistema de siembra en surcos gemelos con el objetivo de tener un mejor aprovechamiento de la superficie de cultivo.

Estudios en USA indican que, en las siembras con el método tradicional, las plantas sólo ocupan el 14% de la superficie cultivada, mientras que en este nuevo sistema ocupan un 45%. Twin row permite un crecimiento radicular mayor, ya que el crecimiento de la raíz es simétrico y cesa cuando toca con la raíz de otra planta. Otra ventaja de twin row reside en que la cubierta vegetal cubre una porción mayor de terreno, con lo cual dificulta la evaporación de agua, al mismo tiempo que dificulta el crecimiento de las malas hierbas. Otra ventaja de esta mayor superficie de cubierta vegetal es que en el estadio de 7 hojas la luz solar incide en un 90% sobre la cubierta vegetal, mientras que en la siembra de simple surco sólo recibe el 30%. Twin row también mejora la resistencia a la caída, ya que la anchura del tallo es un 6% mayor.



**Grafico 1: Disposición semillas: Siembra Convencional y Sistema Twin Rows**



Uno de los inconvenientes que puede presentar esta disposición de las plantas puede ser la mayor dificultad que presentan a la hora de realizar tratamientos fitosanitarios, ya que la distancia entre surcos es menor y dificulta el paso de las ruedas de los tractores. En USA, los resultados publicados sobre este tema en lo referente a producción son contradictorios: En algunos trabajos se han visto algunas diferencias a favor de “twin row”, mientras que en otros no se han observado diferencias con respecto a los métodos de cultivo tradicionales. Se ha especulado que las diferentes latitudes en las que se han llevado a cabo alguno de estos estudios puede tener algún tipo de influencia sobre los diferentes resultados obtenidos. En España (Asturias) se han llevado a cabo algunos ensayos con Twin Row. Se comparó Twin Row con la siembra convencional y para ello se utilizaron cuatro tratamientos: Una siembra convencional (control), y tres densidades de plantas diferentes con Twin Row, con los siguientes resultados:

#### Ensayo de siembra Twin Row en Asturias

Tipo de siembra	Densidad (pl/Ha)	Kg MS/Ha	kg almidón/Ha
Convencional	82.000	17.928	6.365
Twin Row	82.000	16.275	5.778
Twin Row	101.000	20.718	7.335
Twin Row	118.000	20.770	7.373

En este ensayo se testó la siembra convencional con la siembra “twin row” a distintas densidades. Solo se apreció un aumento de rendimiento cuando se aumentó la dosis de siembra hasta las 101.000 plantas por hectárea. No se apreció aumento a partir de esa densidad.

#### 4.- PROCESADO SHREDLAGE®

En numerosas ocasiones, en el campo los nutricionistas se encuentran con la situación de que las granjas no poseen suficientes forrajes propios y deben acudir al mercado para comprarlos con el consiguiente gasto añadido; en otros casos, poseen grandes cantidades de silo de maíz, cuya inclusión en la dieta está limitada por la efectividad de su fibra, ya que están obligados a meter una cantidad de forraje con un tamaño de partícula mayor. En el caso más extremo nos encontramos con situaciones en las que las granjas poseen una gran cantidad de maíz, pero hacen pastone o grano húmedo, dejando la fibra en la finca debido a la escasa utilidad de la misma.

Los métodos de procesado convencionales presentan varias limitaciones para poder conseguir un tamaño de partícula del maíz que nos permita disponer de fibra efectiva en el mismo. A medida que aumentamos el tamaño de partícula del forraje, empeora el machacado del grano, debido al “efecto colchón” que produce la masa de forraje en el procesador. Este efecto se hace más evidente cuando el tamaño de picado supera los 14 mm. Otro inconveniente que se plantea con tamaños grandes de partícula en picados convencionales es que, al no ser deshilachada la hoja, las ingestas se reducen debido al mayor tiempo de digestión en el rumen. Esto cobra una importancia aún mayor cuando el maíz presenta un “Stay Green” deficiente debido a que ha sufrido heladas, sequía, deficiente sanidad foliar o cosecha excesivamente tardía. Por último, cuando el maíz está muy seco, este tipo de procesado puede comprometer la compactación de la masa de forraje en el silo.

