

Evaluación de alimentos para rumiantes e implicancias productivas.

Ing. Agr. Gerardo A. Gagliostro (1), Dra. Mónica Gaggiotti (2)

(1)INTA EEA Balcarce, E-mail : ggagliostro@balcarce.inta.gov.ar

(2)INTA EEA Rafaela, .E-Mail: mgaggiotti@rafaela.inta.gov.ar

Introducción

El presente artículo pretende estimular el interés del lector en conocer y evaluar los recursos alimenticios con los que cuenta a través de la utilización de los Laboratorios de Calidad de Alimentos para Rumiantes del INTA. Dicha práctica constituye una herramienta de apoyo a los fines de lograr una *sintonía fina* en la nutrición de animales productores de carne y leche. Si bien una ficha de análisis químico no resulta suficiente para describir en forma exhaustiva e inequívoca el valor nutricional de un recurso alimenticio constituye una primer etapa para detectar causas probables *condicionantes* de bajas ganancias de peso o producciones *sub-óptimas* de leche. Por otra parte, el interés actual en la utilización de programas de computación para obtener un adecuado balance de raciones (*REQNOV*, *REQPLUS*, *RACION* y *RACPLUS INTA*) exige el conocimiento de ciertos parámetros de composición y valor nutritivo de los alimentos. En el Cuadro 1 se presentan algunas de las ventajas y dificultades que normalmente se describen en sistemas de producción a base de pasturas y a base de concentrados.

Cuadro 1. Sistemas de producción *base pastoril* y *base concentrados* : ventajas y desventajas.

	Base pastoril	Base concentrados
Factores Nutricionales		
Costos alimentación	Bajos	Altos
Cantidad de alimento	Variable	Alta
Calidad de alimento	Variable	Alta
Bienestar animal		
Ambiente	Variable	Estable
Enfermedades	Empaste, hipomagnesemia, micotoxinas	Mastitis, laminitis
Pasturas		
	Forraje pastoreado con calidad variable	Forraje conservado, calidad más estable
Toma de decisiones		
	Rudimentaria	Balanceo sofisticado de dietas
Producto		
Cantidad y calidad	Variable	Estable o parejo.

Fuente : Clark y Jans (1995)

En los sistemas base pastoril el costo de producción disminuye drásticamente en la medida en que aumenta la cantidad de forraje en pastoreo directo pero a su vez aumenta la variabilidad en la calidad de la dieta ingerida a causa de fluctuaciones en la composición química del forraje. Estas fluctuaciones, que tienen lugar dentro de una misma pastura a lo largo del año, pueden tener una notable influencia sobre la ganancia de peso y sobre la respuesta a la suplementación en un ciclo de invernada. Este concepto se ilustra en el Cuadro 2 donde se compara una invernada corta puramente pastoril de un año de duración

(T1) con una invernada con igual base pastoril y suplementación con grano de maíz (0,7 % del peso vivo) (T2) durante todo el ciclo productivo. La base forrajera estuvo constituida por una pastura base alfalfa, festuca alta y cebadilla criolla pastoreada en forma rotativa.

Cuadro 2. Efecto de la calidad del forraje y de la respuesta a la suplementación en un ciclo de invernada corta sobre pasturas.

	Otoño	Invierno	Primavera
Calidad del forraje			
Materia seca (%)	18,4	16,1	24,3
Proteína (%)	26,9	34,9	23,5
Pared celular (%)	47,7	36,3	55,2
Digestibilidad MS (%)	68,2	70,5	58,1
CONSUMO (g MS/kg PV)			
Sin suplementación (T1)	26,0 a	14,7 a	33,7 a
Con suplementación (T2)	24,7 a	14,3 a	19,8 b
Sustitución en T2	0,2	0	1,9
GANANCIA DE PESO			
T1 (kg/novillo/día)	0,393 a	0,335 a	0,857 a
T2 (kg/novillo/día)	0,607 b	0,561 b	0,923 a

a,b : dentro de una misma columna, promedios con distinta letra difieren entre sí.

Fuente : *Latimori y otros (1995)*.

