

**FORRAJES CONSERVADOS:
ASPECTOS NUTRICIONALES Y DIAGNÓSTICO DE CALIDAD**

Autores: Ing. M. Gallardo

INDICE

- 1. INTRODUCCIÓN**
- 2. ROLES DE LOS FORRAJES CONSERVADOS COMO FUENTE DE NUTRIENTES**
- 3. FIBRA: LA FRACCIÓN MÁS IMPORTANTE DE LOS FORRAJES CONSERVADOS**
- 4. HENOS: CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES Y ROLES EN LAS DIETAS**
- 5. CUBOS Y PELLETS DE ALFALFA**
- 6. ENSILAJES: CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES Y ROLES EN LAS DIETAS**
 - 6. A. ENSILAJES DE MAÍZ Y SORGOS: VALOR NUTRITIVO**
 - 6. B. GRANOS HÚMEDOS ENSILADOS**
 - 6. C. VALOR NUTRITIVO DE LOS CULTIVOS DE MAÍZ Y SORGO PARA ENSILAR BAJO ESTRÉS CLIMÁTICO**
 - 6. D. SILAJES DE CEREALES DE INVIERNO: AVENA, CEBADA, TRIGO**
 - 6. E. ENSILAJES DE PASTURAS PURAS Y CONSOCIADAS**
 - 6. F. ENSILAJES DE CULTIVOS OLEAGINOSOS (Soja y Girasol)**
 - 6. G. GRAMÍNEAS FORRAJERAS MEGATÉRMICAS PARA ENSILAR**
- 7. TAMAÑO DE PICADO DEL FORRAJE A ENSILAR**
 - 7.A. IMPORTANCIA NUTRICIONAL DEL TAMAÑO DE PARTÍCULA PARA EL ANIMAL**
 - 7 B. EVALUACIÓN DEL TAMAÑO DE LA FIBRA A TRAVÉS DEL SEPARADOR DE PARTÍCULAS**
- 8. DIAGNÓSTICO DE CALIDAD: ANÁLISIS QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS**
 - 8 A. PARÁMETROS RELACIONADOS AL PROCESAMIENTO Y CONSERVACIÓN DEL FORRAJE**
 - 8.B. PARÁMETROS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA (ANÁLISIS QUÍMICOS DE LABORATORIO)**
 - 8.C. PARÁMETROS RELACIONADOS CON LA DIGESTIÓN (ANÁLISIS BIOLÓGICOS)**
- 9. CONTAMINACIÓN DE LOS FORRAJES CONSERVADOS: MICOTOXINAS**
- 10. LA CLÍNICA DE LOS FORRAJES CONSERVADOS: DIAGNÓSTICO SENSORIAL DE CALIDAD**
- 11. MONITOREO DE MATERIA FECAL COMO HERRAMIENTA DIAGNÓSTICA DE LA DIETA**

1. INTRODUCCION

Los sistemas pastoriles de producción de leche de Argentina se caracterizan por una fuerte estacionalidad productiva derivada, en gran medida, de la inestabilidad en la provisión de nutrientes de las pasturas. Aún cuando las pasturas no presenten problemas de disponibilidad forrajera, si se las utiliza como principal ingrediente, con escaso control de suministro, pueden provocar desequilibrios energéticos y/o proteicos, tal como sucede frecuentemente con los rebrotes tiernos de la primavera y del otoño o con los pastos sobre-maduros de gran parte del verano.

En tal sentido, los forrajes conservados (henos y ensilajes) constituyen recursos clave que contribuyen a estabilizar y a balancear las dietas de los sistemas ganaderos y cumplen diferentes roles, a saber: la provisión de nutrientes para sortear el déficit de pasto; el equilibrio de las dietas todo el año y principalmente, los recursos básicos para el sustancial incremento y sostenibilidad de la carga animal del sistema (+ litros leche y kg de carne /ha).

Además, en los modelos intensivos de producción de leche y carne los forrajes conservados constituyen los principales ingredientes de las raciones: TMR (dieta total mezclada) y PMR (dietas Parcial Mezcladas), que se ejecutan normalmente con mixers.

2. ROLES DE LOS FORRAJES CONSERVADOS COMO FUENTE DE NUTRIENTES

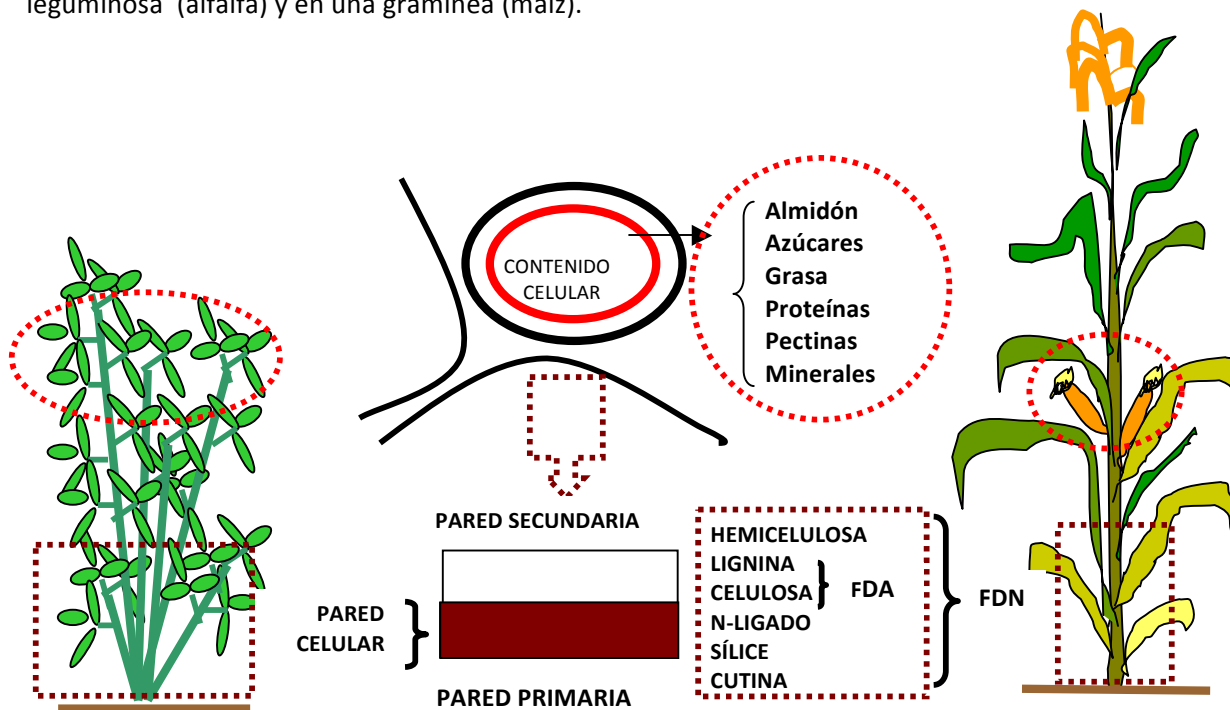
Los silajes y los henos se han clasificado tradicionalmente como alimentos exclusivamente de tipo voluminoso. Sin embargo, pueden ser también fuente importante de otros nutrientes, de acuerdo a la fracción química que predomine en el forraje o al tipo de procesamiento a que haya sido sometido el material. Por lo tanto, estos recursos pueden considerarse como:

Energéticos: Los forrajes conservados, ensilajes principalmente, pueden comportarse como alimentos energéticos cuando la proporción de carbohidratos no fibrosos (almidón, pectinas; B-glucanos) representan al menos un 30 % de la MS total o el contenido en lípidos del forraje es alto (> 10%). Los nutrientes de este tipo se encuentran normalmente en los granos de las mazorcas y panojas de los cereales, en los porotos de las oleaginosas y en los tallos azucarados de algunas variedades de sorgos.

Proteicos: si los forrajes conservados, heno y ensilajes de pasturas, contienen no menos del 18% de equivalente en proteína bruta (PB) en la MS total pueden ser utilizados como una fuente adicional de proteínas. Las hojas y los tallos tiernos de las leguminosas constituyen las principales fuentes de sustancias nitrogenadas proteicas.

Fibrosos: cuando la fracción de fibra detergente neutro (FDN) representa no menos del 40% de la MS total. La FDN incluye todos los compuestos químicos de la pared celular de los vegetales y es la que le confiere estructura a la planta (**Figura 1**).

Figura 1: Estructuras nutritivas de los forrajes: composición del contenido y de la pared celular en una leguminosa (alfalfa) y en una gramínea (maíz).



Como se observa en la **figura**, el contenido celular de los vegetales está compuesto por proteínas, azúcares, almidones que son nutrientes de alta digestibilidad (+ 80% de la MS), mientras que la FDN de las paredes celulares contienen celulosa, hemicelulosa y cantidades variables de lignina y son de digestibilidad muy variable (de 40 a 80%), dependiendo del estado de madurez del cultivo y grado de lignificación de los tallos.

La FDA (fibra detergente ácido), es la fracción ligno-celulósica de la pared y la que se relaciona estrechamente a la digestibilidad del forraje.

3. FIBRA: LA FRACCIÓN MÁS IMPORTANTE DE LOS FORRAJES CONSERVADOS

Un componente principal de los forrajes conservados es la FIBRA, la que además es un componente esencial en la dieta de los bovinos, principalmente las vacas lecheras. La importancia de la fibra radica en que es necesaria para:

- a. adecuada actividad de rumia y por consiguiente el flujo de suficiente cantidad de saliva;
- b. apropiada relación de los productos de la fermentación ruminal (Ácidos Grasos Volátiles), principal fuente de energía para el animal y precursores para la síntesis de grasa butirosa
- c. buena capacidad reguladora de la acidez ruminal (capacidad “buffer” o tampón).

La fibra de los alimentos representa a la pared celular de los vegetales (**Figura 1**) y es determinada en laboratorio como los componentes denominados con las siglas *FDN* y *FDA* (*fibra detergente ácido*).

Sólo desde hace algunos pocos años se diferencian los requerimientos en fibra de los rumiantes en *FDN química*, que aporta energía a través de la fermentación ruminal y en *FDN efectiva (FDNef)*, de acción física.

- *FDN química*, cuando los carbohidratos que la componen (principalmente celulosa y hemicelulosa) poseen buena capacidad de fermentación ruminal y son transformados por los microorganismos del rumen en compuestos energéticos (ácidos graso volátiles) y proteicos (proteína microbiana) que luego el animal utilizará para mantenerse, crecer, aumentar de peso o producir leche.
- *FDNef*, o fibra efectiva de acción mecánica es la fracción del forraje que influye sobre la masticación, 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 la composición de la leche y el estado corporal de las vacas

Si bien el análisis de laboratorio del total de *FDN* de los alimentos es muy útil en la formulación de raciones, este resultado no permite inferir sobre las características físicas de la fibra relacionadas a su

“efectividad”. Se han propuesto algunos métodos para estimar la efectividad de la fibra de los distintos forrajes que se utilizan en la alimentación de rumiantes, en general, y de vacas lecheras en particular. Por ejemplo, se han evaluado distintos sistemas de zarandas (clasificación del tamaño de partículas); un factor de efectividad física aplicado a la FDN en relación con la estimulación de la actividad de masticado y uno que relaciona el tamaño de picado con el contenido en grasa butirosa de la leche.

La fibra es clave para vacas lecheras

Si no se abastecen los requerimientos en fibra se producirán problemas digestivos y metabólicos que pueden conducir a caídas pronunciadas en el porcentaje de grasa en la leche (menos de 3,0 % GB), incluso con niveles de proteína láctea superiores a la grasa (inversión). En condiciones de pastoreo, los problemas de bajas concentraciones de grasa en leche y acidosis ruminal subclínica que se producen en otoño y en primavera temprana están relacionados normalmente con un bajo nivel de FDN_{ef} en los pastos tiernos.

Los requerimientos en fibra pueden ser estimados de diferentes maneras. Una forma muy sencilla es tomar como referencia que las necesidades de FDN (kg/vaca/día) representan aproximadamente el 1,2% del peso vivo de los animales, otra manera es estimarlos como una cantidad equivalente al 25% del consumo total de materia seca más el 0,4% del peso vivo. Para vacas lecheras el rango sugerido como FDN en la MS total de la dieta varía de un mínimo de 29% a un máximo de 40%, en función del nivel de producción y la proporción de concentrados de la dieta.

Pero además de cubrir las necesidades de FDN, se debería suministrar diariamente una mínima cantidad de FDN_{ef}, para garantizar un ambiente ruminal saludable y una concentración normal de grasa en la leche. El rango sugerido para vacas lecheras es de 17 a 21%, como mínimo y máximo, respectivamente.

Ello implica que los animales, si consumen por ejemplo una alta proporción de ensilajes, cuya fibra es húmeda y ácida, deberían disponer además de un forraje seco con una distribución del tamaño de partícula determinada, que permita una masticación y rumia normales, en una mezcla con aproximadamente un 15% de las partículas mayores a 2 cm.

Si se considera por ejemplo, que una vaca consume 16 kg de materia seca y pesa 550 kg, debería entonces ingerir 6,6 kg de FDN/día, calculado a partir del 1,2% del peso vivo ó 6,2 kg de FDN estimado a

partir del 25% del consumo de materia seca, más el 0,4% del peso vivo. De ese total de FDN, 3,52 kg de MS deberían estar como fibra larga, o sea, el 50% de FDNef.

Tabla 1: Recomendaciones para cubrir los requerimientos de FDNef para el ganado de leche ¹

FDN (forraje)	FDN (dieta)	CNF ² (dieta)	FDA (dieta)
-----Mínimo-----		-----Máximo-----	
19	25	44	17
18	27	42	18
17	29	40	19
16	31	38	20
15	33	36	21

¹ NRC 2001:

² CNF: Carbohidratos No Fibrosos CNF= 100-(% PB+% FDN+% Cenizas+ % EE), según NRC, 2001

4. HENOS: CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES Y ROLES EN LAS DIETAS

Constituyen las fuentes “clave” de *fibra efectiva* (FDNef) para la producción ganadera, permiten equilibrar las dietas en base a pastos frescos, TMR/PMR húmedas en base a ensilajes o con elevados niveles de concentrados. Posibilitan lograr en estas dietas mejores texturas y palatabilidad, a la vez que proveer la fibra efectiva necesaria para un correcto funcionamiento ruminal. En el caso de alfalfa, si se cosecha el forraje con abundantes hojas y tallos finos y tiernos, será además un insumo de alto valor proteico, disminuyendo la necesidad de proteína extra.

Por el contrario, los henos de gramíneas templadas (avena, trigo, cebada) y de gramíneas subtropicales o megatérmicas (moha, grama rhodes, etc.) son fuentes de fibra por excelencia pero en general, de muy bajos niveles proteicos.

Ventajas:

El heno en general, normaliza la función digestiva en dietas muy húmedas o con mucho grano, evitando la acidosis ruminal y las deposiciones diarreicas. Contribuyen además a aumentar la materia seca de las raciones y mejorar el consumo voluntario. En las dietas TMR, contribuyen a texturizar la mezcla dejándola “esponjosa”, atributo deseado para mejorar la palatabilidad y el consumo voluntario. Son

ingredientes indispensables en sistemas de alimentación con ingredientes líquidos, como suero o permeado de suero.

Para la ganadería intensiva de carne de regiones cálidas ó con limitantes ambientales, las gramíneas denominadas subtropicales o megatérmicas, como la grama rhodes (*Chloris gayana*), gatton panic (*Panicum maximum*), buffel grass (*Cenchrus ciliaris*), pasto elefante (*Pennisetum purpureum*), Buffel Grass (*Cenchrus ciliaris*); etc. constituyen recursos muy interesantes para henificar, ya que permiten contar un gran volumen de forraje (5-8 ton MS/ha) para sostener alta carga animal en las épocas con déficit de pastos.