Con la intención de paliar esta deficiencia y contribuir a valorizar esa fibra nace la tecnología de procesamiento Shredlage®. Desde un punto de vista nutricional, Shredlage® (en adelante SH) presenta tres características que lo diferencian de un procesado convencional (en adelante CV):

1. Mayor longitud de picado, con lo cual conseguimos una mayor efectividad de la fibra. Los procesadores convencionales, en la mayoría de los casos, no son capaces de ofrecernos un tamaño de corte superior a 19 mm, mientras que Shredlage® puede proporcionarnos una longitud de picado de 30 mm.
2. Deshilachado de tallos y hojas, lo que facilita una mayor superficie de ataque por parte de la flora ruminal y una mayor liberación de azúcares, lo que facilita el ensilado.

3. Mejor procesado del grano de maíz, con lo que se consigue un mayor aprovechamiento del mismo en el tracto digestivo.

Shredlage<sup>®</sup> fue inventado en 2008 debido a un error en el procesado de maíz en una granja lechera de Missouri. En esa granja habían tenido un problema con la máquina cosechadora y había picado los tallos con un tamaño mayor del normal. Ese año vieron que las vacas producían más leche y tenían más salud. El asesor en nutrición de esa granja era Ross Dale le propuso a su socio Roger Olson la posibilidad de conseguir un modelo de procesador que lograra un picado con mayor tamaño de partícula, a la vez que un mejor procesado del grano. Ambos trasladaron la idea al padre de Roger Olson, que tenía un taller. Loren Olson diseñó un prototipo de madera a pequeña escala y más tarde logró producirlo a nivel industrial para incorporarlo a las picadoras autopropulsadas. Unos años más tarde vendió la patente de Shredlage<sup>®</sup> a la marca Claas. Actualmente existen rodillos disponibles en otras marcas (John Deere, Krone, New Holland...).

Esta tecnología ha tenido una rápida implantación y crecimiento en USA, ya que en el año 2014, más de 600 cosechadoras disponían ya de este equipamiento y se calcula que un 10% de la cabaña de vacuno lechero de USA podría estar siendo alimentada con silo de maíz con procesado Shredlage<sup>®</sup>.

#### 4.1.- Fundamentos del sistema

El sistema de procesado de maíz para ensilar Shredlage<sup>®</sup> se basa en una trituración longitudinal del tallo con una longitud de partícula de 22-30 mm. En esta tecnología los rodillos presentan una superficie quebrada con ranura helicoidal contrarrotativa que genera una superficie cuadrículada con rodillos de 110 y 145 dientes. La separación entre rodillos es de 1-3 mm y tienen un diferencial de velocidad del 50% entre ellos. El diámetro de los rodillos es de 250 mm. Estos rodillos giran en espiral con direcciones opuestas, con lo que se consigue un mayor machacado del grano y deshilachado de la fibra. En los picadores convencionales la diferencia de velocidad entre los rodillos es de 20-40% según marcas. Estos rodillos pueden tener diámetros desde 196 a 250 mm en máquinas grandes, y entre 88 y 100 dientes.



Fotos: Procesador convencional (1) y Shredlage<sup>®</sup> (2)

Estos procesadores presentan varias limitaciones cuando se trata de hacer un picado más largo: por un lado, penalizan el procesado del grano con lo que limitan la digestibilidad del mismo, y por otro, reducen la superficie de contacto de las partículas de hojas y tallos con las bacterias ruminales, con lo cual se reduce la capacidad de ingesta y digestión por parte del animal.