En el presente ensayo la cantidad (oferta) de forraje fue ajustada a fin de no ser un factor limitante del consumo. Durante el otoño e invierno, los animales respondieron con un efecto **aditivo** a la suplementación (la sustitución fue nula) probablemente como consecuencia de desbalances o deficiencias en la composición del forraje (bajos tenores de materia seca, alto contenido proteico) lo que se tradujo en mayores ganancias de peso. En primavera, y probablemente a causa de un forraje más balanceado, la sustitución de forraje por grano tuvo lugar (menor consumo de forraje) no permitiendo diferenciar a los tratamientos en lo que respecta a la ganancia de peso obtenida. Cabe comentar que cuando el consumo de pastura es bajo (por una alta presión de pastoreo, una baja disponibilidad o una calidad subóptima del forraje) la sustitución no se manifiesta (Meijs, 1981). Este tipo de resultados resalta la importancia de conocer el valor nutritivo analizando el forraje a fin de aumentar la precisión en la toma de decisiones nutricionales (*suplementación*) tendientes a balancear correctamente la dieta. Implica por consiguiente un cierto esfuerzo destinado a estimar **la composición química** del recurso pastoril si se pretende alimentar racionalmente a un rodeo productor de carne o de leche.

En primer término resulta relevante destacar la importancia de conocer la composición química del forraje (y de otras materias primas) a fin de proponer combinaciones de alimentos adaptadas a los requerimientos de los animales. Si la composición del forraje, (que constituye generalmente la base de la dieta o la mayor proporción de la misma) y su implicancia sobre la producción es **desconocida**, la suplementación (o la combinación de recursos forrajeros) cumple simplemente el rol de cubrir **deficiencias cuantitativas** (cantidad de alimento). El conocimiento y la interpretación de los parámetros de composición de los alimentos permite balancear **cualitativamente** una dieta destinada a rumiantes. Se describirá brevemente a continuación la composición de algunos alimentos destinados a la alimentación de rumiantes y sus implicancias productivas.

Forrajes.

Todos los alimentos están constituidos por los mismos componentes : agua, minerales, hidratos de carbono, lípidos y materiales nitrogenados (Cuadro 3). El primer parámetro a tener en cuenta es la cantidad de agua presente y su separación conduce a la obtención del porcentaje de materia seca (**MS**). A dicha MS puede sustraerse el contenido de minerales y se obtiene el porcentaje de materia orgánica (**MO**). La MO del alimento está constituida a su vez por los hidratos de carbono o glúcidos, el material nitrogenado y los lípidos.

Cuadro 3. Constituyentes de los alimentos.

MS	MO	MINERALES	Macro elementos	Cloro, fósforo, azufre, calcio, sodio, magnesio, potasio
			Oligo elementos	Hierro, cobre, zinc, cobalto, manganeso, yodo, selenio.
MS	MO	Glúcidos	Glúcidos citoplasmáticos	pentosas, hexosas, sacarosa, maltosa, fructosanos, almidón
			Glúcidos de pared celular	celulosa, hemicelulosas, sustancias pécticas lignina.
		Lípidos	Glicéridos, céridos	
		Material nitrogenado	Proteínas	aminoácidos libres
			Nitrógeno no proteico	amidas (urea), aminas amoníaco, bases nitrogenadas

El tenor de materia seca (MS) es un parámetro de muy fácil determinación que no por simple deja de tener su importancia en la respuesta animal. El secado de forrajes con aire caliente (60 °C durante 24-36 horas) es adecuado para determinar el contenido de MS. En ausencia de hornos convencionales o estufas la determinación también puede hacerse utilizando hornos de microondas (MW) lo que requiere repetidas pesadas de las muestras hasta obtener un peso constante y un ajuste de horno para lograr una temperatura compatible con un mínimo tiempo operativo sin quemar las muestras (Danelón, 1995). La cantidad de agua presente en un forraje es altamente dependiente de factores externos y puede experimentar importantes variaciones a un mismo estado vegetativo del forraje: disminuye ante situaciones de alta intensidad lumínica y altas temperaturas y aumenta en situaciones opuestas y también ante la fertilización nitrogenada (de 1 a 3 puntos en el caso de las gramíneas) (Jarrige y otros, 1995). Los tenores más bajos de agua en el forraje son por lo tanto observados en verano y los más **elevados en otoño-invierno**. El agua intracelular contenida en los forrajes **incrementa el valor de llenado** que un forraje es capaz de producir en el animal afectando negativamente el consumo. Se ha propuesto que por debajo de 15-18 % de MS en el forraje, el consumo estaría afectado y entre valores de 13 a 22 % de MS se ha observado que el consumo de forraje aumenta en forma lineal al hacerlo el contenido de MS (Journet y Verité, 1970). El contenido de MS en un raigrás perenne puede efectivamente caer por debajo de estos valores críticos en días lluviosos. Deficiencias de MS son también factibles en los raigrases tetraploides perennes y anuales y en forrajes clásicamente acuosos como la achicoria. Como se verá más adelante, el tenor de MS puede ser un factor crítico sobre el consumo (y sobre la ganancia de peso) **en los verdes de invierno** utilizados en forma temprana. Los genetistas trabajan actualmente en la obtención de variedades con igual valor nutritivo a mayores porcentajes de MS. Se han buscado explicaciones adicionales al efecto de llenado que permitan comprender los bajos consumos registrados en recursos forrajeros muy acuosos. La tasa de consumo (g de MS/minuto) suele aumentar a medida que lo hace el contenido de MS de un forraje. Se produce un aumento lineal de los gramos de MS consumidos por minuto en la medida que aumenta el contenido de MS del forraje desde un mínimo de 12 % a un máximo cercano a 38-40 %. Puesto que el tiempo máximo destinado a pastoreo oscila entre 8-13 horas diarias, una reducción importante en la tasa de consumo influye negativamente sobre la cantidad total de MS ingerida. Además del efecto del tenor de MS sobre la tasa de consumo, existe una menor preferencia por parte del animal a consumir forrajes con alto contenido de agua. Se han realizado estudios de preferencia o aceptación del forraje a distintos contenidos de MS como mecanismo adicional que explicaría los bajos consumos de forraje ante altos contenidos de agua. En el caso de silaje de maíz, el consumo aumentaría hasta valores de 35 % de MS. En

