



# Sequía y deficiencia de fibra en dietas de vacas lecheras

En el contexto actual de sequía extrema, donde la mayoría de los productores lecheros está atravesando o atravesará un déficit en la disponibilidad de forraje, resulta imperioso formular raciones que cubran los requerimientos nutricionales y aseguren una adecuada salud ruminal, no sólo por cuestiones económicas, sino también por razones de bienestar animal. Investigadores del Área de Producción Animal del INTA Rafaela, brindan algunas alternativas y recomendaciones ante la escasez de fibra dietética.

Pablo Roskopf <sup>1,2</sup>  
Eloy Salado <sup>2</sup>

1 Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

2 INTA, Estación Experimental Agropecuaria Rafaela

*roskopf.pablo@inta.gob.ar*  
*salado.elay@inta.gob.ar*

La fibra de los forrajes es un nutriente básico e irremplazable en las dietas de las vacas lecheras. Una mala provisión, ausencia o déficit de fibra se manifiesta con la aparición de varios trastornos metabólicos de difícil resolución que paulatinamente causan perjuicios en los rodeos lecheros.

Generalmente, la acidosis ruminal está asociada a una inadecuada provisión de fibra en las dietas. Según Krause & Oetzel (2006) alrededor del 20% de las vacas de alta producción en inicio de lactancia sufre algún cuadro de acidosis ruminal subclínica debido a la falta de amortiguación del pH ruminal por deficiencia de fibra y alta participación de concentrados en las dietas. Particularmente en esta enfermedad, los signos clínicos son muy variables y pueden incluir disminución de la producción de leche, fallas reproductivas, anorexia, diarrea intermitente, pérdida de condición corporal, alteración de la motilidad del rumen, problemas podales, entre otros (Enemark, 2008).

En el contexto actual de sequía extrema, donde la mayoría de los pro-

ductores está atravesando o atravesará un déficit en la disponibilidad de forraje, resulta imperioso formular dietas que cubran los requerimientos nutricionales y aseguren una adecuada salud ruminal, no sólo por cuestiones económicas, sino también por razones de bienestar animal. En este sentido, conocer fuentes alternativas de fibra con características nutricionales que permitan reemplazar la clásica fibra del heno en las dietas de nuestras vacas, es fundamental.

## La fibra como nutriente

Químicamente, la fibra está compuesta por celulosa, hemicelulosa y algunos compuestos no digestibles como lignina y sílice. En los informes de laboratorio, estos compuestos aparecen cuantificados tanto como Fibra Detergente Neutro (FDN) o Fibra Detergente Ácido (FDA), si se refiere solamente a la fracción lignocelulósica de un alimento.

En el rumen, la fermentación de la celulosa y hemicelulosa genera ácidos grasos volátiles (Acético,

Propiónico y Butírico) que son absorbidos y utilizados como fuente energética por el animal; además, el ácido acético que se genera en grandes proporciones cuando se suministran dietas fibrosas es el precursor primario de la grasa butirosa de la leche. La FDN es conocida por su capacidad de limitación del consumo a través del efecto de llenado ruminal y cada animal puede ingerir hasta un 1,2% de su propio peso.

Existe un concepto relacionado con la FDN que hace referencia a las propiedades físicas de la misma (tamaño) y se denomina FDN físicamente efectiva (feFDN). La fibra efectiva es la que garantiza un medio ruminal apto para que los microorganismos puedan fermentar y digerir los diferentes compuestos que van ingresando continuamente al tracto gastrointestinal.

La feFDN, posee una acción netamente mecánica que estimula la masticación y la rumia (salivación y pH ruminal) y los movimientos del rumen (ciclo de mezcla), acorde con la salud y producción de los animales. Estos

efectos sobre el ambiente ruminal afectan directamente la producción (acidosis ruminal) y la composición de la leche (principalmente el contenido de grasa butirosa).