#### 4.2.- Ensayos en universidades

Desde que la tecnología Shredlage® ha aparecido en el mercado se han hecho varios estudios en universidades americanas. A lo largo de este epígrafe expondremos los resultados de los más representativos y comentaremos los datos de mayor relevancia y que nos pueden ser de utilidad a nivel práctico.

##### 4.2.1.- UW Blaine Arlington Dairy (Wisconsin), 2012

El primer estudio universitario se llevó a cabo en 2011-2012 en el UW Blaine Arlington Dairy (Wisconsin) por Luiz Ferraretto y Randy Shaver. El maíz fue cosechado en septiembre de 2011 y el ensayo se inició un mes después, y se prolongó hasta diciembre de ese mismo año. En ese estudio se hicieron dos dietas idénticas (TMR) que estaban compuestas por un 50% sobre materia seca de silo de maíz, un 10% de silo de alfalfa y un 40% de concentrado. La única diferencia entre estas dietas es que en una de ellas el procesado era convencional y en la otra era Shredlage®. El silo de maíz fue picado con una longitud teórica de corte de 30 mm y con una separación entre rodillos de 2,5 mm en Shredlage®, y de 19 mm y una separación entre rodillos de 3 mm en procesado convencional.

En el estudio se evaluaron varios parámetros del silo de maíz. Cabe destacar que el procesado del grano fue mejor en el Shredlage®, ya que un 75% del grano atravesó un tamiz de 4,75 mm, mientras que en el procesado normal la cantidad de grano que atravesó el tamiz fue de 60%. Un 31,5% del silo de maíz SH quedó retenido en la bandeja superior de Penn State, mientras que el maíz CV fue del 5,6%. La densidad del silo fue similar, a pesar de la mayor longitud teórica de corte para SH (283kg/m<sup>3</sup>) vs 275kg/m<sup>3</sup> para CV.

La digestibilidad total del almidón en el tracto digestivo fue mayor en la dieta SH, alcanzando un 99,4%, mientras que en la dieta CV alcanzó un 97,5% (P<0,01). La digestibilidad de la FND en el rumen fue de 36,1% para SH y de 32,2% para CV (P<0,04). En cuanto al TMR, la proporción de partículas depositadas en la bandeja superior de Penn State fue de 15,6% en Shredlage®, mientras para la dieta con silo de maíz convencional fue de 3,5%.

La producción promedio de leche corregida por energía a lo largo de las 8 semanas fue 1,02 kg mayor con la dieta SH que con la dieta CV (45,39 kg vs 44,37 kg), la diferencia llegando a ser significativa en la semana 8 del estudio ( $p < 0,01$ ) con 45,26 kg en la dieta SH, mientras que los animales alimentados con la dieta CV promediaron 43,27 kg. La ingesta de materia seca (IMS) fue superior en la dieta SH (25,31kg vs 24,67) ( $P < 0,08$ ). El porcentaje de grasa, proteína, eficiencia alimenticia y MUN fue similar en los dos tratamientos.

#### 4.2.2.- *UW Blaine Arlington Dairy (Wisconsin), 2014*

Este estudio fue realizado por los mismos profesores, Randy Shaver y Luiz Ferraretto de la Universidad de Wisconsin. En este estudio se trataba de ver la respuesta del maíz BMR (Brown midrib) al procesado SH y si una mayor longitud de corte aumentaba la fibra físicamente efectiva.

En este experimento se utilizaron 3 dietas distintas, dos con un 45% de silo de maíz sobre materia seca, un 10% de ensilaje de alfalfa y un 45% de concentrado, cuya única diferencia reside en que una está hecha con maíz SH y la otra con maíz CV. A mayores hay otra dieta (CVH) con un 35% silo de maíz CV, un 10% de silo de alfalfa, un 10% de heno y un 45% de concentrado.