los silajes de pasturas, el consumo aumentaría hasta valores de 50 % de MS en el material ensilado (Van Vuuren y otros, 1995). Las evidencias presentadas pretenden destacar que un **parámetro de extremada simpleza** en su determinación como lo es el contenido de agua en un forraje puede tener una gran influencia en la **respuesta animal** a través de **disminuciones en el consumo voluntario**. Pasando a considerar la **materia orgánica (MO)** del forraje, el Cuadro 4 describe sus componentes y la disponibilidad nutricional asociada a los mismos. Los Laboratorios de Análisis de Calidad de Alimentos del INTA han adoptado la partición propuesta por Van Soest (1982) **en contenido celular y pared celular**. No se hará referencia a la metodología de Laboratorio (técnicas de dosaje utilizadas) ni a la composición molecular de las fracciones descriptas aspectos que no se consideraron de interés a los fines del presente artículo. El contenido celular es una fracción sumamente importante ya que su disponibilidad nutricional es completa. Dentro de esta fracción se encuentran los hidratos de carbono solubles (azúcares) cuya presencia en el forraje contribuye enormemente a balancear a la proteína degradable en rumen.

Cuadro 4. Composición de la materia orgánica del forraje

Fracción	Componentes asociados	Disponibilidad nutricional
Contenido celular (soluble en detergente neutro)	Lípidos, azúcares, ácidos orgánicos, almidón, pectinas, proteína soluble, nitrógeno no proteico.	Virtualmente completa (sin lignina)
Pared celular (Fibra insoluble en detergente neutro, o FDN)		
1. Soluble en detergente ácido	Hemicelulosa Proteína unida a fibra	Parcialmente completa o digestible dependiendo del grado de lignificación.
2. Insoluble en detergente ácido (FDA)	Celulosa Lignina N lignificado	

Fuente : *Van Soest (1982)*

Se han observado efectos significativamente positivos de la presencia de tales azúcares en el pasto sobre la producción de leche y sobre la relación Proteína/grasa butirosa y existen evidencias metabólicas para sugerir que tales respuestas también serían esperables sobre la ganancia de peso de los animales. En condiciones normales, las gramíneas forrajeras de clima templado contienen entre un 5 a 20 % de hidratos de carbono solubles. La concentración resulta ser máxima poco antes de la espigazón tendiendo a desaparecer luego de la floración. Los raigrases resultan más ricos en hidratos de carbono solubles que otras especies existiendo variabilidad entre variedades. La fertilización nitrogenada disminuye el tenor de hidratos de carbono solubles (-15 gramos por kg de MS cada 100 kg de nitrógeno suplementario aplicado para dosis de 100 a 400 kg/ha) (Wilman y Wright, 1983). Las leguminosas forrajeras son particularmente pobres en hidratos de carbono solubles durante la mayor parte del ciclo de crecimiento.