Desventajas:

La calidad de los henos es extremadamente variable, entre y dentro de las distintas especies forrajeras. El suministro en porta-rollos es difícil de controlar y es frecuente que muchos animales no tengan acceso al heno por cuestiones de espacio (muchas cabezas por rollo) o de competencia entre animales (generalmente las vaquillonas son desplazadas por las vacas multíparas). Además, los desperdicios que genera esta forma de suministro suelen ser muy altos (> 20% de la MS total ofrecida).

El heno, por la naturaleza propia de confección es un forraje muy propenso a contaminar con tierra. La tierra acarrea sílice, compuesto que luego se impregna en las partículas de los alimentos, disminuyendo notoriamente su digestibilidad.

Como único o principal ingrediente de las raciones de vacas en pre-parto los henos pueden desequilibrar el balance aniónico-catiónico, por su elevada concentración en potasio (> 1.8 % de la MS). En dietas TMR o PMR es necesario integrarlos con procesamiento previo (picado).

En sistemas de producción de carne, si el heno de gramíneas megatérmicas va a conformar el principal recurso forrajero, hay que considerar que son alimentos de regular a baja digestibilidad (< 50%), elevados niveles de fibra (> 70% FDN) y el contenido en proteínas puede ser menor al requerimiento del ganado (< 7% PB). Con suministros a voluntad, pueden predisponer al efecto "llenado ruminal", como consecuencia de la baja tasa de digestión y de pasaje de la fibra

Niveles en las raciones y balance de dietas:

En rodeos de 25-30 l/vaca/día promedio anual, el heno debería representar una proporción constante pero controlada de la dieta de las vacas en ordeño (10 a 18 % de la MS total), principalmente para el grupo de mayor nivel de producción. En vacas secas, vaquillonas y novillitos este recurso puede representar hasta el 70-80% de la MS total suministrada, en función del tipo de heno, su calidad, la época del año y los requerimientos nutricionales de la categoría. Para novillos en terminación con dietas muy altas en concentrados (> 75% granos), se sugiere incorporar entre 3 a 5% de algún heno picado, para modular el rumen y evitar acidosis.

Formas de suministro:

Normalmente el suministro de heno en forma de rollos, se realiza mediante aros metálicos (porta-rollos), a libre acceso (*ad libitum*). Sin embargo, en los sistemas en confinamiento o semi-confinamiento se lo ofrece procesado (trozado), en mezcla con otros ingredientes, utilizando un mixer. En algunos establecimientos lo muelen fino para integrar con los granos, aunque este sistema no es recomendable porque diluye la calidad del concentrado y no aporta FDNef. Si se ofrece en porta-rollos y el acceso al heno es libre, porque se pretende una proporción alta en la dieta, se sugiere calcular un rollo cada 18 a 20 vacas. Si, en cambio, el acceso se restringe a unas horas, el rollo debería ser compartido por menos animales, entre 10 y 12. Lo ideal sería separar vacas multíparas de primíparas para evitar la competencia.

En los sistemas de alta producción de carne y leche, la tendencia actual es la utilización de heno en forma prismática, como son los mega-fardos (500-600 kg). Por su diseño permiten mantener una mejor calidad forrajera, a la vez que ser administrados con más facilidad que los rollos. Además, durante la manipulación se generan menores pérdidas de material, sobre todo de hoja, en el caso de alfalfa.

Por otra parte, cuando el heno (rollos o prismáticos) se troza se puede suministrar casi con exactitud lo que el animal requiere, de acuerdo a la formulación prevista. Además, esta forma de suministro acarrea muchas menos pérdidas y prolonga su tiempo de utilización casi al doble. Es conveniente regular el tamaño medio del picado de la fibra, principalmente en alfalfa, para evitar que se pierdan hojas o que éstas se pulvericen durante el proceso.

Al respecto, actualmente está disponible la tecnología del **heno previamente trozado para almacenar en bolsas plásticas**, tipo silo de pastura. Para un mejor desempeño, los trozos deberían tener un tamaño

medio y relativamente homogéneo de 6 a 10 cm. Esta tecnología tiene la ventaja de preservar la calidad del heno, a la vez que disponerlo fácilmente para ser utilizado en las formulaciones.

Como todo alimento factible de almacenar por cierto tiempo, se sugiere que el forraje embutido contenga muy bajos niveles de humedad, para evitar la contaminación con hongos y las fermentaciones indeseables. Para evitar su deterioro y mantener la calidad de estos henos existen actualmente en el mercado inóculos bacterianos (lacobacilos) especiales, que se utilizan de manera similar al de los ensilajes,

Tabla 2: Valor nutritivo de henos típicos de Argentina: alfalfa y moha, valores promedio ^(*) y rango objetivo, compatible con alta calidad.

Parámetro (Base Materia Seca)	HENO ALFALFA		HENO MOHA	
	Promedio	Objetivo ¹	Promedio	Objetivo ²
MS %	85	87 – 90	87	89
PB%	19 (13 a 26)	18- 22	7 (5-12)	11-14
FDN %	50	36-47	68	55-60
FDA %	35	29-32	52	40-44
FDN dig ³ (%FDN)	42	50-53	SD	SD
Lignina %	9	6 -7	10	5 - 8
Cenizas %	11	7 - 8	11	10-11
TND % ⁴	54	59-62	53	55-56

^(*) INTA. Tabla de Composición Química de Alimentos 2008; NRC, 2001

1 Heno de alfalfa Premium. Botón floral a 20% flor; uso de acondicionador mecánico y andana poco expuesta a inclemencia climáticas

2 Heno de Moha: estado de grano pastoso

3 FDN dig: Digestibilidad *in vitro* de la FDN 30 horas de incubación, según Combs, 2004

4 TND: Total de Nutrientes Digestibles, de acuerdo a NRC, 2011

SD: sin información

Si bien el heno de alfalfa es el recurso más utilizado en Argentina, en general la calidad promedio es baja relativa a su potencial nutricional (Tabla 1). Además, cuando se comercializa, normalmente las operaciones se realizan únicamente por unidad, en lugar de considerar la calidad, lo que indudablemente contribuye muy poco a la sustancial mejora de estos forrajes.

5. CUBOS Y PELLETS DE ALFALFA

Estos recursos que ya tienen varios años en el mercado mundial, están poco desarrollados en Argentina a pesar de que la pastura de alfalfa es el forraje más difundido. Constituyen insumos por demás interesantes para los modelos de producción bovina más exigentes, ya que permiten desarrollar dietas muy equilibradas, con un control muy estricto de la cantidad a suministrar, evitando pérdidas innecesarias. Además, representan formas de “Valor Agregado” de un cultivo primario y extensivo como es la pastura de alfalfa.

Los Cubos: Son excelentes fuentes de FIBRA de alta calidad (FDN química y efectiva), incluso para animales muy exigentes y alto desempeño como los equinos de carreras y de polo. La dimensión de los cubos generalmente es de 50X30X30 mm, pero depende de las características de la “cubeteadora” que se utilice

Los Pellets: Se pueden fabricar sobre la base de una alta proporción de hojas de alfalfa, para constituir una primordial fuente de PROTEÍNAS, con un excelente perfil de aminoácidos esenciales (lisina y metionina). Sin embargo, pueden encontrarse pellets de calidad inferior, donde lo que domina es el tallo. Los pellets se pueden fabricar en tamaños variados, pero los más comunes son los cilindros de 0.5 - 0.8 cm de diámetro. Se utilizan con mucha frecuencia en pequeños animales de granja y de laboratorio.

En ambos casos, el forraje se cura al sol y se deshidrata, natural o artificialmente, hasta un 90% de MS, para posteriormente acondicionarlo al tamaño de partícula acorde a cada tipo: 1-2 cm para cubos y 1 a 2 mm para pellets. En la planta procesadora se comprime por medio de calor y presión, hasta adoptar la forma comercial.

Ventajas

Representar recursos de fácil manipulación; transporte y almacenamiento. Se pueden suministrar directamente en los comederos o bien incorporar a las mezclas TMR y PMR, en cantidades exactas, sin pérdidas de material. En el caso de los pellets se pueden fabricar con alfalfa pura o combinados, para utilizar como vehículo para aportar otros nutrientes específicos como aditivos especiales y minerales traza.

Desventajas

La principal desventaja de estas formas de alfalfa es el costo de fabricación, que limita tanto su disponibilidad como la comercialización masiva. Además, serán más elevados los costos en la medida que el forraje que les dé origen sea de regular a baja calidad ya que la eficiencia de conversión baja sensiblemente y por ende, disminuye el retorno de la inversión.

Como otra desventaja de los cubos se puede mencionar la posible “dureza” de los mismos, debido a una excesiva compresión, que puede oponer mucha resistencia a la masticación, si no se le hidrata previamente.

Para una buena competitividad de estos recursos, la alfalfa debe ser procesada cuidadosamente, en estado fenológico óptimo, utilizando maquinaria e implementos de precisión, para lograr calidad “premium”, principalmente si se destina a la confección de pellets.

Tabla 3: Objetivo para composición y valor nutritivo (*) de Cubos y Pellets de Alfalfa

Parámetro (base MS)	OBJETIVO	
	CUBOS	PELLETS
MS %	91 -93	93 - 95
PB%	18-21	20-24
FDN %	38-40	36-40
FDA %	38-40	29- 32
Lignina %	7 -8	6 -7
Cenizas %	7 - 8	7 - 8
TND % ²	58-60	60-62

(*) INTA. Tabla de Composición Química de Alimentos 2008; NRC, 2001

² TND: Total de Nutrientes Digestibles, de acuerdo a NRC, 2011

6. SILAJES: CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES Y ROLES EN LAS DIETAS

En Argentina los ensilajes clásicos provienen principalmente de cultivos de verano como maíces y sorgos, de los cuales es posible lograr, en general, altos rindes de materia seca potencialmente digestible. Para estos cultivos existe una amplia variedad de híbridos y oportunidades de fechas de siembra (1ª, 2ª, intermedias) que pueden adaptarse a distintas condiciones y regiones agroecológicas del país.

Sin embargo, el abanico de opciones forrajeras para conservar nutrientes es mucho más amplio que estos clásicos y va desde otros cultivos y pasturas megatérmicas (moha, mijo, grama rhodes, panicum, etc.); las praderas templadas en general (alfalfa; gramíneas templadas, pasturas mezclas) hasta los cereales típicos de invierno: **avena, cebada, y trigo**, los que se suman actualmente como alternativas muy promisorias.

Es importante señalar que la adecuada rotación y combinación de cultivos en los sistemas ganaderos intensivos es beneficiosa ya que permite hacer un uso sustentable y más eficiente de todos los recursos, principalmente cuando los ecosistemas son vulnerables y están sometidos a recurrentes y cambiantes escenarios climáticos.

Sobre esta base, desde que todos los forrajes son potencialmente “conservables” como fuentes de nutrientes, con más o menos proteínas; carbohidratos solubles o fibra digestible, de acuerdo a su tipo, es importante subrayar que las variables de mayor impacto: el rendimiento de materia seca y el valor nutricional del producto final ensilado son factores críticos para modelos de alta carga y alta producción individual.

6. A. ENSILAJES DE MAÍZ Y SORGOS: VALOR NUTRITIVO

Proveen *fibra fermentable* (FDN química). Cuando los cultivos de maíz y o de sorgo contienen además mucho grano (+ 35% de la MS total del total de la planta) se pueden considerar *alimentos energéticos*. Si el tamaño de picado es el adecuado y el material no está demasiado húmedo, representan también una excelente fuente complementaria de *fibra efectiva*.

Ventajas:

Son recursos apropiados para complementar el pastoreo en cualquier momento del año. Contribuyen a equilibrar las dietas, ya que amortiguan los excesos de amoníaco que se producen cuando se degradan las proteínas de las pasturas y suministran fibra cuando el forraje es muy tierno y aguachento.

Durante la primavera, ofrecidos previo al pastoreo, minimizan el riesgo de empaste y en verano pueden servir de vehículo para suplementar al ganado, bajo la sombra, con algunos concentrados (balanceados especiales, grasas, proteínas by pass, etc.).

En la dieta de vacas lecheras en transición (pre y posparto) ayudan a mejorar el balance energético y el balance anión-catiión, evitando la ocurrencia de las patologías típicas de la vacas en este estado fisiológico.

En los sistemas intensivos, cuando sobrevienen contingencias climáticas severas (sequías o inundaciones prolongadas), cumplen un rol esencial en el mantenimiento del stock ganadero y en épocas normales, permiten un sustancial incremento de la carga animal. Como se señaló previamente, constituyen generalmente los forrajes básicos de las dietas TMR y PMR en muchos establecimientos de producción de leche y carne.

Desventajas:

Son recursos muy pobres en proteínas, calcio y fósforo. Por lo tanto, si van a formar una parte importante de la dieta se deben corregir estos nutrientes con formulaciones especiales. Como todo alimento previamente fermentado, son muy palatables y ávidamente consumidos, razón por la cual pueden producir disturbios ruminales (acidosis) si se los suministra sin control y sin acostumbramiento previo.

Si el picado es muy fino ó el material está muy húmedo no son buena fuente de FD_{Nef}. Por otro lado, cuando se cosecha el cultivo muy “pasado”, la digestibilidad cae marcadamente y pierden su potencial de alimento energético, ya que se producen muchas pérdidas fecales.

Bajo condiciones deficientes de elaboración y almacenamiento, los silajes se transforman en verdaderos caldos de cultivo de hongos productores de toxinas (micotoxinas).

Tabla 4 Valor nutritivo de ensilajes de maíz y de sorgos, para el promedio y el objetivo buscado compatible con una buena calidad ^(*)

Parámetro (base MS)	SILAJE MAÍZ		SILAJE SORGO GRANÍFERO		SILAJES SORGOS FORRAJEROS			
	Promedio	Objetivo ¹	Promedio	Objetivo ²	Tipo sudan		Tipo azucarado	
	Promedio	Objetivo ¹	Promedio	Objetivo ²	Promedio	Objetivo ³	Promedio	Objetivo ⁴
MS %	32	32 - 38	34	30-40	27	28-35	28	35-40
PB%	8	8-9	9	9-10	9	10-14	9.5	9-12
FDN %	52	45-50	54	50-53	63	55-63	61	50-52
FDA %	34	27-32	36	30-34	43	32-36	42	29-32
FDNdig ⁵ (%FDN)	45	48 -52	SD	SD	SD	49-51	SD	SD
Lignina %	4	1.5 -2	10	4-6	7	3 -4	6	3-4
Cenizas %	7	3- 4	10	5-6	11	4 -6	10	5 -6
TND %	65	68-69	54	56-58	53	55-56	55	56-58

^(*)INTA. Tabla de Composición Química de Alimentos 2008; NRC, 2001

¹ Silaje de maíz: cultivo con escasas hojas amarillas, grano ¼ a ½ línea de leche

² Sorgo granífero: estado grano pastoso, planta con hojas sanas

³ Sorgo sudan: estado de panojamiento;

⁴ Sorgo azucarado: estado de grano pastoso, cultivo no afectado por vuelco

⁵ FDN dig: Digestibilidad *in vitro* de la FDN 30 horas de incubación, según Combs, 2004

TND: Total de Nutrientes Digestibles, de acuerdo a NRC, 2001.

Niveles en las raciones:

Durante otoño-invierno, para vacas de media y alta producción (22-27 l/v/d), por sus bajos niveles proteicos no se debería suministrar más de 8-9 kg de MS/vaca/día, complementando el resto de la dieta con otros forrajes y/o concentrados para equilibrar éste y otros nutrientes, acorde a la meta de producción del sistema. En primavera y verano se recomienda no superar los 4 a 6 kg de MS/cabeza/día. Para vacas en transición, en una ración equilibrada se puede incorporar silaje de maíz hasta un equivalente al 0.8-0.9 % del peso vivo del animal, completando el resto (1,25% del PV) de la ración con otros alimentos.

En sistemas intensivos de producción de carne (feedlot), estos ensilajes pueden conformar la base forrajera de las dietas para novillos de “frame” grande (Holando, Cruzas Índicas) en terminación. En animales de 500 a 570 kg de peso vivo, la proporción de silaje puede alcanzar niveles de 30 a 35% de MS total, dependiendo de la concentración energética de los mismos. Con dietas correctamente balanceadas, se pueden lograr ganancias de peso de 1000 a 1200 g/animal/día.