La longitud teórica de corte fue de 26 mm para SH, con una distancia entre rodillos de 2 mm y una puntuación de procesado del grano de 72%, mientras que CV fue cortado a 19 mm, con una distancia entre rodillos de 2 mm y una puntuación de procesado de 68%. El periodo de prueba fue de 14 semanas, y el rendimiento productivo de SH fue significativamente mayor ( $P < 0,01$ ) en 6 de las 14 semanas y promediando una diferencia de entre 1,18-1,49 kg leche producida por vaca y día. Las diferencias se fueron incrementando según avanzaba la prueba, ya que las vacas alimentadas con SH mantenían mejor la producción. En ambas dietas la producción fue mayor que en la dieta con heno (CVH). La dieta CVH promedió 2,67kg menos que la dieta SH.

El % de grasa fue mayor en las vacas que recibieron la dieta con heno (3,67% en la dieta CVH, 3,31% en la dieta SH y 3,29% en la dieta CV), aunque hay que tener en cuenta que en este grupo la producción fue menor.

#### 4.2.3.- *Cornell University, 2015*

En el año 2015 el profesor Larry Chase llevó a cabo un estudio en la Universidad de Cornell. En este estudio se evaluaron dos dietas iguales, con la única diferencia en el procesado del silo de maíz: en una el procesado era SH y en la otra CV. Las dietas estaban compuestas por un 50% de silo de maíz, un 14% de silo de alfalfa y un 36% de concentrado. En esta prueba no se apreciaron diferencias productivas ni en la producción ni

en los componentes de la leche. Lo que si se pudo apreciar fue una mayor digestibilidad del almidón para el maíz SH que para el CV (81,7% vs 76,8%).

#### 4.2.4.- Dairy One Forage, 2016

En este estudio llevado a cabo por Sally Flis en el laboratorio Dairy One Forage, uno de los objetivos era desarrollar nuevas herramientas para la determinación de parámetros en forraje Shredlage®.

Las dietas en este experimento se componían de un 38% de silo de maíz (SH o CV), 48% de concentrado, 13% de heno y 1% de suero. El procesamiento del grano resultó ser mejor en SH que CV (62% vs 56%).

La ingesta fue similar en ambos tratamientos y la producción fue de media 1,13 kg de leche superior en el tratamiento SH.

#### 4.2.5.- Universidad de Illinois. Resumen de estudios publicados por Mike Hutjens (2015)

- Resumen de 22 estudios publicados.
- 0,5 kg más de leche con SH (-0,5 a +1,68).
- 0,5kg más de IMS. (-1,4 a +1,5).
- 0,08% más de grasa en leche.
- 0,9kg más de leche corregida al 3,5%.
- Mayor densidad en el silo.
- Estabilidad aeróbica similar.
- Aumento de digestibilidad del almidón.

### 4.3.- Experiencias prácticas en condiciones locales en España (2016)

Antecedentes:

Hasta hace pocos años la fibra era un nutriente con un coste muy bajo en las dietas de vacuno lechero, el problema residía en la calidad de la misma, pero desde hace unos años los precios de ciertos forrajes han mostrado un incremento continuo, acompañados de una gran volatilidad en su precio.

En la cornisa cantábrica nos encontramos con dos situaciones, por una parte, la compra de forrajes henificados o deshidratados en Castilla-León o Aragón, con lo que nos encontraremos con la problemática anteriormente descrita, o bien realizar el cultivo de forrajes de invierno, que también presenta dos inconvenientes. Por un lado, la climatología lluviosa en el momento de la recolección y el retraso de la siembra del maíz que es el cultivo principal en dicha área.

Para buscar incrementar la efectividad de la fibra del silo de maíz se había llegado a picar con una longitud de 17mm con resultados que no han sido totalmente satisfactorios. Lo que sí se ha logrado es una mayor efectividad de la fibra, pudiendo incrementar el porcentaje de silo de maíz en detrimento de otros forrajes, aunque con limitaciones.