Cuando una planta es cortada para henificar, la misma continúa respirando (utilizando hidratos de carbono) mientras que contiene 35 a 40 % de agua. La pérdida de hidratos de carbono solubles asociada a la henificación del forraje es baja en los henos que son secados rápidamente en condiciones climáticas favorables. Dicha pérdida resulta en cambio muy importante en la medida que aumenta el período de secado del forraje y resulta máxima en caso de exposición a lluvias sobre todo en forrajes casi secos cuyos hidratos de carbono resultan lavados por una precipitación pluvial. En los ensilajes directos, los hidratos de carbono solubles desaparecen casi totalmente en el proceso de fermentación. La cantidad de carbohidratos solubles o rápidamente degradables en la dieta puede también incrementarse a través de la suplementación con granos (cereales) que posean distinta degradabilidad y velocidad de digestión ruminal del almidón (*sitios de digestión*). Debido a su importancia en el balanceo de una dieta adoptando aspectos dinámicos de nutrición, el tema de *comportamiento digestivo* de los granos forrajeros será brevemente

desarrollado (ver más adelante). A diferencia del contenido celular, la pared celular es parcialmente digestible en función a la cantidad de lignina presente. En el 5 se presentan las fracciones del alimento, su digestibilidad y los factores que limitan su utilización nutricional.

Cuadro 5. Fracciones del alimento y disponibilidad nutricional.

Fracción	Digestibilidad (%)	Primer factor limitante
Carbohidratos solubles	100	Consumo
Almidón	90	Pasaje y pérdida en heces
Acidos orgánicos	100	Consumo y/o toxicidad
Proteína	90	Fermentación (AGV y NH ₃)
Pectinas	98	Fermentación
Celulosa	Variable (53-73)	Lignificación
Hemicelulosa	Variable (36-79)	Lignificación
Lignina	Indigestible	Limita la digestión de la pared celular.
Taninos	Nula	Inhiben proteasas y celulasas

Fuente : *Van Soest (1982)*

Se destacan los altos coeficientes de digestibilidad real de la fracción contenido celular y la variabilidad de los componentes de pared debido a la presencia de lignina que resulta un compuesto indigestible. En el caso de la proteína, la fermentación (degradación) ruminal de la misma (producción de ácidos grasos volátiles o **AGV** y de amoníaco, **NH₃**) constituyen un factor limitante para la absorción de aminoácidos provenientes de la dieta. Debe tenerse en cuenta que a mayor grado de madurez de una pastura habrá una mayor cantidad de MS producida (cosecha mecánica o pastoreo) pero con un mayor contenido de pared celular y de lignina lo que disminuirá el **valor nutritivo** de la materia seca.

Cuadro 6. Madurez de la planta, composición química y consumo en Phalaris (datos obtenidos en ovinos).

	Grado de madurez		
	1	2	3
Pared celular (% MO)	43.6	62.8	74.9
Lignina	3.0	4.1	7.4
Carbohidratos solubles	20.9	15.1	11.3
Consumo (g MO/kg P ^{0.75})	61.4	53.7	46.3
Digestibilidad de la pared			
En tracto total (%)	82.2	75.8	51.5
En rumen (%)	95.3	85.8	75.3
Tiempo de masticación (minutos por kg)	530	840	1090

Fuente : *Cecava (1995)*

La disminución en el consumo de materia orgánica a medida que aumenta el grado de madurez y el aumento en el tiempo de masticación tendrán como consecuencia más probable una disminución en la ganancia de peso de los animales. Es importante conocer entonces la relación que existe entre los componentes de la pared celular del forraje, el consumo y la digestibilidad (Cuadro 7).

Cuadro 7. Coeficientes de correlación entre los componentes de la pared celular del forraje, el consumo y la digestibilidad. (a partir de 187 forrajes analizados).

Fracción química	Consumo	Digestibilidad
Pared celular (FDN)	-0.76	-0.45
Celulosa	-0.75	-0.56
Hemicelulosa	-0.58	-0.12
Lignina	-0.08	-0.61

Fuente : *Van Soest (1982)*

Puede observarse que el contenido de pared celular y de celulosa afectan negativamente a la digestibilidad y al consumo. El contenido de hemicelulosa disminuye el consumo pero no la digestibilidad, mientras que la lignina no afecta directamente al consumo pero disminuye la digestibilidad. Es importante mencionar que la velocidad de digestión de un forraje en el rumen disminuye a medida que aumenta el contenido de FDN. El tiempo de retención de dicho forraje será mayor lo que disminuye el consumo.

El Cuadro 8 presenta valores promedio orientativos de la velocidad de degradación ruminal de las fracciones glucídicas y proteicas de los alimentos.