Para categorías más jóvenes se recomienda iniciar su suministro recién a partir de los 150-180 kg de peso vivo y nunca utilizarlos como única fuente de alimentación, por el déficit de proteínas que pueden originar.

En el caso de bovinos de alto desempeño hay que tener en cuenta que si se utilizan silajes de sorgos forrajeros o maíces y sorgos de poca energía, generados por cultivos de poco grano, se deberá corregir la dieta mediante la incorporación extra de grano, para balancear el nivel de almidón.

Por el contrario, si el ensilaje aporta mucho grano (> 35% de su materia seca (MS) total como grano neto) y se lo suministra diariamente a una tasa de 6 a 8 kg de MS (20 a 25 kg de materia fresca), la cantidad de grano aportado por ese silo sería de un mínimo de 2 kg MS/vaca/día, la que, sumada al complemento energético de rutina, llevaría a una dieta de 8 a 10 kg de grano y evidentes excesos de almidón.

Se debe recordar, además, que en el ensilaje, el almidón del grano es húmedo y pre-fermentado y por lo tanto, de rápida degradabilidad ruminal, comparativa a los granos secos. Esta característica implica una intensa formación de ácido láctico en rumen y con ello, a la disminución del pH ruminal.

El exceso de grano, al perturbar los patrones de fermentación, favorece un ambiente poco propicio para las bacterias celulolíticas, encargadas de digerir la fibra y como consecuencia se desmejora significativamente la dígestibilidad de la materia seca total de la dieta. Este tipo de alimentación conduce a alteraciones metabólicas severas, como la acidosis ruminal, los abscesos hepáticos y con el devenir de los días, a patologías podales del tipo de las dermatitis digitales sépticas, principalmente en vacas recién paridas y de alta producción.

Por otro parte, cuando las cantidades de grano se elevan, paralelamente se desequilibran otros nutrientes básicos, como las sustancias nitrogenadas (proteicas y no proteicas) y la fibra, principalmente de tipo “efectiva” (fibra de acción mecánica, “buffer” ruminal). Además, con el advenimiento de la acidosis metabólica se alteran las tasas de absorción de los nutrientes a nivel del intestino delgado, como sucede con muchos minerales esenciales: calcio, fósforo, cobre, zinc, etc.

Con respecto a la fibra de estos ensilajes, si bien desde el punto de vista químico los valores del laboratorio pueden ser aceptables (45-60% FDN), se trata de una fibra “húmeda” y “ácida” y por lo tanto, su capacidad “buffer” es inferior. Por tal razón, las dietas base ensilajes deberían siempre complementarse debidamente con algún heno de buena calidad, para el aporte de fibra seca y de buen tamaño de partícula, para que otorgue la textura deseada a la mezcla.

Formas de suministro:

En los establecimientos del país se utilizan los más variados sistemas de suministro: gomas de tractor; comederos de lona o plástico; porta-rollos; en el piso contra los alambrados o entre alambres eléctricos; auto-consumo directamente desde la estructura o de la bolsa o en raciones TMR. Cualquiera sea la forma que se practique, hay que considerar dos reglas básicas para un uso eficiente: 1) sitios de alimentación y comederos siempre secos y limpios, 2) acceso al silaje con suficiente espacio por cabeza (equivalente a no menos de 70 cm lineales/cabeza) para evitar competencias y consumos muy desperejados.

Para un rodeo de buena producción, el sistema de auto-consumo, es poco eficiente ya que algunos animales se sobre-alimentan mientras otros (la mayoría) no logran ingerir lo necesario. En caso de suministros en porta-rollos y gomas de tractores son válidos los mismos comentarios que se hicieron para el heno.

Para evitar que el material se contamine y deteriore rápidamente, se sugiere que los suministros se practiquen unas pocas horas antes del acceso de los animales y que el comedero o lugar de consumo se encuentre, en lo posible, libre de fecas, tierra y material de anteriores suministros. Uno de los principales focos de contaminación (hongos, clostridios, etc.) y de baja eficiencia de uso de los silajes lo constituyen estos aspectos, puesto que representan la fuente principal de los mayores desperdicios del silo.

Planificar, diseñar y construir buenos sitios de alimentación, sobre todo en los sistemas más intensivos (alta carga-alta producción individual), es una actividad de particular importancia, ya que buena parte de la respuesta (al menos durante otoño-invierno) depende de esos sitios.

La utilización del mixer para la formulación de dietas con base ensilajes es el medio idóneo para equilibrar y controlar los suministros. Este implemento se utiliza normalmente para mezclar de manera homogénea y en cantidades perfectamente controladas distintos ingredientes, seleccionados especialmente para obtener una dieta equilibrada, que permita abastecer los nutrientes requeridos por los animales con mayor precisión. Así, en los sistemas confinados o semi-confinados los animales reciben casi todos los nutrientes que necesitan diariamente, con menores pérdidas en el proceso de alimentación.

6. B. GRANOS HÚMEDOS ENSILADOS

El ensilaje de granos de maíz o sorgos son muy populares en Argentina, principalmente en los tambos. En todos los casos la humedad del grano al momento de la cosecha es el factor determinante de la calidad. Se sugiere que la misma se encuentre en un rango entre el 22 al 28%, ni más húmedo ni más seco ya que se pueden generar fermentaciones indeseables: butírica (muy húmedo) o alcohólica (muy seco).

En la conservación de granos húmedos la actividad de levaduras anaeróbicas como aeróbicas es indeseable. Bajo condiciones anaeróbicas las levaduras fermentan azúcares produciendo etanol y CO₂. La producción de etanol disminuye el azúcar disponible para producir ácido láctico. Bajo condiciones aeróbicas, muchas especies de levaduras degradan el ácido láctico en CO₂ y H₂O. La degradación del ácido láctico eleva el valor del pH del ensilaje, lo cual a su vez permite el desarrollo de otros organismos indeseables.

Previo al embolsado los granos deberían quebrarse con un tamaño apropiado, en función de la humedad del material.

Tabla 5 Evaluación del procesamiento (molienda) del grano de maíz, previo a la conservación, de acuerdo al nivel de humedad (*).

% Humedad del Grano	Nº de Tamiz (Tamaño de los poros)				
	4	8	16	30	Base o Ciego

	(4.75 mm)	(2.36 mm)	(1.18 mm)	(0.60 mm)	(0 mm)
GH ¹ (>30 %)	75	25	0	0	0
GH (25-30%)	25	50	25	0	0
GH(<25%)	0	33	33	33	0
SECO (<15%)	0	0	30	50	20

(*) Tamices estándares de laboratorio, de acuerdo al USDA-USA. Fuente: Van Saun y Heinrichs, 2011

¹GH: Grano Húmedo

Como se aprecia, el partido fino siempre se recomienda ya que permite una muy buena compactación, sin ingreso de aire y por lo tanto una apropiada formación de ácido láctico. El grano húmedo que se ensila entero o partido muy grueso (en 4 a 6 trozos, > 5 mm) no se compacta bien y tiende a dejar bolsones de aire que luego favorecen la reacción de Maillard (ardido del grano), perdiendo significativamente valor nutritivo.

Desde el punto de vista nutricional los granos húmedos tienen una mayor fermentabilidad ruminal que los granos secos y por esta razón hay que tener precaución en los niveles de suministro, para evitar problemas de acidosis. En términos generales, en dietas que de por sí son húmedas y con escasa FDNef (base pasturas tiernas suplementadas con silajes) se recomienda no superar los 3 a 3.5 kg de MS/vaca/día y completar el resto, si fuera necesario, con grano seco y en lo posible aplastado, no molido.

En el caso de los sorgos, el proceso de ensilado mejora sustancialmente su calidad, aumentando notablemente la digestibilidad, pero siempre y cuando el material haya sido previamente molido (< 1.8 mm) . Si quedan granos enteros éstos pasarán a las fecas. No obstante, las variedades con altos taninos (sorgos rojos, “antipájaros”) son de inferior calidad ya que los taninos limitan la digestión de las proteínas de la dieta.

6. C. VALOR NUTRITIVO DE LOS CULTIVOS DE MAÍZ Y SORGO PARA ENSILAR BAJO ESTRÉS CLIMÁTICO

El estado fenológico del cultivo al momento del picado es uno de los factores más importantes que afectan la calidad del forraje a ensilar. Para los ensilajes de planta entera, el contenido de materia seca (MS) total de la planta es la variable clave ya que tiene una relación directa con el momento óptimo de picado.

En tal sentido, está bien demostrado que los cultivos de maíz y de sorgo granífero deberían ser cosechados entre el 32-40% MS para garantizar: el máximo rendimiento de materia seca y de nutrientes/ha; una excelente palatabilidad; una buena capacidad de consumo y para reducir las pérdidas durante el almacenamiento.

Sin embargo, con frecuencia ocurren eventos climáticos extremos como sequías, excesos hídricos y heladas tardías que pueden entorpecer la normal cosecha de los cultivos destinadas a ensilaje. Frente a estas circunstancias se pueden generar dudas acerca del valor nutricional de los cultivos bajo estrés y suele ser frecuente “apurar” el picado, en un intento de no perder calidad.

Picado anticipado del cultivo

Después de una sequía o una helada intensas, los cultivos pueden anticipadamente tener una apariencia de sobre-madurez, pero existe una alta probabilidad que el contenido de MS de la planta sea demasiado bajo (menos de 28% MS) para cortar y picar directamente. Además, en un cultivo inmaduro las heladas por ejemplo, facilitan durante el picado la ruptura de las paredes celulares y la liberación rápida del contenido celular (el de mayor concentración de nutrientes digestibles), generando una cantidad apreciable de efluentes (pérdida de líquidos con nutrientes).

Si la planta se cosecha con mucha humedad además se producen fermentaciones indeseables (fermentación butírica, en lugar de láctica), que provoca luego una disminución importante de la palatabilidad y el consumo voluntario. En estos casos, de ser posible, es preferible *retrasar el picado* hasta que la planta alcance la MS deseada (32-40% MS) o sean las mismas heladas las que sequen algo más al cultivo.

Hay que tener en cuenta que luego de un evento climático extremo la estimación visual del contenido de humedad del cultivo puede conducir a conclusiones erróneas. En general, se aprecia en el cultivo que las hojas cambian de color (amarillo-marrón) rápidamente, dando una falsa apariencia de que el material está más “seco”.

Sin embargo, puesto que la mayor cantidad de agua del cultivo se concentra en los tallos (parte inferior) y en las mazorcas, es posible que el contenido de MS sea mucho más bajo de lo que parece. Mucha gente con experiencia puede estimar con buena precisión el contenido de humedad de la planta cuando el cultivo se encuentra en madurez normal, pero probablemente puedan subestimar el contenido de humedad de un cultivo inmaduro. Por esta razón se recomienda vigilar constantemente el cultivo y

determinar el contenido de humedad por los métodos estándares (peso del forraje antes y después del secado en estufa u horno microondas)

Una práctica que en algunas ocasiones se ha utilizado para reducir el contenido de humedad y secar un poco más el material al momento del picado y previo al almacenaje, es la de agregar fibra seca (paja) o grano seco y molido. Ambos son materiales absorbentes de humedad. Sin embargo, se trata de una práctica engorrosa y con pocas probabilidades de éxito. Hay que tener en cuenta que por cada 1% de variación en el contenido de MS, se deberían añadir unos 15 kg MS/tonelada de ensilado. Por ejemplo, si el cultivo tuviese 25% MS y se desea llegar al 32%, se deberían agregar unos 100 kg de grano seco y molido/ton.

También es recomendable en estas circunstancias la utilización de inoculantes para ayudar a una fermentación mejor y más estable. Se sugiere adquirir un producto con eficiencia probada y seguir estrictamente las recomendaciones del fabricante.

Desde el punto de vista nutricional el maíz o el sorgo granífero inmaduros poseen una menor concentración energética debido al menor rendimiento de grano. Aunque hay poco grano y más bajo contenido en almidón, la textura y el núcleo del almidón serán más suaves y digestible, principalmente en sorgo.

Los cultivos inmaduros también tienen más alto equivalente en proteína bruta pero una proporción de ésta puede ser del tipo nitrógeno no proteico (NNP). Además, si después de una helada muchas hojas están muertas pero el tallo y las raíces siguen vivas, existe la posibilidad de que se acumulen nitratos (sustancia tóxica y contaminante de napas) en la parte inferior del tallo. En estos casos se recomienda cortar el cultivo a mayor altura. Con esta práctica se podrá también mejorar la calidad de la MS (menos tierra, menos humedad y más digestibilidad).

El cultivo sobre-maduro o “pasado”

Cuando el cultivo está en fecha o se encuentra al límite de la madurez (+ 40% MS planta entera y granos duros), si el tiempo lo permite, el picado no debe demorarse, ya que una helada o sucesivas heladas tenderán a secar aún más el material. La muerte de las hojas puede acontecer en 1 o 2 días y la del tallo en 4 a 5 días, dependiendo de la intensidad del evento meteorológico. Pero la regla indica que a mayor grado de maduración del cultivo, más rápida es la tasa de senescencia del material. Cuando el tallo finalmente muere la calidad del cultivo no tarda en deteriorarse rápidamente.

En el caso de cultivos maduros y con follaje muy seco, la recomendación especial es la de prestar debida atención a una adecuada regulación de la máquina: afilado de cuchillas y precisión del picado para picar más fino del normal, además utilizar el procesador del grano de la máquina (“craker”), para que el mismo pueda estar luego disponible en la digestión.

También en estos casos se recomienda levantar la altura de corte de la máquina, para dejar en el campo la parte inferior de los tallos, que son menos digestibles y además donde se acumula más agua, debido al estrés de la planta.

Si fuera necesario, porque el contenido de humedad es demasiado bajo (menos del 60%), se puede agregar agua, asperjando prolijamente y en forma uniforme el material, para facilitar su compactado. El forraje demasiado seco y picado de mayor tamaño ejerce efecto “fuelle” durante la compactación facilitando el ingreso de aire. Cuando ingresa aire al silo la temperatura de fermentación aumenta y puede incrementar el riesgo de que el material se queme (última fase de la reacción de Maillard).

Al igual que en el caso anterior, la utilización de inoculantes en el momento del picado es también una práctica recomendable, sobre todo en los materiales con poco grano o grano mal procesado (muy duros y enteros).

Con respecto al valor nutritivo de estos ensilajes, dependerá principalmente de que la fermentación láctica se cumpla de manera conveniente durante el almacenamiento. Por esta razón es que se pone énfasis en la regulación del equipo de picado y en la compactación del forraje. Cuando se logra un adecuado proceso y el cultivo además tiene buen contenido en grano, el ensilaje puede tener bastante energía, sin embargo los niveles de proteínas serán muy bajos y la digestibilidad de la fibra también. Además, si para favorecer la compactación no hubo más remedio que picar demasiado fino, el material no dispondrá de FDNef. La fibra efectiva es esencial para una adecuada función ruminal.

Estos materiales de calidad especial deben identificarse debidamente y ser asignados a categorías del ganado de menores requerimientos (vacas en último tercio de lactancia, vacas secas atrasadas, vaquillonas preñadas, etc.) y siempre combinados con forrajes de mejor calidad, para diluir los efectos negativos. Los análisis de laboratorio permitirán obviamente conocer en profundidad sus limitaciones para de ese modo proceder a prácticas más eficientes de suplementación.

6. D. SILAJES DE CERALES DE INVIERNO: AVENA, CEBADA, TRIGO

Los cereales de invierno, en particular los cultivos de avena, cebada y trigo, representan actualmente una de las alternativas estratégicas más promisorias destinadas a conservar forrajes y granos de alto valor nutricional para los más exigentes planteos intensivos de producción de leche y carne de Argentina. Los ensilajes de estos recursos son fuente de diversos principios nutricionales como fibra, energía y proteínas. Los granos de estos cereales en cambio, pueden ser utilizados principalmente como fuentes energéticas ricas en almidón, en reemplazo total o parcial del tradicional grano de maíz, no solo con buena eficiencia de conversión sino que también, en diversas coyunturas, con ventajas económicas competitivas.