Debido a estos inconvenientes se ha decidido llevar a cabo algunas pruebas. Se ha cosechado maíz con procesado Shredlage® cortado a tres tamaños de picado distintos, 2000 tm de cada longitud (30, 26 y 22 mm). El silo se ha abierto después de 100 días de ensilado y se ha estado utilizando durante 5 meses en 15 ganaderías, alimentando un total de 1400 vacas. El primer maíz en ser consumido fue el de corte de 30 mm y el último el de 22 mm. Éste dato es importante ya que el maíz incrementa su digestibilidad “in vitro” alrededor de 2 puntos porcentuales entre los 100 y los 190 días (Díaz Royón, 2017).

## 5.- CONCLUSIONES PRÁCTICAS SHREDLAGE®

1. Compactación un poco mayor a la conseguida con un procesador convencional (340 kg MS/m<sup>3</sup>). No se observaron diferencias entre las tres longitudes de corte. Esta buena compactación es debida al deshilachado, lo que evita el “efecto colchón”. Debemos procurar extender y compactar el silo en láminas finas de forraje, ya que antes de la compactación presenta un aspecto más esponjoso debido a la mayor longitud de corte.

2. El porcentaje de mermas en materia seca fue similar a un procesado convencional con similares características.

3. Los parámetros de conservación fueron similares a los de un silo con procesado convencional. La mayor cantidad de roturas de la hoja provoca una mayor liberación de azúcares con lo que se produce una mejor fermentación.

4. Desmenuzado del grano mucho mayor y más homogéneo que en procesadores convencionales. Esto debe ser tenido en cuenta a la hora de formular las raciones, debemos cambiar los parámetros, ya que el almidón se digiere más rápidamente y obtenemos una digestibilidad mayor del mismo en el tracto digestivo. Esta cualidad puede provocar dos situaciones:

a) Puede predisponer a una acidosis por una mayor y más rápida fermentación del almidón en el rumen.

b) El mayor aprovechamiento del almidón nos permite bajar un poco el nivel de almidón en la dieta para un mismo nivel de producción. En esta experiencia hemos observado un descenso de un 1% de almidón fecal (2% en maíz convencional y 1% en Shredlage®).

5. Si deseamos sustituir otro tipo de forraje por silo de maíz, a la hora de formular una dieta no sólo debemos tener en cuenta la efectividad de la fibra, debemos considerar también la capacidad tampón de ambos forrajes. El silo de maíz tiene una capacidad tampón menor que el resto de gramíneas y leguminosas.

6. Debemos considerar también que el silo de maíz posee una menor capacidad física de estímulo de la rumia que las gramíneas o leguminosas, esto debe ser tenido en cuenta a la hora de formular una dieta.

7. Debemos adecuar la longitud de corte al tipo de dieta que deseamos formular. No existe una longitud de corte ideal. Debemos escoger la longitud más adecuada a lo que nosotros necesitamos dentro del intervalo que nos ofrece (22-30 mm).

8. Seguir los consejos del fabricante que nos hace unas recomendaciones en función de la humedad del silo de maíz.

9. Evitar cortes largos (cerca de 30 mm) cuando el maíz no presente un Stay Green adecuado. Además, se desaconsejan cortes largos en dietas con poca humedad o cuando se desee formular una dieta con una elevada cantidad de maíz. En estos casos, con picado a 30 mm favoreceríamos la posibilidad de elección por parte del ganado.

#### Variación en los ajustes en función de las condiciones de cosecha

% Materia seca	TLC (mm)	Distancia entre rodillos (mm)
30	26-30	2,75
31	26-30	2,75
32	26-30	2,5
33	26-30	2,5
34	26-30	2,5
35	26-30	2,25
36	26	2,25
37	26	2
38	23	2
39	23	1,75
40	23	1,75

Para variedades BMR debemos aproximar los rodillos 0,5mm más que para variedades convencionales.