Cuadro 8. Velocidad de degradación en el rumen de las fracciones proteicas y glucídicas de los alimentos.

FRACCIONES PROTEICAS		FRACCIONES GLUCÍDICAS	
<i>Velocidad de degradación</i>		<i>Velocidad de degradación</i>	
Nitrógeno. No Proteico	<i>Ultra rápida</i>	Azúcares solubles	<i>100 por 100/hora</i>
Proteínas solubles rápidamente degradables	<i>0,5-4,5%/min</i>	Almidón, pectinas	<i>28-80 p.100/hora</i>
Proteínas insolubles Progresivamente degradables	<i>2-3 %/hora</i>	Celulosa muy fermentescible	<i>4-12 por100/hora</i>
Nitrógeno no degradable e indigestible	<i>0</i>	Celulosa poco fermentescible	<i>1-3 por 100/hora</i>
Bloqueado por lignina, taninos, sobre calentamiento (Reacción de Maillard)		Fibra lignificada	<i>0</i>

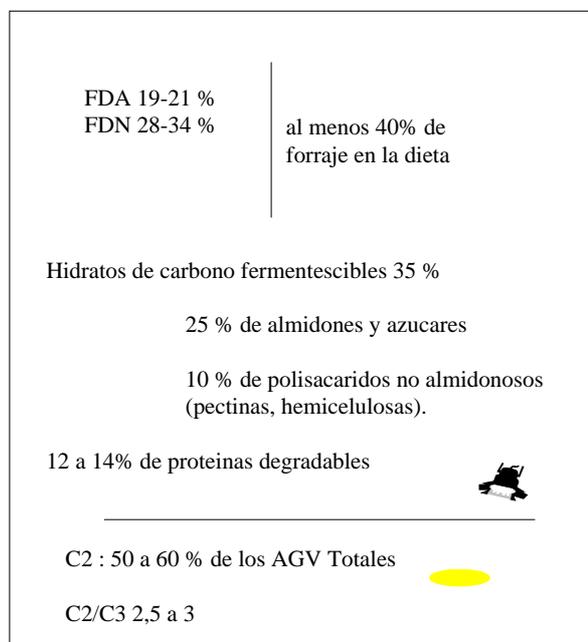
Fuente : *Wolter (1994)*

En función a la composición química de los alimentos puede también intuirse cuál será el equilibrio en nutrientes para un correcto funcionamiento de la microflora ruminal. Si los análisis de composición química revelan en las materias primas presencia de nutrientes de alta velocidad de degradación ruminal (*carbohidratos solubles, nitrógeno soluble como amoníaco o urea*) debe procurarse una ingestión de dieta bien fraccionada y escalonada a lo largo del día (mixers) que faciliten un consumo no puntual sino lo más repartido (escalonado) posible en el tiempo. Si la cinética de degradación de los alimentos es de tipo *progresiva*, una regulación fina de la ingestión deja de ser prioritaria ya que la disponibilidad de nutrientes adopta un modelo más sincronizado (almidones de maíz o sorgo secos, fuentes proteicas de degradabilidad moderada, fuentes de pared celular de buena digestibilidad, etc). Por ejemplo, el silaje de maíz **de alta calidad** libera su energía de manera *progresiva* en virtud al triple origen de la misma :

- Los azúcares del tallo permiten balancear *rápidamente* a la urea agregada a la dieta o a excesos de amoníaco cuando son combinados con pasturas hiperproteicas.
- El almidón contenido en los granos permite balancear a la proteína *progresivamente degradable* (expellers, tortas y harinas de proteaginosas utilizadas como corrector proteico en este tipo de dietas).
- La celulosa de los marlos y de los tallos (dependiendo del contenido de lignina) posee una digestión *progresiva* que armoniza con proteínas de lenta degradabilidad ruminal (gluten, harinas de origen animal) (Wolter, 1994).