Sin embargo, para conservar adecuadamente la mayor cantidad de nutrientes a partir de estas forrajeras se deberían aplicar, durante todo el proceso de producción, tecnologías de punta compatibles con las premisas conceptuales de la “Agricultura de Precisión”, tal como se aplica para la producción intensiva de los granos y semillas clásicos.

Se debe considerar que los costos de implantación y cosecha de estos cereales son siempre de cierta magnitud en casi todos los planteos y además, como con otros cultivos, la secuencia operativa de cosecha y conservación de nutrientes es compleja y conlleva siempre pérdidas de difícil control que pueden llegar en algunos casos a más del 40% de la biomasa del cultivo.

Características de los cultivos a ensilar

En cualquier circunstancia y cultivo, el estado fenológico del forraje y su contenido de humedad al momento del corte son los factores más importantes ya que se correlacionan estrechamente con el rendimiento, la calidad y el valor nutritivo. Para definir el momento oportuno de corte de los cereales de invierno, estas variables deberían ser analizadas exhaustivamente ya que, como en todo forraje, las condiciones climáticas imperantes las pueden afectar particularmente. Así, en períodos con eventos meteorológicos adversos (sequía, excesos hídricos) estas evaluaciones deben realizarse con mayor frecuencia para definir, en función del estado de los tallos, las hojas del forraje y los granos, el momento oportuno de corte, la altura a la cual se debe cortar y hasta para definir y regular el tamaño de picado más conveniente.

Si bien existen diferencias entre estos verdeos, se puede generalizar que cuando se pican plantas en *estados juveniles*, como en pre-panojamiento (“hoja bandera”) o en panoja/espiga emergida, si bien se

podrían lograr ensilajes potencialmente de mayor digestibilidad (> 65%), con mayor nivel de proteína bruta (> 12% PB) y con la fibra de los tallos y las hojas más digestibles (> 50% FDN_{dig}), no siempre se logran buenos materiales.

Los forrajes en este estado juvenil de crecimiento contienen, en contrapartida, más agua (> 70%), más potasio (+ 3% sobre MS), más proteína de tipo soluble y altamente degradable (> 55% de la PB), además de mayor concentración de nitrógeno no proteico (>12 %/NT), principalmente en aquellos cultivos sometidos a altas tasas de fertilización o que han sufrido estrés hídrico. Poseen, además, menores concentraciones de carbohidratos solubles (CHS: < 10%/MS y fibrosos: < 50% FDN/MS) todo lo cual, en términos nutricionales, podría resultar en un alimento con serios desequilibrios y de menor estabilidad fermentativa dentro del silo.

Por otra parte, se debe agregar que si el forraje tierno y húmedo es picado muy fino (< 0.8 mm longitud teórica de corte) tenderá a generar demasiadas pérdidas por “efluentes” (jugos celulares, ricos en nutrientes), además de una escasa estabilidad fermentativa, predominando fermentaciones butíricas, una extensiva degradación de las proteínas y la subsecuente formación de nitrógeno-amoniaco (N-NH₃).

Además, en estos estados fenológicos el rendimiento de biomasa forrajera será considerablemente inferior a lo potencialmente deseable: menor a 4.500 kg vs. mayor a 6.500 kg MS/ha.

En el otro extremo, con un forraje en *estado muy avanzado*, por ejemplo tal como ocurre cuando inicia la madurez de los granos (grano duro), el contenido de humedad es extremadamente bajo (< 50%) y la FDN es por naturaleza de inferior calidad ya que se encuentra muy lignificada, principalmente en los tallos.

Con forraje más seco, si el tamaño de picado no se regula adecuadamente, con tamaños de partículas más pequeñas y parejas (< 2.0 cm, en promedio para las partículas más pequeñas), no se facilita la compactación y la eliminación del oxígeno. Por lo tanto, no se completarán las fermentaciones lácticas y ocurrirán importantes pérdidas por calentamiento del material y por la proliferación de hongos y levaduras (productoras de alcohol). Además, las pérdidas de nutrientes (fibra y almidón) durante la digestión podrán ser de gran impacto, disminuyendo la digestibilidad a valores inferiores al 47% de la MS.

Es común en ensilajes de cultivos muy “pasados”, con abundantes tallos, que fueran picados sin precisión, visualizar partículas con las fibras rasgadas, desparejas y muy largas: las más chicas en el orden 3- 4 cm o más y las más grandes de 8 a 10 cm o más. Además, en estos materiales es fácil observar la presencia de granos duros en las panojas o espigas, que permanecen casi todos intactos.

El estado óptimo de picado

Hay coincidencia generalizada entre los expertos en que el *estado inicial de “grano pastoso”* (almidón suave y ligero) es un buen momento para el picado de estos materiales, ya que permite contar simultáneamente con mayor contenido y cantidad de MS, a la vez que con un equilibrio de nutrientes más adecuado. Además, en esta etapa fenológica, por la menor humedad de las plantas (60- 65%) se pueden efectuar picados directos sin necesidad de “oreo” previo, simplificando de este modo las operaciones, minimizando pérdidas y evitando contaminación del material con tierra y otros cuerpos extraños del exterior.

En las investigaciones realizadas en Canadá, donde estos recursos se utilizan masivamente en lechería y en feedlot, las comparaciones entre avena, cebada y trigo indican que el cambio de un estado fenológico a otro ocurre siempre con mayor rapidez en avena que en los otros cereales, perdiendo calidad en muy poco tiempo (7-8 días) una vez superado el estado de grano pastoso. Por tal razón, desde el pre-panojamiento el monitoreo para la determinación del momento adecuado de corte debe realizarse semanalmente y con mayor frecuencia toda vez que las condiciones climáticas sean predisponentes a una más rápida madurez. La determinación precisa de la humedad del forraje es prioritaria.

La concentración de CHS (azúcares y almidón) en el forraje también es un parámetro estrechamente relacionada a la calidad, tanto desde el punto del valor energético como de la fermentación. Los CHS son los principios básicos para una adecuada producción de ácido láctico y una rápida estabilización del ensilaje.

Comparados al maíz los verdeos de invierno poseen significativamente menores concentraciones de CHS y por esta razón, muchos especialistas recomiendan aplicar a estos forrajes algún tipo de inoculante, bacterias lácticas principalmente, que contribuya a mejorar el proceso fermentativo dentro del silo, así como a estabilizarlo fuera de él, durante el suministro.

No obstante, existen diferencias entre ellos respecto a los niveles de CHS. Al mismo estado de madurez y condiciones ambientales semejantes, distintos estudios reportan el siguiente ranking de concentración de CHS, de mayor a menor, como: 1º: cebada, 2º: trigo y 3º: avena. Bajo condiciones normales de crecimiento, las cebadas (cerveceras y forrajeras por igual), en fase inicial de grano pastoso pueden contener hasta 25% de azúcares solubles, mientras que los otros cereales generalmente no alcanzan el 18%. De allí que este forraje resulta un cultivo muy maleable y simple para ensilar.

En el caso particular del ensilaje trigo, se pueden lograr excelentes materiales ejecutando cuidadosamente las prácticas recomendadas para la obtención de un cultivo folioso, tallos finos y buena proporción de panojas con granos en estado pastoso. Para una adecuada conservación, sin embargo, los recaudos en el picado, la compactación y el buen sellado del material son prioritarios.

Calidad y valor nutritivo

El rol nutricional de estos ensilajes en los sistemas ganaderos es el aporte de FIBRA, tanto de fibra digestible (precursora de energía metabolizable) como de fibra “efectiva”.

Como fuente de proteínas son recursos de intermedio a bajo nivel (7-13% PB). Sin embargo, se debe considerar que las condiciones ambientales durante el desarrollo del cultivo así como las prácticas de fertilización pueden influenciar significativamente los valores proteicos. Por estas razones, es importante analizar el material antes del suministro para determinar correctamente su aporte en proteínas. En el Cuadro 2 se presentan los datos de calidad y valor nutritivo de los ensilajes de cereales de invierno

TABLA 6 Valor nutritivo de ensilajes de planta entera de Avena, Cebada y Trigo. Rangos promedio y valores objetivo para alta calidad.

ENSILAJES DE PLANTA ENTERA (estado fenológico grano pastoso)						
Parámetros (Base Seca)	AVENA		CEBADA		TRIGO	
	Rango ¹	Objetivo ²	Rango ¹	Objetivo ²	Rango ¹	Objetivo ²
MS %	27- 58	35-38	32-56	35-40	29-52	35-42
PB %	7-14	8-12	6-12	9-12	5-15	9-11

FDN %	46-66	52-54	40-67	50-52	46-62	52-54
FDA %	30-42	32-34	22-34	28-30	27-44	32-34
FDNdig ³ (%FDN)	SD	>48	SD	> 48	SD	> 48
Lignina %	5-15	6-8	4-11	5-7	8-10	7-9
Cenizas %	9-11	< 9	< 9	< 9	< 9	< 9
TND %	53 -55	57-60	58-62	60-62	57-59	58-62

¹: Rango: valores promedio de ensilajes de tambos comerciales de Argentina ⁽¹⁾

²: Objetivo: valores potencialmente logrables, compatibles con la mejor calidad

¹ Archivos del Laboratorio de Producción Animal de la EEA Rafaela del INTA (2005 a 2010)

² Argentina: Concurso Nacional de FC. Mercoláctea. Ediciones. 2009 y 2010; USA: Univ. Ohio, Weiss, 1997 y NRC, 2001; Canadá: Alberta Feedlot Management. Guide, Second Edition. Sept. 2000; Israel: Weinberg, et al. 2008. JDS vol.92.; Chile: Agricultura técnica Vol 49 (1). Dumont et al, 1989

³ FDN dig: Digestibilidad *in vitro* de la FDN 30 horas de incubación, según Combs, 2004

Para lograr máxima eficiencia de conversión, el contenido de MS de estos forrajes y el tamaño de picado constituyen las variables clave que deben controlarse y manejarse con la mayor precisión. Los materiales con 35 a 40 % de MS (60-65% humedad) y una longitud teórica de corte (picado de precisión), de 1.3 a 1.8 cm cumplen acabadamente los objetivos nutricionales de FDNef.

En dietas total mezcladas (TMR), por ejemplo, estos recursos son componentes recomendables para combinar con ensilajes de maíz o de sorgos de altos niveles de grano, o dietas con una proporción elevada de concentrados (>5% de la MS total), aportando en algunos casos proteína adicional (10 a 13% PB). Al igual que los ensilajes de praderas, estos forrajes constituyen una buena alternativa para suplementar a los animales durante el verano o para reemplazar totalmente a la pastura cuando hay limitaciones para un pastoreo normal.

Niveles en las raciones y suministros

Para vacas de alta producción (+ 35 l/vaca/día) las evaluaciones realizadas en distintos países indican que en dietas TMR los mejores resultados se obtienen, en general, incluyendo estos forrajes en proporciones del 20 al 25% de la MS total, en combinación con otros forrajes y subproductos fibrosos y adecuadas fuentes energéticas y proteicas (grano de maíz, harinas de soja, etc.). Si la calidad no es la adecuada las proporciones deberían disminuir significativamente, para no diluir el valor nutricional de los otros componentes.

Asimismo, son excelentes alimentos para vaquillonas, vacas secas y vacas en transición a la lactancia, no solo por la calidad de su fibra sino también por los niveles aceptables de proteínas, compatibles con los requeridos por estos animales. Además, desde el punto de vista mineral, permiten mantener un discreto balance anión-cación en las dietas del pre-parto inmediato de vacas de alta producción, minimizando el riesgo de alteraciones metabólicas ligadas al metabolismo del calcio y del magnesio. Para estas categorías, la inclusión en la dieta puede ser mayor, llegando en algunos casos (con material de buena digestibilidad y bajo nivel de potasio: < 2.5%), a constituir la principal fuente de forraje (> 75% de la MS).

Para planteos de producción de carne, novillos en crecimiento y engorde, los resultados disponibles indican que, como principal forraje de la dieta (75-80% de la MS) estos ensilajes pueden generar tasas de aumentos de peso vivo entre 0.5 a 0.8 kg/animal/día, dependiendo de la calidad y del tipo y cantidad de concentrado que se utilice. No obstante, en general, a calidad semejante, con avena las respuestas reportadas fueron siempre inferiores.

En planteos de leche o carne, con dietas muy concentradas y/o fermentadas y húmedas y cuando por algunas circunstancias no se dispone de heno, la fuente de FDNef por excelencia, podría ser conveniente utilizar estos ensilajes pero con un contenido de MS algo superior (56-58% humedad) y con una longitud media de partículas de alrededor de 2.5 cm. En estas condiciones sería recomendable incorporar a la TMR una proporción que no supere 6-8 % de la MS total de la dieta (10% como máximo en vacas lecheras de alto nivel de producción).

Sin embargo, para no malograr la dieta se debe tener precaución con estos cultivos más secos durante las operaciones de picado (cortes prolijos, partículas parejas) y en la compactación, para garantizar la anaerobiosis y evitar la proliferación de hongos.

6. E. ENSILAJES DE PASTURAS PURAS Y CONSOCIADAS

En general son fuentes de fibra y de proteína bruta (proteínas verdaderas y nitrógeno no proteico), en especial las leguminosas como alfalfa y trébol rojo. Contienen escasos niveles de carbohidratos y azúcares fermentables y por esta razón son alimentos pobres en energía y de difícil fermentación láctica dentro del silo.

Los recursos base leguminosas son muy apropiados para suplementar forrajes de bajos niveles de proteínas, como los silajes de maíces y sorgos, o para sustituir a la pastura cuando las condiciones climáticas no permiten el pastoreo normal. Constituyen una buena alternativa para suministrar en verano, cuando escasea en la pastura la materia seca de calidad y normalmente la proteína se convierte en un nutriente limitante (caso de muchos sistemas basados en pastoreo de gramíneas).

Ventajas

En el caso de pasturas base alfalfa y de praderas mixtas (cebadillas, festuca, raigrás, tréboles), se puede aprovechar el excedente de forraje de la primavera (el de mayor calidad para ensilar) a muy bajo costo. Además, en comparación al heno, es menor el riesgo de obtener un forraje de baja calidad debido a las lluvias de la temporada. Los materiales sometidos a buenas condiciones de elaboración y de fermentación son muy apetecibles por el ganado. Si el tamaño de las partículas es lo suficientemente largo representan una excelente fuente de FDNef.

Desventajas

Al igual que los henos, su calidad puede ser extremadamente variable, entre y dentro de cada uno de los tipos de praderas. El estado fenológico óptimo para el picado es bastante difícil de encontrar, sobre todo en pasturas consociadas, donde la tasa de crecimiento y madurez de las especies que las componen son diferentes.

En la mayoría de los casos hay que practicar un oreo de la andana muy controlado antes de ensilar, para llegar a la materia seca adecuada (alrededor de 40-45%). La alfalfa, el trébol rojo y casi todas las especies forrajeras que componen una pastura mixta poseen en general bajos niveles de azúcares y carbohidratos fermentables. Por lo tanto, se complica la fermentación láctica y la estabilización del silaje.

En muchos caso, debido a las prácticas inadecuadas de elaboración del silaje (mala compactación, exceso/déficit humedad en el forraje y presencia de oxígeno), se puede producir una extensiva degradación de las proteínas (proteólisis, con formación de amoníaco) o inducir a la formación de los “compuestos Maillard”, que hacen indigestible para el animal una buena parte de las proteínas y de la fibra. Para todos los ensilajes de pasturas, los niveles de amoníaco (NH₃) y de nitrógeno insoluble en detergente ácido (NIDA) reportados por el laboratorio que excedan el 15% del nitrógeno total se consideran de inferior calidad, por daño de las proteínas.

La práctica de la inoculación, incorporando bacterias específicas, mejora las condiciones de fermentación y la estabilidad aeróbica de estos ensilajes.