10. Evitar cortes largos en dietas donde exista otro forraje con picado largo, ya que si tenemos una gran cantidad de partículas de gran tamaño reduciremos la ingesta (sobre todo en rebaños de alta producción).

## 6.- ¿ES SHREDLAGE® LO QUE NOSOTROS NECESITAMOS?

Shredlage® es una herramienta que se encuentra a disposición de los nutricionistas para mejorar el valor del silo de maíz, pero no debemos universalizar su utilización. Deben darse unas premisas para poder sacar el mayor provecho de esta herramienta. Las situaciones que debemos valorar son las siguientes:

### 6.1.- Fibra efectiva

Debemos analizar la situación de la granja en relación a los forrajes. Si tenemos un déficit de productos que nos aporten fibra efectiva o que ésta nos resulte cara sería una buena opción para incrementarla. Otra situación en la que Shredlage® resulta aconsejable sería en granjas con gran cantidad de silo de maíz y que realizan pastoreo, dejando la fibra en la finca, al no poder valorizarla.

Debemos tener en cuenta que si no se dan estas circunstancias podemos encontrarnos con ciertos inconvenientes: Limitación de la ingesta debido a un incremento del tamaño de partícula. Si tenemos en la ración una proporción de partículas mayores de 19 mm, y añadimos maíz con un tamaño de partícula mayor, tendremos en la dieta una gran proporción de partículas de gran tamaño, con la consecuente bajada de ingesta y de producción (Heinrichs, 2016).

Al incrementar el tamaño de partícula facilitaremos la posibilidad de selección (Heinrichs, 2016), sobre todo si nos vamos a picados de 30 mm. Este problema se agrava si pretendemos meter mucha cantidad de silo de maíz en la dieta o en raciones con poca humedad (>45% MS). Esta situación podría provocarnos graves consecuencias en maíces cuya planta se encuentre en un estado muy seco, ya que aumentando la longitud de corte predisponemos más a la selección por parte de los animales.

#### Distribución de partículas en criba de Penn State (Woodman, 2014)

Longitud de corte (mm)	% 1ª bandeja	% 2ª bandeja	% 3ª bandeja	% 4ª bandeja
30	35	45	19	1
22	18	58	22	2
17	9	71	18	2
Convencional	8	60	30	2

### 6.2.- Procesado del grano

Ésta es, sin duda, una de las grandes ventajas de este tipo de procesado. El procesado del grano Shredlage® ha demostrado de forma consistente un aumento en la digestibilidad total del tracto intestinal con respecto al maíz cosechado con procesadores convencionales, de hasta 1,9 puntos superior (Ferraretto & Shaver, 2012).

También se han hecho estudios sobre la calidad de procesado del grano con procesadores Shredlage® con respecto a los procesadores convencionales, en los que de manera constante los procesadores Shredlage® nos han proporcionado una molienda de grano mejor y más homogénea, resultando en que >70% de los granos pasan por un tamiz de 4,75mm mientras que en el procesado convencional rondan el 60-65% según estudios, con una variabilidad mayor (Ferraretto & Shaver, 2012; Salvati et al., 2014; Vanderwerff et al., 2015). Esto es muy importante, ya que en las condiciones actuales gran cantidad de grano pasa al intestino sin ser digerido en el rumen (Calsamiglia, 2014), y con un tamaño menor de partícula existe una mayor digestión ruminal.

Aun así, antes de tomar la decisión de cosechar el silo de maíz con esta tecnología debemos saber cuál es nuestra calidad de procesado. En España este ejercicio no es frecuente y seguramente nos encontraremos con datos bastante peores que los de los estudios realizados en USA. Si sabemos cuál es nuestra calidad de procesado podremos cuantificar cuál va a ser nuestra mejora, y también cuál es nuestro margen de mejora con respecto al procesado convencional. Estos datos son de gran importancia a la hora de tomar la decisión si cosechar el silo de maíz con el procesado Shredlage®.