Los rumiantes necesitan una determinada cantidad de FDN en la dieta a fin de asegurar una adecuada actividad de rumia lo que garantiza a su vez un adecuado flujo de saliva y el mantenimiento de la capacidad buffer del rumen (amortiguación de las oscilaciones de pH). Por otra parte, la presencia de fibra en el rumen asegura una adecuada relación entre los ácidos acético y propiónico indispensable para una eficiente síntesis de grasa butirosa en la vaca lechera. Los nutricionistas han propuesto niveles óptimos de fibra en la dieta de vacas lecheras. Así, para producciones de 20-24 litros/vaca/día el porcentaje recomendado de FDN en la dieta sería de 34-36 % (Mertens, 1983) mientras que para vacas de alto potencial de producción (35-40 litros) dicho porcentaje se encontraría entre 28-30 % (Mertens, 1994). En el caso de terminación de novillos (acumulación de grasa subcutánea) y como se discutirá más adelante resulta aconsejable orientar la fermentación ruminal hacia una mayor proporción de ácido propiónico (suplementación con granos que aporten almidón). En los novillos en crecimiento, el requerimiento en FDN se estima en 0,8 % del peso vivo. Una vez más cabe destacar que el conocimiento de la composición química del forraje, en este caso la FDN, permite establecer si el consumo de pared celular es o no adecuado de acuerdo a la función productiva que se pretenda maximizar (carne o leche). Los análisis de laboratorio constituyen también una herramienta a los fines de estimar si una determinada dieta se encuentra o no dentro de valores considerados óptimos para una adecuada fermentación ruminal. Los valores propuestos para vacas lecheras se presentan en la Figura 1.

Figura 1. Composición de dieta recomendada a fin de obtener una adecuada fermentación ruminal en vacas lecheras de alto potencial de producción.



C2 = ácido acético
C3 = ácido propiónico
 AGV = ácidos grasos volátiles
 FDA = fibra detergente ácido
 FDN = fibra detergente neutro (pared celular)
 Fuente : *Wolter (1994)*

Formular una ración es un ejercicio que consiste en satisfacer los requerimientos nutricionales a través de un aporte de nutrientes equilibrado, suficiente y adaptado a las particularidades digestivas y fisiológicas de la vaca lechera o del novillo. Para ello se cuenta con tablas de composición de alimentos y con programas de computación de simple utilización (*Reqnov* y *Ración INTA*) que facilitan enormemente la tarea. Los análisis de laboratorio son la herramienta complementaria que cierra el *círculo requerimientos/aportes/balance/producción estimada*. De todo lo expuesto, surge la necesidad de realizar análisis de calidad de los recursos forrajeros que se utilizan e interpretar los parámetros de tales análisis teniendo en cuenta la disponibilidad nutricional de las fracciones y los efectos de las mismas sobre digestibilidad y el consumo. Pueden extraerse algunas conclusiones generales :

El contenido de materia seca de un forraje es una determinación extremadamente simple pero que puede tener gran influencia sobre la producción a través de su efecto sobre el consumo. El principio resulta válido tanto para forrajes frescos como ensilados.

El contenido celular de los forrajes determina la proporción de nutrientes total e inmediatamente disponibles para los microorganismos del rumen

Los componentes de la pared celular (FDN) constituyen la principal fuente de energía para los microorganismos del rumen de animales alimentados a base de forrajes. A diferencia del contenido celular, la disponibilidad nutricional de la FDN depende del grado de lignificación de la misma.

A mayor contenido de lignina, menor digestibilidad y menor disponibilidad de energía. A mayor contenido de pared celular, es dable esperar un menor consumo de materia seca.

En el momento del envío de muestras al laboratorio es aconsejable adjuntar la siguiente información mínima :

- Nombre y dirección del solicitante.
- Establecimiento del que provienen las muestras (nombre, ubicación, superficie, población animal, etc.).
- Especie animal involucrada (categoría, edad).
- Descripción e identificación de las muestras enviadas.
- Breve descripción del problema y del manejo nutricional.
- Tipo de análisis solicitado (parámetros de los que se desea información).
- Teléfono, fax y dirección postal para el envío de los informes y facturación.

Además, se recomienda consultar previamente por teléfono, fax o correo, sobre la forma de envío de las muestras (cantidad, transporte, conservación, etc.)

Granos forrajeros : efecto del procesado y *evaluación dinámica* del almidón contenido en los cereales.