Niveles en las raciones

Como ingredientes que poseen características fermentativas muy particulares, no se recomienda que estos ensilajes se incluyan en una elevada proporción en la materia seca total ofrecida, puesto que pueden acarrear grandes desequilibrios metabólicos. Cuando complementan en otoño-invierno al pastoreo de praderas o de verdes y no se dispone de *concentrados energéticos extra*, es deseable no superar 18-20 % de la MS total, de lo contrario se producirán excesos de nitrógeno amoniacal (N-NH₃) a nivel ruminal y una sobre-carga hepática, con un gasto mayor de energía para transformar este metabolito en urea. Si la base es silo de maíz con buenas mazorcas, el nivel puede ser sustancialmente más elevado, de alrededor del 30 al 40% de la MS total ofrecida.

Al igual que los otros forrajes ensilados se recomienda iniciar los consumos en forma paulatina para acostumbrar al rumen al nuevo sustrato. De igual manera, evitar la salida abrupta del ingrediente en la ración. Estas prácticas previenen luego los problemas de “patas” (de algunas patologías podales de origen nutricional) o la ocurrencia de “cetosis” en vacas en transición, sobre todo cuando se sobre-alimenta bruscamente con silos que han tenido una extensiva fermentación butírica.

Formas de suministro

Son válidas las mismas consideraciones que las realizadas para los demás forrajes conservados. Si estos recursos van a ser utilizados en combinación con los silajes de maíz o sorgos, deberían poder suministrarse juntos, en forma mezclada (con mixer, manualmente o utilizando la cinta del carro forrajero).

Tabla 7 Calidad, Valor nutritivo de **ensilajes de alfalfa, raigrás y pasturas mixtas**, para el promedio y el objetivo buscado ^(*)

Parámetros (base seca)	SILAJE DE ALFALFA		SILAJE DE RAIGRÁS ANUAL		SILAJE DE PASTURAS MIXTAS	
	Promedio	Objetivo ¹	Promedio	Objetivo ²	Promedio	Objetivo ³
MS %	38	37-45	35	32-35	43	42-44

PB%	18 (9-27)	17-22	10.2 (7-16)	12-13	16.5 (12-22)	17-18
FDN %	48	38-43	49	40-47	57	45-52
FDA %	38	30-35	30	28-30	41	30-34
FDNdig ⁴ (%FDN)	SD	52-56	SD		SD	
Lignina %	9	5 - 7	7	6 - 7	10	5 - 7
Cenizas %	11	7 - 8	12	5- 7	12	5 - 8
TND %	54	58 - 60	53	58-60	49	58-60

^(*)INTA. Tabla de Composición Química de Alimentos 2008 . NRC, 2001

¹ Silaje de alfalfa. 20-30% floración –con pre-oreo;

² Silaje de raigrás anual pre-panojamiento

³ Silaje de pasturas mixtas: gramíneas en estado de pre-panojamiento, alfalfa 50% floración

⁴ FDN dig: Digestibilidad *in vitro* de la FDN 30 horas de incubación, según Combs, 2004

6. F. ENSILAJES DE CULTIVOS OLEAGINOSOS (Soja y Girasol)

En los casos especiales de los cultivos de soja o de girasol, estos ensilados son recursos muy versátiles que pueden aportar tanto fibra, energía ó proteínas de alta calidad. Comparativos a maíz y sorgos la información nutricional de estos recursos es relativamente escasa sin embargo, el interés por utilizarlos como forrajes conservados tanto para la producción de leche como de carne es cada vez mayor, porque son cultivos en franca expansión que se adaptan a variadas condiciones edafo-climáticas.

Son recursos muy apropiados para suplementar forrajes de bajos niveles de proteínas, como los silajes de maíces y sorgos, o para sustituir a la pastura cuando las condiciones climáticas no permiten el pastoreo normal. Para el verano, constituyen una buena alternativa de “alimentos fríos” pues contienen una proporción apreciable de aceites (lípidos) que pueden ser metabolizados a nivel intestinal con una eficiencia metabólica mayor (menor incremento calórico al evitar la fermentación ruminal).

Ventajas

En el caso de la soja, el ensilaje confeccionado en R3 (inicio de formación de vaina) constituye un excelente suplemento proteico que puede ser utilizado para reemplazar una parte de los concentrados proteicos tradicionales. En cambio, en el estado R6, cuando las plantas tienen los porotos aún verdes

pero pastosos, el recurso es más versátil porque es rico en fibra, aceites, proteínas y además carbohidratos solubles. Por lo tanto, puede representar una fuente de nutrientes estratégica para utilizar durante todo el año, principalmente en verano.

En girasol el mejor momento para cosechar y ensilar puede variar sustancialmente en función tanto del genotipo del cultivo (duración del ciclo) como del ambiente (sequía, excesos hídricos, temperaturas más o menos cálidas). Las investigaciones sugieren que se debería cosechar el material cuando el envés del capítulo cambia a amarillo pálido. Sin embargo, en algunos cultivares esto puede suceder a los 37-40 días después de la floración y en otros a los 50-55 días.

Desventajas:

Son materiales que no logran una rápida fermentación estable, debido a su carencia en azúcares o almidón. Un inadecuado proceso de elaboración conlleva a materiales que fácilmente se malogran, desarrollando ácido butírico. Como además son excelentes fuentes de nutrientes muy densos (aceites) son proclives a la proliferación de microorganismos indeseables, a la rancidez y a la contaminación total, con lo cual el desperdicio puede ser completo.

El exceso de aceites también puede ser una desventaja desde el punto de vista operativo, al impedir un correcto funcionamiento de los equipos de picado. En girasol, a diferencia de otros cultivos, no es sencillo determinar a simple vista el momento óptimo de corte, por esta razón es importante chequear *in situ* que durante el picado y compactado que no se produzcan excesos de efluentes ya que esos efluentes se llevarán consigo los principales nutrientes: proteínas y aceites. En estos cultivos el uso de inoculantes para favorecer la fermentación láctica es altamente recomendable.

Niveles en las raciones

Se sugiere que estos ensilajes integren sólo una parte de la ración diaria y no sean los únicos o principales componentes forrajeros. Pueden complementarse perfectamente con otros ensilajes energéticos, principalmente maíces o sorgos granífero, que poseen almidón. Sin embargo, no son buenos complementos de silajes de pasturas que posean escasa energía. Los datos experimentales indican que una tasa de consumo de alrededor del 1.25% del peso vivo del animal puede ser adecuada. Como para otros ensilajes, no se recomienda para categorías jóvenes, de menos de 180-200 kg de PV.

Tabla 8. Valor nutritivo de ensilajes de soja y girasol, rango de valores objetivo (*)

Parámetros (base seca)	SILAJE DE SOJA	SILAJE DE GIRASOL
	Objetivo ¹	Objetivo ²
MS %	32-45	28-35
PB%	16-18	12-14
FDN %	45-52	40-50
FDA %	26-32	24-32
Lignina %	6-8	7-8
Cenizas %	8 - 9	9 - 10
EE %	8 - 10	10- 12
TND %	58-62	58 -62

^(*)INTA. Tabla de Composición Química de Alimentos 2008 , NRC, 2008¹.

¹Silaje de Soja: estado fenológico R6

²Silaje de Girasol: cuando el envés de los capítulos vira al color amarillo

6. G. GRAMÍNEAS FORRAJERAS MEGATÉRMICAS PARA ENSILAR

Para intensificar la ganadería en áreas no tradicionales existe un marcado interés en conservar forrajes a través de la henificación o el ensilado de especies subtropicales que producen muy altos volúmenes de materia seca (4-8 tn MS/ha/año), aún en condiciones ambientales (climáticas-edáficas) limitantes.

Tal como se mencionara para los henos, la grama rhodes (*Chloris gayana*), gatton panic (*Panicum maximum*), buffel grass (*Cenchrus ciliaris*), pasto elefante (*Pennisetum purpureum*), Buffel Grass (*Cenchrus ciliaris*); etc. son recursos aptos para ensilar.

Estos materiales poseen algunas características de calidad semejantes a los sorgos forrajes aunque en general son de inferior valor nutritivo, ya que se caracterizan por una elevada concentración de paredes celulares (> 70%), escasa proteína (< 10%) y muy pocos azúcares simples, aún en los estados más juveniles de crecimiento. Para la confección de ensilajes estas cualidades pueden dificultar una fermentación óptima por lo cual es necesario trabajar con cultivos que hayan sido apropiadamente manejados (sobre todo desde el punto de vista de la fertilización). Además, se debe mencionar que en

climas calientes los microorganismos dañinos como las levaduras y los mohos proliferan más rápido, causando mayor deterioro aeróbico en estos materiales.

En muchas zonas agrícolas de mayor fertilidad de suelos la moha de hungria (*Setaria itálica*) que es también una gramínea forrajera megatérmica, anual, integra muchas rotaciones ganaderas, principalmente en los tambo. Esta forrajera, ensilada en estado de grano pastoso (40-45% MS) puede representar una fuente muy útil de FDNeF para vacas de alta producción cuyas dietas están formuladas con niveles elevados de concentrados, siempre que se suministre a una tasa muy controlada (no más de 0.20-0.23 % del PV).

En términos generales, el momento oportuno de corte de estas gramíneas megatérmicas ó también denominadas “carbono 4” (C4) debe seguir pautas semejantes a los sorgos forrajeros y a la moha y son válidos los mismos principios prácticos recomendados para el corte y picado.

Tabla 9 Valor nutritivo de ensilajes de Moha (*Setaria itálica*) y de Grama Rhodes (*Cloris gayana*), rango de valores objetivo ^(*)

Parámetros (base seca)	SILAJE DE MOHA	GRAMA RHODES
	Objetivo ¹	Objetivo ²
MS %	32-40	32-45
PB%	11-12	8-10
FDN %	52-55	60-62
FDA %	31-35	35-42
Lignina %	5 - 6	7-8
Cenizas %	6-8	7-10
TND %	54-56	50-54

(*)INTA. Tabla de Composición Química de Alimentos 2008 . Web INTA Santiago del Estero (Arg)

¹ Silaje de Moha: pre-floración, inoculado

² Silaje de Grama Rhodes, cv callide: encañazón , cultivo 1er corte de primavera, fertilizado, inoculado

7. TAMAÑO DE PICADO DEL FORRAJE A ENSILAR

7.A. IMPORTANCIA NUTRICIONAL DEL TAMAÑO DE PARTÍCULA PARA EL ANIMAL

Al momento de picar un cultivo para ensilar se presentan dos cuestiones, que en cierto modo parecen contrastantes: 1) lograr un tamaño de partículas lo suficientemente *pequeño* como para no dificultar el correcto compactado del ensilaje y 2) lograr un tamaño de partículas lo suficientemente *grande* como para proveer al animal de *FDNef*, asegurándole una normal masticación y una adecuada rumia cuando el animal ingiere ese forraje.

El picado del forraje para ensilar ha evolucionado en los últimos años, del picado grueso (+10 cm) en la década del 70 al picado fino (< 10 cm) en la década del 80, pasando más recientemente a lo que se denomina “doble picado de precisión”, con un *tamaño teórico de corte de 1 cm*. Cabe aclarar que este *tamaño teórico de corte está en relación directa con la regulación del equipo de picado y no con el tamaño de las partículas resultantes del proceso*.

El tamaño final de picado va a estar afectado tanto por la regulación de la máquina como por el contenido de humedad de la planta a ensilar. Además, en materia de regulación del equipo, es importante diferenciar que el “partido” de los granos en el cultivo de maíz o sorgo se realiza con el procesador de granos de la máquina (“*cracker*”) y no achicando el tamaño de picado.

La *FDNef* puede ser cuantificada indirectamente midiendo el tamaño y grado de homogeneidad de las partículas de los alimentos. Para la alimentación basada en raciones totalmente mezcladas (TMR) se han desarrollado recientemente métodos que permiten efectuar estas mediciones. Se sustentan en un sistema que utiliza una serie de zarandas, cada uno con diferente tamaño de perforaciones, por donde la muestra debe ir pasando. La proporción de partículas que quedan retenidas en cada tamiz representará en forma indirecta la cantidad de *FDNef* del alimento ó mezcla. En Estados Unidos el sistema está disponible en el mercado y el de mayor difusión es el *separador de partículas de Penn State* (sistema desarrollado en Penn State University,).

La inclusión de fibra en las dietas estimula la rumia facilitando la producción de saliva, la cual controla el pH del rumen (debido al contenido de bicarbonatos) contribuyendo a la salud de éste. Cuando el pH del rumen se encuentra por debajo de 6, se ve limitado el crecimiento de los microorganismos encargados de degradar la fibra, en consecuencia se presenta una reducción del porcentaje de grasa e indicando un alerta por los riesgos de acidosis ruminal.

Una reducción en el tamaño de las partículas del forraje afecta la formación del “entramado fibroso ruminal”, el cual regula además la velocidad de pasaje del alimento a través del orificio retículo-omasal. La formación del mencionado entramado en el rumen, actúa facilitando la degradación de los alimentos por parte de los microorganismos, debido al mayor tiempo de exposición. De este modo, si el tamaño de la fibra se reduce en demasía, el tiempo de retención de los alimentos en el rumen disminuye, conduciendo a una menor digestibilidad total de la dieta. Lo cual se puede reflejar con una disminución en el contenido de grasa butirosa en leche, como uno de los primeros indicios de acidosis ruminal subclínica

7 B. EVALUACIÓN DEL TAMAÑO DE LA FIBRA A TRAVÉS DEL SEPARADOR DE PARTÍCULAS

Para la determinación del tamaño de las partículas de alimento se ha desarrollado en la Universidad de Pensilvania (USA) un sistema de zarandas denominado “**Separador de partículas Penn State**”.

Este dispositivo; que posee bandejas con distintos tamaños de orificios, tiene como objetivo determinar la distribución de las partículas del o los alimentos, esto último para el caso de dietas parcial o totalmente mezcladas, según su tamaño y la relación entre ellas.

En la Imagen se observa el separador con material en sus diferentes bandejas. Se usan estos resultados porcentuales de relación de tamaños de las partículas, para la formulación de dietas y resolver problemas nutricionales.

FOTO...: Separador de Partículas “Penn State”, para evaluar tamaños y distribución de partículas en henos, silajes y dietas TMR.

Con el Separador de partículas “Penn State” se pueden evaluar los tamaños de las partículas de distintos forrajes o mezclas, como es el caso de:

- Silajes, por ejemplo en el momento en que se está realizando el picado del material, para determinar los ajustes necesarios de velocidad en rolos alimentadores de la picadora.
- Heno picado, durante el desmenuzando de rollos o fardos ya sea por la moledora o en el mixer.
- Raciones totalmente mezcladas (TMR) o parcialmente mezcladas (PMR), para determinar los tiempos de mezclado más adecuados.

Es importante señalar que en el caso de estas últimas el tamaño de las partículas y en especial el de la fibra puede verse afectado por la secuencia de carga de los alimentos o un inadecuado mezclado del mixer.

El separador de partículas original estaba integrado por un set de 3 bandejas; dispuestas en el siguiente orden:

- Bandeja superior: con orificios de 19 mm y retiene todas las partículas mayores a dicha medida.
- Bandeja intermedia: cuenta con orificios de 8 mm y retiene todas las partículas entre 19 y 8 mm.
- Bandeja inferior: es una bandeja “ciega”, quedan allí todas las partículas inferiores a 8 mm.

Recientemente se ha incorporado al conjunto una 4^{ta} bandeja, ubicada entre la media y la inferior, que retiene las partículas entre 1,67 a 8mm quedando en la bandeja inferior todas las partículas menores a 1,67mm.

FOTO. Detalles de la 4^{ta} bandeja incorporada al Separador de Partículas “Penn State”, para la evaluación de dietas TMR

Esta bandeja es muy importante ya que tiene como objetivo la determinación más detallada de las partículas más pequeñas del alimento que son potencialmente muy digestibles, y que, ante tasas de pasaje muy rápidas por el tracto gastro-intestinal, pueden aparecer en las fecas sin ser digeridas. Se recomienda su uso principalmente para evaluar dietas TMR.