### ¿Qué tamaño de partícula es necesario para la feFDN?

La definición de un tamaño óptimo de partícula para dietas de vacas lecheras, ha sido tradicionalmente difícil, porque tiene efectos antagónicos sobre el rendimiento animal. Por un lado, aumentar el contenido de feFDN en la dieta resulta en efectos positivos como se mencionó previamente. Por otro, partículas muy groseras pueden reducir la tasa de pasaje y la degradación neta de fibra en el rumen, disminuyendo así la ingesta de alimento y la absorción de nutrientes.

Una reducción en el tamaño de las partículas del forraje afecta la formación del “entramado fibroso ruminal”, el cual regula la velocidad de pasaje del alimento a través del orificio retículo-omasal. La formación del mencionado entramado en el rumen, necesita de partículas de entre 2 y 5 cm de longitud con determinado peso específico.

Debido a esto, es necesario mantener un balance adecuado en el tamaño de las partículas de los alimentos, especialmente cuando se alimenta con dietas total mezcladas (TMR, por sus siglas en inglés), para evitar la posibilidad de selección por parte de los animales.

### ¿Cómo cuantifico la feFDN de las dietas?

La manera más sencilla de estimar la fibra efectiva de nuestras dietas, es utilizando el separador de partículas “Penn State”, el cual contiene un set de bandejas con orificios de distinto diámetro. Todo el material de la muestra que tenga un tamaño superior a 1,67 mm, actuará como fibra efectiva en el

**Cuadro 1** | Set de bandejas del Penn State y proporciones orientativas en porcentaje de partículas retenidas.

Bandejas	Tamaño de partículas	Silaje Maíz	Silaje Alfalfa	TMR
Superior	> 19 mm	3 - 8 %	10 - 15 %	2 - 8 %
Media	8 - 19 mm	45 - 65 %	45 - 75 %	30 - 50 %
Inferior	1.67 - 8 mm	30 - 40 %	20 - 30 %	30 - 50 %
Última	< 1.67 mm	< 5 %	< 5 %	< 20 %

El contenido (%) de feFDN de un alimento (forraje o TMR) se calcula como el porcentaje de FDN del alimento multiplicado por el factor feFDN.

rumen (ver Cuadro 1) y se expresa como porcentaje del peso de la muestra completa. Este porcentaje se denomina factor feFDN.

En el cuadro 1 se resumen las recomendaciones del uso del Penn

State, los diámetros de los orificios del set de bandejas, los tamaños de partículas que retienen cada una y valores orientativos en porcentaje de las partículas retenidas, según sean silajes o una TMR.

**Cuadro 2** | : Fuentes alternativas de fibra: cálculo de valores de reemplazo (adaptado de Shaver, 2012).

Alimento a reemplazar	FDN <sup>1</sup> (% MS)	Pef <sup>2</sup> (% FDN)	peFDN <sup>3</sup>	Reemplazo/ Kg MS <sup>4</sup>		Límites <sup>5</sup> (kg MS/vc/día)
				Heno alfalfa	Silaje maíz	
Heno de alfalfa	58	90	52,2			
Silaje de maíz <sup>6</sup>	39,3	85	33,4			
Posibles reemplazos				Heno alfalfa	Silaje maíz	
Pulpa de citrus	24	40	9,6	0,18	0,29	2,25 -4,50
Gluten feed	36	40	14,4	0,28	0,43	4,50 -6,75
Cascara de algodón	81	90	72,9	1,40	2,18	≤ 2,25
Expeller de algodón	28	40	11,2	0,21	0,34	2,25 -4,50
Semilla de algodón	51	90	45,9	0,88	1,37	2,25 -3,60
Cascara de maní	70	40	28	0,54	0,84	≤ 2,25
Afrechillo de arroz	23	40	9,2	0,18	0,28	1,00 -1,80
Cascara de arroz	75	40	30	0,57	0,90	1,00 -1,80
Cascarilla de soja	67	30	20,1	0,39	0,60	3,60 -5,40
Expeller de soja	20	40	8	0,15	0,24	2,25 -4,50
Expeller de girasol	40	40	16	0,31	0,48	2,25 -4,50
Afrechillo de trigo	40	40	16	0,31	0,48	3,60 -5,40
Paja de trigo	77	110	84,7	1,62	2,54	1,00 -1,80
Cascarilla de maní	47	40	18,8	0,36	0,56	3,60 -5,40
Bagazo cervecería	52	40	20,8	0,40	0,62	2,25 -4,50