El objetivo de tratar este tema, es el de familiarizar al lector con el concepto de que la elección y el procesamiento de un determinado tipo de grano forrajero destinado a suplementación tiene una real importancia respecto a dónde será fundamentalmente digerido (utilizado). En este sentido, los nutricionistas solemos hablar de *sitios de digestión* de los granos y nos referimos al almidón contenido en los mismos. En efecto, los resultados experimentales han demostrado claramente que según el tipo de grano que se utilice y según el tipo de procesamiento del mismo, la velocidad e intensidad de digestión del almidón en el rumen varía significativamente y este hecho puede tener efectos en producción de carne y de leche. La estructura de un grano de maíz es un reflejo de su función biológica : proteger, transportar y ayudar al embrión en el momento de su germinación y crecimiento temprano aportando una reserva energética bajo la forma de almidón (Huntington, 1997). El pericarpio rodea al embrión (germen) y también al endosperma que contiene la reserva de almidón. Dentro del endosperma se encuentra una capa denominada aleurona que contiene enzimas e inhibidores enzimáticos y por debajo de esta capa tenemos el endosperma periférico y córneo conteniendo al almidón embebido en una matriz proteica. Finalmente, por debajo de todas estas capas se encuentra el endosperma harinoso que presenta la mayor concentración de gránulos de almidón no embebidos en ninguna matriz proteica (Huntington, 1997). Este tipo de almidón es el más susceptible a los procesos digestivos o al procesado de los granos. Los gránulos de almidón están compuestos principalmente por amilopectina (uniones α 1-4 y α 1-6) y amilosa (uniones α 1-4). Las bacterias ruminales son las principales responsables de la fermentación del almidón participando también de los procesos digestivos los protozoarios y los hongos ruminales. El rol más relevante de los protozoarios es la inmovilización transitoria de las partículas de almidón a través de su engolfamiento (“degluten” y almacenan al almidón). Los cereales se diferencian según la especie y variedad por el tipo de almidón que contienen (proporciones relativas de amilosa y de amilopectina), la forma y el tamaño de los gránulos de almidón, la estructura de la membrana del endosperma y por la consistencia serosa o no de dichos granos. Los tratamientos mecánicos (molido, partido, aplastado) tienen como objetivo destruir la membrana del endosperma a fin de aumentar la accesibilidad microbiana al

almidón. Los tratamientos de tostado (y de extrusión del grano) debido a la acción combinada del calor y de la humedad (y de la presión) provocan la gelatinización del almidón y la liberación irreversible de la amilosa y de la amilopectina. La hidratación de los polímeros aumenta la capacidad de ataque de las enzimas bacterianas (Journet y otros, 1995). El trigo suele presentar los más altos contenidos de almidón (77%) seguido de cerca por el maíz y el sorgo (72%) para luego aparecer la cebada y la avena en rangos de 57-58%. Los granos enteros son resistentes a los procesos digestivos ya que un pericarpio intacto juega un rol de escudo ante el ataque microbiano. Ha sido demostrado que los granos enteros de cebada o de avena colocados dentro de bolsitas de nylon en el rumen no pueden ser degradados por los microorganismos (Nordin y Campling, 1976). Los ovinos tienen una capacidad superior a los bovinos para digerir los granos enteros y en éstos últimos (bovinos) la pérdida de digestibilidad del grano entero respecto al grano partido o molido resulta bien notable. Comparaciones entre grano entero y molido de maíz se presentan en el Cuadro 9.

Cuadro 9 . Digestibilidad de la materia orgánica del maíz según el tratamiento físico al cual es sometido el grano.

	Tratamiento Físico	Wilson y otros, 1973		Cottyn y otros, 1978	
		Ovejas	Vacas	Ovinos	Bovinos
Entero	Grano seco	0,930	0,616	0,889	0,626
	Grano húmedo	0,901	0,640	0,902	0,648
Aplastado o partido	Grano seco	0,909	0,662	0,907	0,835
	Grano húmedo	-	0,751	0,907	0,814
Molido fino	Grano seco	0,881	0,790	0,914	0,852
	Grano húmedo	-	0,801	0,901	0,829

Fuente : tomado de Demarquilly y otros, 1995.

En el caso de los bovinos, puede observarse la importante diferencia de **digestibilidad** de la MO del **maíz seco** suministrado **entero** respecto al mismo grano **partido** (-33 a -7,5 unidades %). En el caso de los ovinos, dicha diferencia es muy baja. Se ha comprobado que las heces ovinas rara vez presentan grano entero a diferencia de las heces de bovinos sobre todo en dietas con grano a voluntad. Los granos de trigo presentes en las bostas serían a su vez muy poco digeridos ya que se ha observado que los mismos pierden solamente un 11% de su peso inicial (Coulon y otros, 1985).