Secuencia operativa de trabajo

Para su utilización, colocar en la bandeja superior una muestra representativa del forraje tal cual, previamente pesada (aproximadamente 400 g). Las bandejas restantes deben colocarse una bajo la otra. Se debería operar sobre una superficie plana, ejecutando sobre el set cuatro (4) movimientos enérgicos en sentido horizontal, por cada lateral de las bandejas y luego girándolo un cuarto de vuelta, así hasta completar 2 ciclos. De ésta manera se completarán un total de 32 agitaciones, dos por cada lateral. Todos los movimientos deben ser horizontales y enérgicos con un desplazamiento de entre 17 y 20 cm.

Posteriormente, se pesan los materiales de las respectivas bandejas y se calculan las proporciones en cada una.

En la Tabla 10, se detallan los diámetros de los orificios del set de bandejas, los tamaños de partículas que retenidos en cada una y los valores sugeridos, en porcentaje de las partículas que deberían quedar en cada una, según sean henos o henolajes trozados por molidoras de rollos o mixer; material picado para silaje o producto de una mezcla de ingredientes para TMR o PMR.

Quando se evalúan dietas TMR o PMR, si en la bandeja media queda retenida una alta proporción de granos (enteros o partidos) u otros concentrados (expellers) entonces será necesario realizar cambios en los trabajos sobre estos ingredientes para evitar su fuga del tracto gastrointestinal sin ser digeridos.

Tabla 10. Sugerencias de tamaños de partículas utilizando el separador Penn State de cuatro bandejas ¹, para solo ensilaje de maíz, solo ensilaje de alfalfa o una ración total mezclada (TMR) con base forrajera de ambos ingredientes ^(*)

	Ensilaje de Maiz	Ensilaje de Alfalfa	TMR
Bandeja superior (> 0.19mm)	5- 8% si es forraje único 3% si no es forraje único Hasta 10-15% en picado grueso	10-15% en silo bolsa 15-25% en silo bunker	2-8%
Bandeja media (8 – 19 mm)	45-65%	45-75%	30-50%
Bandeja inferior (1.67 – 8 mm)	30-40%	20-30%	30-50%
Bandeja base (< 1.67 mm)	« 5%	« 5%	« 20%

^(*) Fuente: Heinrichs, J. y P. Kononoff, 2002

¹ Porcentaje como MS que debería queda en cada bandeja

Los diferentes tamaños de las partículas de los alimentos que llegan al rumen de las vacas se distribuyen en estratos cumpliendo funciones importantes que benefician la salud del rumen y el aprovechamiento de los nutrientes de los alimentos.

Las partículas mas grandes; las mayores a los 19 mm, forman el filtro ruminal y son las que presentan el mayor efecto para estimular la rumia y la formación de ácido acético que finalmente se refleja en los contenidos de grasa butirosa. El filtro formado retendrá al resto de las partículas mas pequeñas

facilitando la exposición para la degradación por parte de los microorganismos del rumen evitando así que se depositen en el fondo del rumen sin ser aprovechadas adecuadamente.

Las partículas retenidas en la bandeja media; partículas entre los 8 y 19 mm presentan una moderada tasa de digestión.

La nueva bandeja intermedia que se incorporó, como ya se mencionó, retiene las partículas entre 1.67 y 8 mm, que presentan una tasa potencial de digestión alta. Finalmente en la última bandeja, o bandeja ciega quedan todas las partículas más pequeñas, que tienen una mayor tasa potencial de digestión.

Evaluación del picado de henos

Especialmente si los rollos o mega-fardos van a formar parte de las raciones parcial o totalmente mezcladas (PMR o RTM) es clave tener en cuenta su procesado por la homogeneidad en la mezcla y por su función de fibra efectiva.

Debido a la diversidad de henos con que los que se puede contar en los establecimientos; ya sea en forma de rollos, fardos o mega fardos, es importante tener en cuenta que el tiempo para su procesado difiere significativamente.

En base a las diferencias de las diversas especies forrajeras que se usan para la confección de henos, se han llevado a cabo evaluaciones tendientes a determinar los tiempos de procesado del forraje mediante la evaluación de partículas con el "Penn State". Para el caso de **rollos de alfalfa y de trigo** se concluye que con **8 minutos** de trabajo del mixer (vertical) quedan adecuadamente procesados. Sin embargo, es importante tener en cuenta que el tiempo para procesar rollos de una misma especie pueden variar según el contenido de humedad.

8. DIAGNÓSTICO DE CALIDAD: ANÁLISIS QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS

Los forrajes conservados (henos, silajes) poseen cualidades nutritivas muy diversas y cumplen roles metabólicos distintos (energéticos, proteicos, fibra efectiva, etc.) en función del tipo de cultivo o parte del mismo que se haya conservado. Aún más, las variaciones de nutrientes disponibles pueden ser muy altas dentro de una misma especie de cultivo o pradera, dependiendo de factores ambientales y de manejo.

Para suministrar una dieta equilibrada de acuerdo a los requerimientos del rodeo es esencial conocer, en tiempo y forma, la calidad y el valor nutricional de los forrajes que se han conservado, antes de ejecutar cualquier formulación o de adquirir algún suplemento alimenticio extra para la temporada.

Si la información de la calidad no es genuina y se extrapolan datos de otras fuentes (bibliografía y del extranjero, principalmente) cualquier intento de realizar un balance acorde de nutriente podría fallar y con ello, la posibilidad de utilizar los recursos con la máxima eficiencia. Los desequilibrios de las dietas (cuali-cuantitativos) representan una de las principales causas de pérdida de productividad en los sistemas ganaderos pastoriles.

Por otro lado, es necesario recordar que los forrajes conservados (secos o húmedos) son recursos muy susceptibles al deterioro, si las condiciones de preservación no fueran las adecuadas. La exposición de los materiales a la intemperie, la contaminación con hongos u otros materiales extraños y las fermentaciones indeseables podrían provocar asimismo daños irreversibles en la salud y el desempeño animal.

LOS ANÁLISIS BÁSICOS PARA EL DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD

En cualquier laboratorio especializado está disponible una amplia gama de análisis que permiten conocer la composición química y nutricional de los alimentos para el ganado.

Sin embargo, algunos de estos análisis son de alta complejidad y no siempre la información que brindan mejora sustancialmente el resultado de un balance básico de raciones, ya que a veces poseen un escaso valor “predictivo” de los atributos nutricionales de un forraje determinado. Además, pueden ser muy costosos.

Por estas razones, a nivel internacional se están realizando desde hace algunos años arduos esfuerzos para seleccionar un grupo acotado de análisis que permita valorar adecuadamente los forrajes, en forma sencilla, de rápida resolución, que posean una buena correlación (valor predictivo) y resulten también más económicos.

Para el caso, algunos laboratorios están utilizando, para algunos parámetros, el método denominado NIRS (espectroscopía de reflectancia en el infrarrojo cercano), que es una técnica de análisis no-destructiva que, correctamente calibrada, cumple con algunos de los requisitos antes mencionados.

En términos generales, el diagnóstico de la calidad y del valor nutritivo de los forrajes conservados se realiza combinando tres tipos de análisis:

1. Análisis químicos
2. Análisis biológicos
3. Análisis organolépticos

A continuación se describen los análisis más representativos que actualmente recomiendan los nutricionistas, a fin de obtener información básica para un adecuado manejo y una correcta formulación de dietas equilibradas.

8 A. PARÁMETROS RELACIONADOS AL PROCESAMIENTO Y CONSERVACIÓN DEL FORRAJE

Materia Seca (% MS)

Significado: indica indirectamente la cantidad de agua del forraje. Los balances de dieta deben realizarse siempre sobre base seca. El agua diluye los nutrientes.

Observación: es el parámetro de mayor importancia porque está directamente correlacionado con la calidad fermentativa. Los balances de dieta se ejecutan siempre en términos MS.

Precauciones: En los laboratorios, calibrar el secado en estufas con/sin aire forzado y/ó horno microondas contra métodos más exactos, por ejemplo, “destilación por Tolueno” y estandarizar entre laboratorios. Los ensilajes son proclives a perder compuestos volátiles, lo que acarrea errores en el contenido de agua

pH (sin unidad)

Significado: Concentración de iones hidrógeno (H^+), indica el grado de acidez del material. Valores de pH superiores a 5.5 indican una inadecuada fermentación láctica, con posible fermentación butírica.

Observación: Análisis exclusivo para ensilajes. Valores superiores a 5.5 indican inadecuada fermentación láctica

Precauciones: Estandarización entre laboratorios. Calibración con buffer y chequeo de la sensibilidad de las tiras reactivas

Nitrógeno Amoniacal (NH₃) (%NH₃ / %NT).

Significado: Indica el grado de desaminación o degradación de las proteínas. No son adecuados los valores superiores al 15%

Observación: Análisis indicado para ensilajes y forrajes frescos y picados. No son adecuados los valores superiores al 15%

Precauciones: Estandarización entre laboratorios. Ajustes en los procedimientos para evitar pérdidas por volatilización en la muestra-

Nitrógeno insoluble en detergente ácido y en detergente neutro (NIDA y NIDN/%NT)

Significado: representan indirectamente la proporción de proteínas y de fibra dañadas y por lo tanto, no disponibles para el animal. Se pueden expresar en porcentaje del nitrógeno total (NT)

Observación: No son adecuados los valores superiores al 15% e indican que en el forraje se ha producido la reacción de Maillard (calentamiento con formación de compuestos indigestibles). Confiere al material un típico color marrón y cierto olor a “tabaco”.

Ácido láctico (% ó mmoles)

Significado: Es el principal producto de la fermentación anaeróbica de los carbohidratos del forraje (> 80% de los ácidos totales). Es un ácido graso volátil, fuente de energía.

Observación: Análisis indicado para ensilajes. Una buena fermentación produce no menos de 3 % de ácido láctico en la MS. Aumenta cuando hay buena cantidad de azúcares solubles en el forraje.

Ácido acético (% ó mmoles)

Significado: Es un también un ácido graso volátil, pero producto de una fermentación extrema de los azúcares y carbohidratos, con oxidaciones a CO₂ y H₂O, que implican pérdida de energía del material.

Observación: Análisis indicado para ensilajes. Son adecuados valores entre 1 a 3 %. Confiere al material el típico olor a “vinagre”. Esta característica le confiere buena palatabilidad.

Ácido butírico (% ó mmoles)

Significado: Es un también un ácido graso volátil, pero producto de una fermentación altamente indeseable de los carbohidratos, por clostridios.

Observación: Análisis indicado para ensilajes. No son adecuados aquellos valores superiores a 0,1%. Confiere al material un olor pútrido, típico a “queso rancio”. El animal rechaza este tipo de alimento.

Micotoxinas (ppm; ppb)

Significado: metabolitos secundarios producidos por ciertas especies de mohos que crecen sobre diversos alimentos, bajo determinadas condiciones ambientales.

Observación: Son compuestos que causan enfermedades, tanto en el hombre como en los animales, conocidas con el nombre genérico de micotoxicosis. Las determinaciones sugeridas y los límites máximos de aceptación son: aflatoxinas (25 ppb); deoxinivalenol o DON (300 ppb); zearalenona (250 ppb) y el tricoteceno toxina T-2 (100 ppb).

8.B. PARÁMETROS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA (ANÁLISIS QUÍMICOS DE LABORATORIO)

Proteína bruta (% PB)

Significado: esta fracción incluye las sustancias nitrogenadas proteicas y también las no proteicas (NNP) como aminos, amidas, urea, nitratos, péptidos y aminoácidos aislados.

Observación: No siempre un alto nivel de PB significa buen nivel proteico. Los compuestos NNP, solubles o muy degradables, poseen menor valor nutricional que las proteínas verdaderas.

Precauciones: La PB se determina indirectamente a través de la cuantificación del nitrógeno total (N) y luego conversión a $PB = N \times 6.25$. Los aminoácidos (AA) individuales varían en su concentración de N (por ej. Tirosina contiene 7.7% N y Arginina 32.2% N). La concentración de N en nitratos, Urea y NH_3 es 22.6, 46.7 y 82.4% N, respectivamente. En el futuro: determinación de Proteína verdadera, A.A. y compuestos NNP, por separado.

Fibra detergente neutro (% FDN)

Significado: Representa los componentes de la pared celular de las plantas: hemicelulosa, celulosa, lignina, etc. Es uno de los parámetros de las ecuaciones de predicción de energía.

Observación: No siempre un alto valor de FDN implica un alimento netamente de tipo “fibroso”, todo depende de su composición química (grado de lignificación) y del tamaño de las partículas. Si son muy pequeñas se dispondrá de menos “fibra efectiva” (FDNef).

Precauciones: Estandarización entre laboratorios. La fibra de las dietas es una entidad diferente a la “pared celular de las plantas”. Muchos laboratorios no reportan claro qué método utilizan (hay al menos tres). Es indispensable la utilización de amilasas y sulfito de sodio. Se sugiere reporte sobre base Materia orgánica (MO)

Fibra detergente ácido (% FDA)

Significado: Es una parte de la pared celular compuesta por celulosa ligada a lignina, además de compuestos Maillard; sílice; cutina, etc.

Observación. Esta fracción es un indicador indirecto del grado de digestibilidad del forraje: cuanto más alta, menos digestible.

Lignina (% Lg)

Significado: Lignina es un polifenol que se produce cuando maduran las plantas, para darle rigidez y sostén, por eso principalmente se encuentra en los tallos y en general es mayor en ciertas leguminosas (alfalfa, lotus, trébol rojo).

Observación: La lignina actúa como una barrera para la digestión microbiana ruminal de la celulosa y la hemicelulosa, que en estado casi puro son muy digestibles

Precauciones: Estandarización entre laboratorios. Reportar claramente qué método se utiliza, diferentes métodos pueden cuantificar concentraciones distintas de polifenoles-

Cenizas (%Cz)

Significado: Esta fracción está compuesta de minerales (macro y micro-elementos), tanto propios del vegetal como adquiridos del ambiente. Es indispensable para determinación de la Materia orgánica (MO). La MO es el parámetro de base más adecuado para determinar la concentración de nutrientes y el valor energético de los forrajes

Observación: En casi todos los forrajes esta fracción es inferior al 10%. Si supera este valor, hay fuertes sospechas de contaminación con tierra. En muchos casos es recomendable analizar en las cenizas los contenidos de minerales clave para el balance de la dieta (calcio, potasio; fósforo, magnesio, etc.).

Precauciones: Método sencillo y de bajo costo sin embargo, no todos los laboratorios las determinan de rutina.

Extracto etéreo (%EE)

Significado: Es la fracción de lípidos del alimento. Contiene principalmente aceites y grasas.

Observación: Valores superiores al 14 % indican que el alimento en cuestión no debería integrar una gran proporción de la dieta total. Pueden ser tóxicos para las bacterias ruminales. Además, durante el almacenamiento predisponen a enranciar los materiales cuando éstos no están adecuadamente acondicionados.

Precauciones: Estandarización entre laboratorios. Es más preciso utilizar métodos para determinación de Ácidos Grasos en lugar de Extracto Etéreo (EE) ya que la fracción EE de los forrajes contiene muchos lípidos que NO son Grasas. Sin embargo, el EE es el de uso más corriente en los laboratorios.

8.C. PARÁMETROS RELACIONADOS CON LA DIGESTIÓN (ANÁLISIS BIOLÓGICOS)

Digestibilidad *in vitro* de la materia seca (%DIVMS).

Significado: Indica indirectamente cuánto alimento quedará retenido en el tracto gastro-intestinal para ser digerido (en rumen e intestinos). Si los valores son inferiores al 55%, el forraje se considera de muy baja calidad.

Observación: Este análisis todavía se utiliza en algunos centros para calcular el valor energético de los forrajes. Sin embargo, está comprobado que en muchos casos no es un buen estimador.

Proteínas degradables y no degradables en rumen (%PDR-%PNDR).

Significado: Se determinan mediante la técnica de “bolsitas de nylon” incubadas durante determinados períodos de tiempo en el rumen de un animal canulado *ad hoc*.