<sup>1</sup> Adaptado de NASEM (2021); <sup>2</sup> Factor de efectividad de la fibra, adaptado de Mertens (2002); <sup>3</sup> FDN físicamente efectiva: FDN x (pef/100); <sup>4</sup> Valor de reemplazo: peFDN alimento de reemplazo/peFDN alimento reemplazado (heno alfalfa, silaje maíz). <sup>5</sup> Adaptado de Howard (1988). <sup>6</sup> Tamaño de picado 0,6-1,0 cm.



## Recomendaciones de feFDN en dietas de vacas lecheras

Ya hablamos de la importancia y las funciones de la fibra en las dietas de vacas lecheras por lo que conocer los límites es fundamental para mantener la salud y la productividad a largo plazo (Aschenbach et al., 2011). La bibliografía indica que al menos entre un 19-21% de la materia seca de la dieta debería brindarse como feFDN (Mertens, 2002). Sin embargo, es impreciso generalizar y

deben considerarse tipo de dieta, frecuencia de alimentación, cantidad de carbohidratos de rápida fermentación en dieta, etc.

## Fuentes alternativas de fibra

Otra manera de estimar la feFDN es utilizando un factor de conversión llamado factor de efectividad de la fibra (pef) (Mertens, 2002).

En el Cuadro 2 se presenta información sobre el valor relativo de distintos alimentos alternativos como fuente de fibra efectiva, con la finalidad de calcular los valores de reemplazo de henos de alfalfa o silajes de maíz típicos.

Se observa (Cuadro 2) que, por ejemplo, la semilla de algodón posee un valor de efectividad de la fibra del 90%, mientras que el valor de la cascarilla de soja es tan solo del 30%, a pesar de la similitud en los valores de FDN de ambos alimentos. Esto se

explica porque la semilla de algodón tiene baja densidad y alta capacidad de flotabilidad ruminal, lo cual mejora el proceso de rumia. Debido a estas características, podemos observar en la columna 5 del Cuadro 2, que 1 kg de MS de semilla de algodón equivalen a 1,37 kg de MS de silaje de maíz, considerando la efectividad de su fibra.

Por otro lado, con respecto a los residuos de industrialización de las semillas, es importante diferenciar cascarillas de cáscaras. En tal sentido, las cascarillas (cutículas) tienen una digestibilidad mayor a 75% y poseen una FDN de alta degradabilidad ruminal (más de 80%) por lo que pueden ser empleadas como fuente de fibra digestible (energía) y reducir el impacto de la acidez en dietas con alto grano. Se pueden incorporar en la dieta a razón del 20-30% de la MS total, reemplazando una parte de los ingredientes energéticos de la ración (silaje de maíz, grano). Las cáscaras (chauchas-vainas-glumas) en cambio, son en general de un valor nutricional muy bajo (< 40% de digestibilidad) y poseen una FDN altamente lignificada (20- 25% de lignina). Por lo tanto, se pueden utilizar como fuente de feFDN, pero en cantidades controladas (no más del 10% de la MS total).

En lo que respecta a los Expellers, si bien normalmente se utilizan como fuente de proteína, poseen una FDN que puede ser muy efectiva si el tamaño de partícula es adecuado. En general se comercializan en forma de pellets y su valor como feFDN depende del diámetro de los mismos.