Para aumentar la digestibilidad del almidón en el silo de maíz tenemos una herramienta en nuestras manos que muchas ocasiones no tenemos en cuenta: el tiempo. El almidón del silo de maíz se vuelve más digestible cuanto más tiempo permanezca en la pila antes de ser consumido.

### 6.3.- Procesado de la fibra

El procesado Shredlage® produce un deshilachado en los tallos y hojas de la planta que proporciona una mayor superficie de contacto entre las bacterias ruminales y las superficies de corte. Ferraretto y Shaver (2012) determinaron que la digestibilidad de la fibra en el tracto intestinal era de 36,1% en una dieta con ensilado Shredlage® y de 32,2% en una dieta con maíz procesado convencionalmente. Existe discrepancia entre diversos autores sobre si este aumento de la digestibilidad de la fibra se debe a la rotura de la misma o a una mejor digestión del animal debido a un pH más elevado.

#### Efecto del tiempo de ensilado sobre la digestibilidad ruminal in vitro del almidón en ensilado de maíz

Experimento	Días de ensilado									P<
	0	30	45	90	120	150	180	240	270	
Der Bedrosian et al., 2012 <sup>1</sup>	69		75	77			79		82	0,01
Ferraretto et al., 2014a <sup>2</sup>	62	72			79			84		0,001
Windle et al., 2014 <sup>1</sup>	54		59	63		68				0,01
Young et al. 2012 <sup>1</sup>			76			79				0,01

<sup>1</sup>Digestibilidad ruminal in vitro del almidón a las 7h en muestras molidas con una malla de 3mm

<sup>2</sup>Digestibilidad ruminal in vitro del almidón a las 7h en muestras molidas con una malla de 4mm

## 7.- REFERENCIAS

- BROUILLETTE, J.P. (2010) *How to adjust the rations to incorporate the corn silage BMR.*
- CALSAMIGLIA, S. (2014) Estrategias de formulación en vacas lecheras de alta producción. En: *XXX curso de especialización FEDNA* (2014).
- CHASE, L.E. (2015) En: *Proceedings of the 2015 Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers.* pp. 215-220.
- DER BERDOSIAN (2012) *J. Dairy Sci.* 95: 5115-5126.
- DÍAZ ROYÓN, F. (2017) *Frisona Española* 218: 88-89.
- FERRARETTO, L. y SHAVER, R.D. (2012) *Effect of corn Shredlage on lactation performance and total tract starch digestibility by dairy cows.*
- FERRARETTO, L.F. y SHAVER, R.D. (2012) *Prof. Anim. Sci.* 28: 141-149.
- FERRARETTO, L.F. y SHAVER, R.D. (2014) *Influence of ensiling on the digestibility of Whole-plant corn silage.*
- HEINRICHS, Jud. (2016) *Is Shredlage a good idea? Dairy Herd Management.*
- HUTJENS, M. (2015) *Your 2015 feeding checklist.*
- POWEL-SMITH, B. (2015) *BMR corn silage feeding considerations.* Sally, F. (2016). What did learn about shredlage?.
- SALLY, F. (2016) *Dairy One Forage Newsletter* March 2016.
- SALVATI, G., SHAVER, R., LIPPERT, M., RONK, E. y WACEK-DRIVER, C. (2014) *Corn silage processing: dairy farm survey.*
- SALVATI, G., SHAVER, R., LIPPERT, M., RONK, E. y WACEK-DRIVER, C. (2014) *Corn silage processing: dairy farm survey.* Accessed June 20, 2015.
- WINDLE, M.C., WALKER, N. y KUNG JR., L. (2014) *J. Dairy Sci.* 97: 3053-3060.
- WOODMAN, M. (2014) *Empire farm days shredlage.*
- YOUNG, K.M., LIM, J.M., DER BEDROSIAN, M.C. y KUNG JR., L. (2012) *J. Dairy Sci.* 95:6687-6694