Observación: Si las proteínas son muy degradables en el rumen (> 70%) se producirá una gran cantidad de NH₃. En cambio, cuando los alimentos altos en PB poseen más del 50% de PNDR se consideran del tipo “pasantes”.

Fibra detergente neutro-digestible (%FDN_{dig}).

Significado: Indica de manera indirecta qué proporción de la pared celular del forraje que podrá ser digerida en rumen.

Observación: Es el más nuevo de los análisis para forrajes. Se determina mediante una técnica *in vitro* similar a la DIVMS.

Tamaño de partícula (mm).

Significado: Este análisis es un buen indicador de la efectividad de la fibra del forraje (FDNef), mide la longitud de las partículas del forraje procesado y las proporciones de los distintos tamaños.

Observación: Este análisis, también de reciente ajuste, se realiza tamizando una muestra del forraje a través de un sistema de zarandas con tamaños de poros estandarizados. Se utiliza normalmente el denominado separador de partículas "Penn State", que se basa en un sistema de zarandas (ver apartado 7A).

ESTIMACIÓN DE ENTIDADES NUTRICIONALES ESPECÍFICAS

Carbohidratos No Fibrosos (% CNF)

Significado: Indica la fracción de carbohidratos y otras sustancias de alta digestibilidad. Incluye: Almidón, Azúcares simples, Disacáridos, oligosacáridos, pectinas, fructosanas, B-glucanos, ácidos orgánicos y volátiles, Lípidos, alcoholes, Aldehídos y ácidos orgánicos menores

Observación: Se calculan por diferencia: $CNF = 100 - Cz - PB - EE - FDN$ y por lo tanto, conlleva los errores de las determinaciones individuales que integran la ecuación. Valores de CNF entre 35-40% en la MS de la dieta total, podrían indicar riesgo de acidosis ruminal

Almidón (%)

Significado: Es un carbohidrato único entre los componentes de los CNF, debido a que su digestibilidad puede ser muy variable y su grado de fermentación puede afectar directamente el ambiente ruminal

Observación: Los ensilajes de maíz y de cereales pueden contener apreciables niveles de almidón. Por ejemplo, silaje de maíz con mucho grano, hasta 35% de almidón en la MS total. No hay un método oficial para su determinación, los disponibles pueden conducir a errores analíticos importantes.

9. CONTAMINACIÓN DE LOS FORRAJES CONSERVADOS: MICOTOXINAS

Las micotoxinas son metabolitos secundarios producidos por ciertas especies de mohos que crecen en condiciones favorables sobre diversos alimentos.

Son compuestos que causan enfermedades, tanto en el hombre como en los animales, conocidas con el nombre genérico de micotoxicosis. No deben confundirse con las micosis, que son afecciones debidas a diversas especies de hongos que invaden los tejidos vivos, desarrollándose sobre ellos.

HONGOS PRODUCTORES DE MICOTOXINAS

Los hongos productores de micotoxinas están ampliamente distribuidos en el ambiente. Se los puede encontrar en una gran variedad de alimentos, algunos de los cuales tienen gran importancia en la dieta humana y animal, como los cereales y las oleaginosas.

Algunos de estos hongos invaden los cultivos en el campo (hongos del campo), antes de ser cosechados. Otros son capaces de desarrollar en los productos almacenados (hongos del almacenamiento) en una gran variedad de condiciones ambientales.

La mayoría de los “hongos de campo” pertenecen al género *Fusarium* y los “del almacenamiento” a los géneros *Aspergillus* y *Penicillium*. El desarrollo de los hongos de “campo” depende de las condiciones climáticas imperantes durante algunas fases del cultivo. Por lo tanto, son más difíciles de controlar que los del almacenamiento, cuyo desarrollo puede prevenirse con buenas prácticas de acondicionamiento y conservación.

Las aflatoxinas, micotoxinas producidas por hongos del género *Aspergillus*, son consideradas muy peligrosas por su poder contaminante aún a muy bajas concentraciones, por el tipo de daño, muchas veces irreversible y por su capacidad de acumularse en productos animales y continuar contaminando la cadena alimentaria.

Si bien las micotoxinas derivadas de hongos “del campo” resultan dañinas para la producción, generalmente tienen muy baja tasa de metabolización y, por lo tanto, de aparición en el producto animal.

Entre las toxinas más frecuentes y perjudiciales se encuentran la zearalenona y los tricotecenos (toxina T-2, diacetoxisciperol o DAS y el deoxinivalenol o DON).

LAS MICOTOXINAS Y SUS EFECTOS ADVERSOS

El término micotoxicosis es muy general y abarca enfermedades diferentes, que sólo están relacionadas entre sí por deberse a toxinas producidas por mohos. Las principales vías de intoxicación se deben a la ingesta de alimentos contaminados con micotoxinas o con residuos de las mismas.

Cabe aclarar que las aflatoxinas son resistentes a los tratamientos térmicos y, si estuviesen presentes en la leche por ejemplo, no se destruirían con la pasteurización.

En el ganado, el consumo de alimentos contaminados produce una depresión del sistema inmunológico y, como consecuencia, se reduce la resistencia a enfermedades infecciosas, la eficiencia de las vacunas preventivas y se producen daños patológicos a órganos como hígado y riñones.

Además, se observan disminución de crecimiento, menor eficiencia de conversión de alimento y reducida eficiencia reproductiva. Todo esto se traduce en pérdidas económicas significativas.

En la Tabla 11 se presentan algunas patologías producidas en el ganado vacuno por las micotoxinas que se encuentran con mayor frecuencia en los alimentos y los límites de aceptación en la dieta. Es necesario remarcar que estos límites son para cada micotoxina en particular. Sin embargo, el efecto de estas toxinas es sinérgico.

Tabla 11_ Efectos y patologías asociadas a micotoxinas específicas y concentraciones máximas sugeridas en la dieta para bovinos de leche y carne

MICOTOXINA	EFECTOS-PATOLOGÍAS	Límite máximo sugerido en la dieta
Aflatoxinas	Disminución del desempeño animal y del estado general de salud. Residuos en leche	25ppb
DON (vomitoxina)	Menor consumo y producción de leche, recuento elevado de células somáticas en leche, reducción de la eficiencia reproductiva	300 ppb
Zearalenona	Modificaciones en el nivel de estrógenos, aborto (dosis altas), reducción del consumo de alimentos, disminución en la producción de leche, vaginitis, secreción vaginal, menor eficiencia reproductiva	250 ppb

MICOTOXINA	EFFECTOS-PATOLOGÍAS	Límite máximo sugerido en la dieta
Toxina T-2	Rechazo del alimento, pérdidas de producción. Gastroenteritis, hemorragias intestinales, muerte. En terneros, disminución de la respuesta inmunológica.	100 ppb

Fuente: INTA Rafaela, 2008

MARCADORES DE LA PRESENCIA DE MICOTOXINAS

Se han realizado algunos intentos para encontrar una micotoxina “marcadora” que indique la presencia de otras en forrajes conservados, en particular silajes. El DON (vomitoxina) ha sido señalado con este propósito, debido a que generalmente se lo encuentra asociado a otras toxinas. Este compuesto es producido por especies de *Fusarium* y las vacas lecheras se encuentran entre los animales más susceptibles.

En la EEA Rafaela del INTA se vienen realizando, desde 1997, análisis de detección de micotoxinas en alimentos para el ganado. En forrajes conservados, los estudios indican que no habría un “marcador” certero, ya que aún en ausencia de *Fusarium* se constató presencia de DON y no siempre la presencia de hongos potencialmente productores de aflatoxinas, estuvo asociada a muestras DON positivas.

La presencia de micotoxinas en los henos y ensilajes estuvo afectada por el ambiente, fundamentalmente las precipitaciones, y por las condiciones de elaboración y almacenamiento del forraje. Por ejemplo, en henos de pastura los análisis indicaron presencia de toxinas cuando los mismos fueron confeccionados con alta humedad (mayor a 25%) y almacenados directamente sobre la tierra, a la intemperie. Para silajes, los parámetros analíticos de aquellos con contaminación fúngica señalaron claramente que el proceso de conservación no fue el adecuado. Se registraron valores de pH y de nitrógeno amoniacal que indican una inapropiada fermentación (ingreso de aire), con elevada proteólisis.

10. LA CLÍNICA DE LOS FORRAJES CONSERVADOS: DIAGNÓSTICO SENSORIAL DE CALIDAD

Los análisis organolépticos o sensoriales de los forrajes conservados implican una serie minuciosa de inspecciones visuales, olfativas y táctiles (textura) que se realizan “a campo”, como una herramienta diagnóstica rápida que complementará los reportes de laboratorio.

Al igual que la muestra que se enviará al laboratorio, el diagnóstico sensorial aportará muy buena información si se realiza sobre “muestras representativas” de los forrajes que consumirán los animales. En tal sentido, es conveniente siempre consultar al profesional asesor sobre los procedimientos más adecuados para la toma y manipulación de la muestra. Las apreciaciones organolépticas, desde henos a ensilajes, se ejecutan sobre los siguientes parámetros:

Color: Se aprecian las distintas gamas de colores: del verde al marrón oscuro. El color de un forraje es un indicador del estado del cultivo cuando fue cosechado y cómo fueron las condiciones de almacenamiento: del grado de humedad del material, la ocurrencia de reacción de Maillard y también de la presencia de hongos. En casi todos los forrajes conservados, el gradiente de tonos de verde ligeramente “oliva” indica condiciones adecuadas de cosecha y almacenamiento. Los tonos marrón oscuro indican forrajes sobre-maduros, ocurrencia de reacción de Maillard (que genera una especie de lignina artificial) y si se visualizan secciones blancas, es señal de proliferación de hongos durante el almacenamiento.

Olor: El olor indica si las condiciones de procesamiento y almacenamiento fueron adecuadas. En el caso del heno, el gradiente va desde del suave perfume a “pasto seco y limpio”, al fuerte olor a tabaco o rancio, a mohos. En ensilajes, del suave perfume a vinagre al rancio-putrefacto o fuerte olor a alcohol, cuando hay mucho grano.

Textura: Esta determinación es una buena indicadora del nivel de humedad en que el cultivo se ha procesado y preservado. Se puede analizar la flexibilidad y humedad de tallos y hojas, la dehiscencia de las hojas. Tallos muy “leñosos”, trozos visibles de mazorcas; material muy seco, desparejo, áspero pero “mullido”; forraje que “moja” o está “resbaloso”. Granos pastosos y suaves al tacto o granos duros y vítreos; granos inmaduros con aspecto “lechosos”.

CLÍNICA DE LOS HENOS

Un buen heno de alfalfa es aquel que ha sido producido a partir de un cultivo desarrollado bajo buenas condiciones de manejo, siguiendo prácticas de confección apropiadas. En consecuencia, el forraje, sea un fardo o un rollo, se caracteriza por conservar el color casi original del cultivo oreado, presentar abundantes hojas, tallos finos, ausencia de malezas y materiales extraños. Su aroma es agradable y si bien es seco, al tacto no es abrasivo.

Cuando hay problemas de confección y/o almacenamiento de henos se presentan desviaciones en las variables sensoriales:

Tabla 12. Síntomas y posibles causas de los problemas de calidad de los henos

SÍNTOMAS	POSIBLES CAUSAS DEL PROBLEMA
Color marrón oscuro; olor dulzón, atabacado. Tallos extremadamente secos, frágiles y quebradizos.	Forraje henificado con alta humedad (mayor al 15%), ocurrencia de reacción de Maillard (indicador de calentamiento excesivo). Almacenamiento a la intemperie.
Color normal, con secciones oscuras y secciones blancas	Estado fenológico adecuado, pero andanas con diferente volumen y nivel de humedad
Heno verde pero descolorido	Adecuado estado fenológico, pero muy "lavado" en la andana por acción de lluvia y sol
Exceso de tallos gruesos y quebradizos, textura agresiva, hojas que se desprenden y pulverizan fácilmente	Forraje sobremaduro (estado fenológico de ructificación). Inadecuadas condiciones de almacenamiento.
Heno flojo, rústico, con hongos. Presencia de secciones con partículas blanquecinas (esporas de los hongos) que se desprenden como "talco"	Forraje sobre-maduro, enmalezado. Andana expuesta varios días a la acción de los elementos climáticos y a la contaminación con tierra y excrementos por acción del rastrillo. Almacenamiento a la intemperie.
Exceso de malezas indeseables, evidente contaminación con tierra	Cultivo sucio, inadecuado trabajo con el rastrillo en la andana
Clavos, alambres, plásticos	inadecuadas condiciones de trabajo; apuro, desprolijidad

CLÍNICA DE LOS ENSILAJES

Al igual que los henos, un buen ensilaje debe reunir ciertas características organolépticas indicadoras de adecuadas condiciones de preservación. Toda vez que no se cumplan las reglas de confección y

almacenamiento apropiadas se presentarán problemas de calidad. En principio, estas reglas tienen relación con el manejo agronómico del cultivo y las prácticas inherentes al procesamiento y conservación de las partículas de forrajes en condiciones de anaerobiosis: tamaño de picado, compactación y tapado o sellado.

Una de las características sobresalientes de todo buen ensilaje es su aroma, que debe ser muy suave y leve a “vinagre”, como consecuencia de la predominancia de las fermentaciones lácticas y las normales acéticas. Cuando hay problemas de cosecha y procesamiento, hay desviaciones. En el caso del ensilaje de maíz, uno de los más populares, las relaciones entre el olor y el color obedecen a causas fermentativas bien definidas, como se muestra a continuación:

Tabla 13 Relación entre el olor, el color y el tipo de fermentación predominante en el ensilaje de maíz

OLOR	COLOR	CAUSA
Vinagre	Amarillento	Producción de Ácido Acético (Bacilos)
Alcohol	Normal	Producción de Etanol (Levaduras)
Dulzón	Normal	Producción de Ácido Propiónico
Rancio	Verdosa	Producción de Ácido Butírico (Clostridios)
Caramelo/Tabaco	Marrón oscuro a Negro	Alta Temperatura/ Daño por Calor

Tabla 14 Síntomas y posibles causas de los problemas de calidad de los ensilajes

SÍNTOMAS	POSIBLES CAUSAS DEL PROBLEMA
Color marrón oscuro; olor dulzón , mucho tallo, presencia de malezas fácilmente identificables	Cultivo sucio. Forraje “pasado” (+ 50% MS) ocurrencia de reacción de Maillard (indicador de calentamiento excesivo). Picado muy largo. Falta compactación, Presencia de aire.
Color desparejo, con secciones oscuras; secciones marrones y secciones blancas . Mucho tallo. Olor a “orines” (amoníaco)	Estado fenológico adecuado, oreo desparejo con andanas de diferente volumen y humedad. Lluvia durante pre-oreo. Hongos
Color oscuro, en apariencia “color negro”, olor a queso rancio, masa de forraje sin forma, resbaladiza	Material ensilado muy húmedo, faltó oreo, fermentación butírica, tierra y/ó estiércol incorporados al forraje. Posible contaminación clostridios
Color Verde “oliva ligero”, no se detectan olores extraños, a pesar del tamaño de picado, las hojas y tallos se visualizan bien. No hay importante presencia de malezas	Silaje de alta calidad

ESTIMACIÓN SENSORIAL DE LA MATERIA SECA DEL FORRAJE

La materia seca del forraje a ensilar o ya ensilado, como se mencionó, es la variable de mayor impacto y por lo tanto, su determinación es prioritaria. En muchas ocasiones y por razones operativas no se cuenta “a campo” con la infraestructura necesaria para una rápida determinación del nivel de humedad del forraje. A continuación, se presenta una guía práctica para la estimación sensorial, trabajando sencillamente con las manos, con una porción representativa del forraje previamente picado.

Tabla 15 Guía sensorial para estimar “a campo” el contenido de humedad de los cultivos para picar y de los ensilajes ¹.