Por último, es importante remarcar que al incorporar alguno de estos alimentos en la ración, además de su aporte de feFDN hay que considerar también el contenido de los otros

**Cuadro 3 |** Formulación de dietas según NASEM (2021).

Ingredientes <sup>1</sup>	DIETA 1		DIETA 2	
	Tal cual (kg/día)	MS (kg/día)	Tal cual (kg/día)	MS (kg/día)
Heno de alfalfa	2,00	1,76	2,00	1,76
Silaje de maíz	16,00	5,66	10,00	3,54
Cascarilla de soja	- - -	- - -	2,50	2,25
Pastura de alfalfa	41,50	8,00	41,50	8,00
Grano de maíz molido	6,00	5,21	6,00	5,21
Harina de soja 48%	2,00	1,80	2,00	1,80
Semilla de algodón	1,64	1,50	1,64	1,50
Premix vit/min	0,16	0,15	0,16	0,15

<sup>1</sup>Se utilizaron los valores de composición química informados por NASEM (2021). Dieta 1: sin cascarilla de soja; Dieta 2: con cascarilla de soja en reemplazo de silaje de maíz.

**Cuadro 4 |** Resumen del informe de resultados de la simulación (NASEM,

Items	DIETA 1	DIETA 2
Materia Seca	34,8 %	36,8 %
Proteína Bruta	19 %	19,3 %
FDN	32,8 %	35,2 %
FDA	19,1 %	21,3 %
Energía Neta de Lactancia (ENL)	1,77 Mcal/kg MS	1,77 Mcal/kg MS
Consumo Materia Seca	24,1 kg/día	24,1 kg/día
Balance energía (ENL)	+ 2,0 Mcal/día	+ 1,9 Mcal/día
Balance Proteína Metabolizable (PM)	+ 26 g/día	+ 44 g/día
Producción Leche (según ENL)	37,8 kg/día	37,7 kg/día
Producción Leche (según PM)	35,6 kg/día	36,0 kg/día



nutrientes (por ej., energía y proteína) para lograr una dieta bien balanceada.

### Un ejemplo práctico

Se formularon dos dietas, según NASEM (2021), para ejemplificar el uso de estas fuentes alternativas de fibra. Considerando que la mayoría de los tambos utiliza silaje de maíz prácticamente todo el año y que el contexto actual de sequía no ha favorecido su cultivo, aplicamos la estrategia de reemplazar en parte el silaje de maíz por cascarilla de soja en la dieta de las vacas (Cuadro 3). Para la simulación se utilizaron vacas Holstein produciendo 35 kg leche/día (3,8% grasa butirosa y 3,1% proteína verdadera), con 150 días de lactancia y 700 kg de peso vivo, en un sistema de alimentación mixto (pastoreo y ración parcial mezclada "PMR"). Se consideró que las vacas caminaban 1 km/día.

En el Cuadro 4, se muestran los resultados de la simulación.

Como se observa en el Cuadro 4, al reemplazar 6 kg de silaje de maíz por otra fuente de fibra como la cascarilla de soja, generamos una dieta similar respecto a la concentración de nutrientes y respuesta productiva de los animales.



### CONCLUSIONES

En el mercado existen aditivos (antiácidos) que agregados a las raciones pueden disminuir la incidencia de trastornos metabólicos, aunque la función de la fibra como reguladora del ambiente ruminal es irremplazable, no solo porque promueve el mejor buffer natural, la saliva, sino como elemento clave para la salud y bienestar del animal.

Existen pocos datos de la implicancia económica de la falta de fibra en dietas de vacas lecheras. Stone (1999) estimó una pérdida de ingresos de entre 400 y 475 dólares por lactancia debido a casos de acidosis subaguda.

El uso de feFDN en la formulación de dietas proporciona una herramienta potencial para evaluar la adecuación de la fibra dietética, reduciendo el riesgo de la presentación de casos de acidosis ruminal subclínica. Aunque también deben considerarse factores de manejo, proporción de forrajes/concentrados y la composición de nutrientes de cada uno de los alimentos para cubrir los requerimientos nutricionales y lograr animales sanos y productivos.