Ensilaje que se comprime-exprime entre las manos	Humedad (%)
Fluye abundante agua del forraje y cuando las manos se abren el material mantiene su forma bien compacta	Más de 80%

El agua fluye con cierta facilidad pero en gotas y el material sigue conservando su forma compacta	75 - 80%
Fluye muy escasa agua, o nada, pero el material, aunque menos compacto, mantiene su forma, Las palmas de las manos quedan algo húmedas	70 - 75%
No fluye agua y al abrir las manos, el material se abre y se desarma pero lentamente. Las palmas quedan con leve humedad	60 - 65% (Nivel adecuado)
No fluye agua, el material se desarma y desmorona rápidamente. Las palmas de las manos quedan secas	Menos de 60%

¹Adaptado de Silage Manual - Alberta Agriculture Agdex 120/52-2. 2008

Esta metodología puede ser utilizada en todos los forrajes tanto pre-ensilado como los ya ensilados, obviamente el gradiente de humedad adecuado está relacionado a la especie forrajera en cuestión, como se indicara previamente.

12. MONITOREO DE MATERIA FECAL COMO HERRAMIENTA DIAGNÓSTICA DE LA DIETA

La observación rutinaria de la forma y consistencia física de las deposiciones fecales del animal es una práctica muy sencilla que se utiliza con frecuencia y desde hace tiempo para monitorear los procesos de la digestión. El estiércol está compuesto principalmente por residuos de alimentos que no fueron utilizados, ya sea porque son indigestibles, como por ejemplo la fibra muy lignificada, o porque pasan rápidamente sin tiempo para ser digeridos, como algunas secciones de fibra del forraje, alimentos en partículas muy finas y en algunos casos hasta granos enteros. Pero además de alimento no digerido, las deposiciones contienen diversos productos de la fermentación; bacterias ruminales y hasta descamaciones de los epitelios del tracto gastro-intestinal.

Si se considera que las pérdidas de alimento en las fecas constituyen la principal “fuga de energía” del sistema animal y por ende determinante de la digestibilidad de la dieta, un detenido monitoreo a campo de las deposiciones (en los potreros y/o corrales de alimentación) pueden en la práctica contribuir a interpretar y corregir problemas de alimentación.

Además, la pérdidas más sencillas de controlar son en primer orden las derivadas de las fecas y luego las de los gases de fermentación (Metano), ambas pueden disminuir sensiblemente a través de dietas equilibradas (relación energía a proteínas), con alta calidad de la fibra del forraje y suministrando diariamente los alimentos de forma tal que se produzcan buenas sincronizaciones ruminales de los diferentes nutrientes contenidos en ellos.

LA MATERIA FECAL Y SUS CARACTERÍSTICAS

Los elementos clave que afectan la textura y el tamaño de partículas del estiércol incluyen la cantidad y tipo de forraje (fibra) y de carbohidratos no fibrosos (almidón, azúcares solubles) que los animales reciben con la dieta. La forma física y el procesamiento de los ingredientes de la ración también tienen una gran influencia ya que pueden afectar significativamente las funciones ruminales y el proceso global de la digestión.

El color y el olor de las deposiciones tienen una relación directa con el tipo de ingrediente principal de la dieta. Si los animales consumen pasto fresco (pastoreo directo o pasto picado) en las fecas predominará en general el color verde oscuro. Si por el contrario, la base forrajera es fuerte en ensilado de maíz o de sorgos forrajeros, tenderán a ser de color marrón-oliva. En los casos de sorgo granífero, con mucho tanino, la apariencia puede ser rojo-oscuro.

En las dietas TMR (total mezcladas) con ensilajes, heno y abundantes concentrados (granos, proteínas), el color aparece como amarillo-oliva. En ocasiones la materia fecal, sobre todo la de tipo diarreica de dietas con alto concentrado y escasa fibra, puede observarse de color grisácea, con un aspecto blanquecino (capa tenue de color blanca) luego de unas horas a la intemperie. En este caso, la cantidad y tipo de carbohidratos, almidón principalmente determinará el color predominante.

El olor penetrante y desagradable de muchas fecas tiene también estrecha relación con la extensión de las fermentaciones de los concentrados, almidón y de algunas proteínas, cuando ellas ocurren principalmente en la última porción del tracto gastro-intestinal (intestino grueso y ciego).

En función de la consistencia (grado de humedad) y características físicas (aspecto visual), se pueden distinguir cuatro tipos generales de deposiciones, con sus correspondientes variantes.

En los siguientes esquemas e imágenes se describen las principales:

Consistencia “ideal”



Características: deposición consistente, suavemente redondeada en sus bordes, dejando en el centro una leve depresión (donde, por dichos de algunos idóneos “podría colocarse una flor de margarita”). Al tacto es suave y levemente pastosa y homogénea, no se visualizan fácilmente partículas de fibra larga ni granos enteros o parcialmente digeridos. En vacas de alto consumo y producción (tasa de pasaje más rápida), se pueden observar con una consistencia más ligera, pero siempre depuesta en una única unidad.

Diagnóstico: Dieta balanceada, correcta cantidad y calidad de Fibra (FDN) y suficiente nivel de fibra efectiva (FNDef). En rumen se forma un “entramado” fibroso en la capa superior que promueve una adecuada masticación, rumia e insalivación. Indica buena sincronización, con pH ruminal promedio diario de 6-6,5. Adecuado consumo voluntario y buen nivel de producción y composición de sólidos en leche.

Consistencia “firme”





Características: son fecas duras que se deponen como una única unidad, o unidades separadas, en forma piramidal, relativamente secas (bajo contenido de humedad). En general son color marrón oscuro y no poseen un olor intenso. Al tacto son ásperas, con abundantes partículas de fibras gruesas, sin rastros visibles de grano ni alimentos que se puedan distinguir fácilmente. En casos extremos, la forma de la deposición puede dejar rastros ondulados de los movimientos del intestino al evacuar.

Diagnóstico: Consumo de abundante fibra entera de regular calidad con alto grado de lignificación y largo tiempo de retención en rumen, escaso nivel de proteína en la dieta en especial de compuestos nitrogenados degradables, provoca efecto “llenado ruminal” que conduce a menores consumos. Generalmente coincide con pH de rumen de alrededor de 7 o levemente superior. Pueden presentarse en vaquillonas, vacas secas o de fines de lactancia. En vacas de alta producción, durante el 1er tercio de lactancia reflejan una condición de subnutrición y consecuentemente menores rendimientos de leche con elevadas concentraciones de grasa butirosa y bajos porcentajes de proteína.

Consistencia “blanda”



Característica: deposición acuosa y de olor penetrante. Presenta una forma aplanada y expandida, al deponerse “salpica” bastante. Es inconsistente y resbaladiza al tacto, muchas veces se nota la presencia de restos de “mucus” (mucina/fibrina) del TGI, el cual es arrastrado junto a las demás partículas por la

rápida tasa de pasaje de la dieta (flechas blancas en la imagen derecha). En casos extremos, son fecas con presencia de “burbujas de gas” (alimento que pasó de largo y fue fermentado en el ciego e intestino grueso). En contacto con el aire presenta una coloración levemente grisácea. Se distinguen fácilmente partículas aisladas de finas fibras largas (> 1 cm) y granos enteros o partidos que no fueron digeridos como consecuencia precisamente de la rápida tasa de pasaje. Coincide con un rumen de tipo ácido, con pH inferior a 6 en buena parte del día.

Diagnóstico: Es indicativo de un déficit de fibra, principalmente FDNef. En muchas circunstancias el animal puede encontrarse en acidosis subclínica. En ocasiones estas fecas están asociadas con alimentos en estado de putrefacción; contaminados con hongos y/o con ciertos patógenos del ambiente. No obstante, es frecuente en vacas de alta producción en los primeros meses de la lactancia, que reciben elevados niveles de concentrado en la dieta. En otras categorías es común en condiciones de pastoreo de forrajes tiernos (alfalfa de primavera y otoño, por ejemplo) y dietas con altos contenidos de proteína degradable. Generalmente se asocia a altos consumos voluntarios y muy rápidas tasas de digestión y pasaje. El contenido de sólidos de leche es normalmente bajo, principalmente el de grasa butirosa., en algunas ocasiones se presenta la inversión en las concentraciones de grasa a proteínas (más proteína que grasa). Esta condición es de “alerta” y se debe corregir rápidamente los niveles de fibra de la dieta.

Consistencia “chirle”



Característica: Fecas totalmente planas y acuosas, se visualiza muchas veces entrecortada, en secciones muy extendidas. Se va deponiendo en forma de “chorros”, salpicando en su alrededor. Contiene

abundante “mucus” intestinal, muy resbaladiza al tacto. Los garrones y cola generalmente están muy sucios con materia fecal.

Diagnóstico: Severo desbalance nutricional, déficit pronunciado de fibra y FDNef, excesos de proteínas de alta degradabilidad ruminal. Asimismo pueden presentarse con dietas altas en sales y en óxido de Mg y en verano, con la ingesta abundante de agua. En estos casos, se producen disturbios en el metabolismo mineral (balance aniónico-catiónico) y en el balance hídrico corporal y es probable que muchos de los minerales de la dieta, aún en exceso, no se absorban adecuadamente. Es frecuente en vacas pastoreando gramíneas de invierno tiernas, como principal componente de su dieta. “Alerta roja”, se debe plantear nuevamente la ración incorporando fibra (FDNef), fuentes de energía y adecuación de minerales.

Si el rumen no funciona rutinariamente de manera normal, no solo se afecta la tasa de pasaje de la digesta, con las posibles pérdidas que ello implica, sino que se incrementan los riesgos de acidosis ruminal.

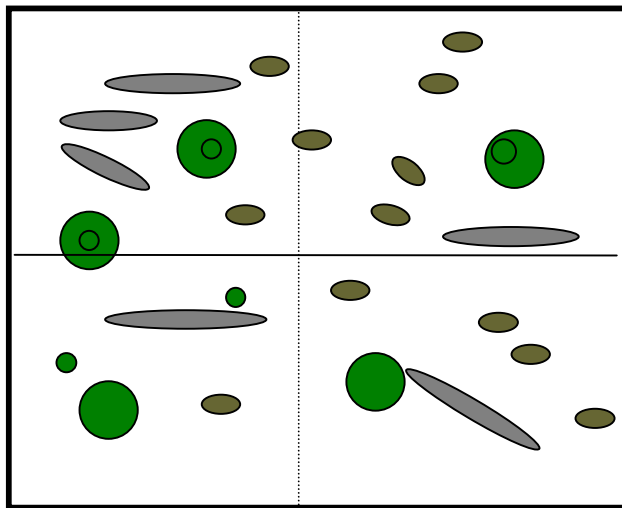
- Los síntomas asociados con la acidosis ruminal sub-clínica son:
- Reducción del pH ruminal
- Hipermotilidad ruminal
- Disminución de la masticación y la rumia
- Importantes variaciones diarias en el consumo voluntario individual (las variaciones podrían no manifestarse en el promedio grupal)
- Depositiones fecales muy variadas dentro del mismo grupo de alimentación (desde diarrea a muy consistentes)
- Fecas con espuma, que contienen burbujas de gas
- Rastros y apariencia de mucina/fibrina en las fecas
- Aumento del tamaño de partículas (> 1 cm) en las deposiciones
- Presencia de alimento no digerido, que en otra circunstancia hubieran sido metabolizado (e.i. semilla de algodón aún con el linter, restos de expeller/pellets oleaginosas, tallos delgados y aún verdes, etc.)
- Observación de gran cantidad de grano no digerido, entero o molido (< 6 mm)
- Reducción de la eficiencia de conversión

- Disminución de la producción en comparación a los cálculos previstos.
- Disminución de los sólidos de la leche (baja grasa, baja proteína y/o cambios en la relación de ambos sólidos, con más proteína que grasa)

El monitoreo de las fecas a campo y la interpretación de los resultados

Las prácticas de monitoreo del estiércol son sencillas y de rápida resolución. Se sugiere que se lleven a cabo rutinariamente, al menos una vez por semana, entrenando al personal que normalmente lleva a cabo el manejo de los animales. Las observaciones pueden realizarse tanto en las franjas de pastoreo como en los corrales de encierro donde se suministran henos/silajes u otros alimentos.

En el caso de las franjas de pastoreo es conveniente dividir imaginariamente una superficie, lo suficientemente representativa, en cuartiles (ver esquema), efectuar el conteo de las deposiciones por cuartil, clasificarlas según su tipo (duras, normales, blandas, chirles) y finalmente calcular la proporción de cada una sobre el total monitoreado. Teniendo identificado el rodeo en cuestión según su estado fisiológico (proporción de vacas en lactancia temprana, lactancia media, etc.), luego se procede al diagnóstico de situación. A continuación se presenta un esquema de monitoreo para ser ejecutado tanto en la franja de pastoreo, pistas de alimentación o cualquier otro sitio donde se concentren los animales



Esquema de monitoreo de las deposiciones sobre una superficie representativa del sitio de alimentación

Normalmente alrededor de un 5% de las vacas de un mismo grupo pueden presentar deposiciones “anormales” y diferentes del resto y esto no debe ser visto como un problema.

Sin embargo, para el caso de un lote de animales de “alta producción” (> 30 litros/vaca/día) si la cantidad de deposiciones muy blandas se encuentra en una proporción mayor al 40% será necesario corregir la cantidad de fibra de la dieta, principalmente la FDNef y re-ajustar los niveles energéticos y proteicos. Si por el contrario, en el total muestreado, se advierte gran heterogeneidad de tipo de estiércol podría indicar que los animales no se están alimentando en forma pareja. Es posible que algunos animales estén consumiendo más fibra, otro en cambio, más pastura y algunos más silajes y/o concentrados. En estos casos es necesario rectificar el sistema de suministro y, tal vez, re-agrupar los animales de manera que se elimine la competencia entre ellos (vaquillonas de 1er lactancia separadas de vacas multíparas, novillos y novillitos separados por tamaño).

Para un monitoreo más acabado, el mapeo y observación visual de las deposiciones puede complementarse con el detalle de la presencia de alimento no digerido. En tal sentido, algunos expertos sugieren una sencilla prueba de campo. A tal efecto, pueden tomarse 4 ó 5 fecas completas del grupo, asegurando que las mismas no estén contaminadas con el alimento suministrado y que, por supuesto, sean representativas. Luego, de cada una de ellas se pueden tomar unas 8 sub-muestras de alrededor de 30 gramos cada una y colocarlas en sendos recipientes apropiados. Con este set, transferir cada sub-muestra del recipiente a un tamiz o colador metálico común “de cocina” (tamaño y profundidad suficientes; orificios de la malla de aproximadamente 1.6 mm de diámetro), enjuagando el estiércol en un recipiente (tipo balde de 20 litros) y luego pasándolo por el colador, con ayuda de una corriente continua de agua limpia (por una manguera, por ejemplo), hasta que la misma fluya clara.

Finalmente, los residuos de cada colador se escurren muy bien y se colocan en recipientes limpios para observar y comparar detenidamente la cantidad y calidad de partículas de alimento que quedaron retenidas.

La inconsistencia del estiércol en un grupo de animales puede indicar desórdenes en la salud (acidosis). El grano entero o parcialmente digerido, al igual que partículas grandes de fibra, puede señalar que existe un problema de alimentación.

El estrés por calor es otro factor que altera la consistencia de las deposiciones fecales. En verano es común que los animales, principalmente los de alta producción, alteren su normal ritmo digestivo y metabólico. Para evitar los efectos negativos del calor de fermentación de los alimentos, el ganado bebe más agua; consume menos materia seca y hasta pueden reducir significativamente las actividades de rumia, masticación y los movimientos ruminales del ciclo de mezcla y pasaje de la digesta. Por tal razón, monitorear las fecas en el período estival representa una práctica más que importante que contribuirá a formular mejores dietas y manejos, evitando serios problemas de acidosis ruminal y menores eficiencias de conversión.

El chequeo regular de la materia fecal, al igual que las evaluaciones sensoriales de los forrajes, a través de observaciones rigurosas, si bien son técnicas “subjetivas”, ayudarán a prevenir los problemas y a corregirlos en tiempo y forma.

Las pérdidas de eficiencia en el proceso de alimentación no se pueden controlar totalmente, pero el esfuerzo por lograr disminuirlas redundará sin lugar a dudas en un mayor beneficio económico.