El efecto del procesado de los granos de maíz y de sorgo sobre los sitios de digestión del almidón y la digestibilidad total en bovinos se presenta en el Cuadro 10. El molido del grano de maíz aumenta la digestibilidad ruminal del almidón (+13%) lo que representa a su vez una mejora en la digestibilidad total del grano (+ 6,7%) respecto al grano quebrado. El **ensilado húmedo** de los granos, sobre todo en el caso del maíz, produce un importante cambio en el sitio de digestión del almidón el que prácticamente pierde su capacidad sobrepasante o *bypass* pasando a comportarse como un almidón tipo cebada (mayor degradabilidad ruminal, ver más adelante).

Cuadro 10. Sitios de digestión del almidón de maíz y de sorgo de acuerdo al tratamiento de los granos.

Tratamiento	Digestibilidad como % del almidón ingerido			
	Rumen	Intestino delgado	Intestino grueso	Total (1)
Maíz				
Quebrado	68,9	12,9	8,2	87,6
Aplastado	71,8	16,1	4,9	93,2
Molido	77,7	13,7	4,3	93,5
Ensilado húmedo y aplastado	86,0	5,5	1,0	94,6
Copos por vapor	82,8	15,6	1,3	97,8
Sorgo				
Aplastado	67,8	13,4	5,9	86,4
Ensilado húmedo y aplastado	86,2	9,5	1,1	93,6

⁽¹⁾ La digestibilidad total no necesariamente es la resultante de la suma de las digestibilidades parciales ya que las mismas no han sido medidas simultáneamente en todos los ensayos.

Fuente : *Owens y otros, 1986.*

Suele observarse una muy alta *digestibilidad total* (91-99%) para todos los tipos de almidones en un rango muy amplio de cantidades consumidas (1,5-10,65 kg/animal/día). Expresado como *% del almidón consumido*, la *digestibilidad ruminal* de los almidones provenientes de cebada, trigo y avena (*almidones de rápida tasa de digestión ruminal*) presentan valores muy superiores (80-94%) respecto a los correspondientes para sorgo (seco y partido, 60%) y maíz (seco y partido, 76,2%) (*almidones de lenta tasa de digestión ruminal*). En granos de maíz y sorgo, resulta notable el aumento de digestibilidad ruminal y post-ruminal obtenido ante el tratamiento con vapor y formación de copos.

Uno de los objetivos de la suplementación con este tipo de granos ha sido el de aportar **energía al rumen** sobre todo en pasturas de **alto contenido y degradabilidad proteica** (alfalfas, verdeos de invierno, forrajes frescos de calidad). En el caso de granos cerealeros, dicha energía disponible a nivel de rumen estará representada por el almidón contenido en los mismos. La elección del tipo de grano a utilizar es de suma importancia a los fines de armonizar (equilibrar) la disponibilidad de energía y proteína a nivel de rumen. Los trabajos de investigación realizados en el área de nutrición de rumiantes han demostrado que el almidón contenido en diferentes materias primas se degrada a nivel ruminal con distinta intensidad y velocidad (Nocek y Tamminga, 1991, Sauvart y Van Milgen, 1995, Poncet y otros, 1995). Los granos de cereales forrajeros están sujetos a una fermentación a nivel ruminal con la formación de ácidos grasos volátiles (**AGV**) y células microbianas que aportarán proteína para el rumiante. La cantidad de almidón que es digerida en el rumen suele variar entre un 50 a un 94% dependiendo del tipo de grano de cereal utilizado y de su procesamiento. Los modelos que describen *la cinética de digestión* asumen la existencia de una fracción soluble (fs), una fracción potencialmente digestible (fd) y una fracción indigestible (fi) de modo que $fs + fd + fi = 1$. Se asume que la fracción soluble se solubiliza en forma instantánea. La llamada *tasa fraccional de digestión* (Kd) representa a su vez la velocidad a la cual se digiere la fracción potencialmente digestible del sustrato y se considera proporcional a la cantidad de sustrato presente. La fracción soluble de los carbohidratos no estructurales se incluye en fs. El Cuadro 11 presenta valores promedio de los parámetros mencionados en distintas materias primas.

Cuadro 11. Parámetros de degradación del almidón contenido en diferentes alimentos.

Alimentos	fs (%)	fd (%)	Kd (%/h)	Degradabilidad efectiva (%) (1)
Afrechillo fino de trigo	83,2	16,8	23,6	96,6
Afrechillo grueso de trigo	81,9	18,1	23,1	96,3
Afrechillo de arroz	23,7	76,3	11,8	74,2
Arveja	73,2	28,6	16,3	84,2
Avena	95,7	4,3	11	98,5
Cebada	59,3	40,7	32,2	93,6
Glutenfeed maíz	58,3	41,7	10,2	84,6
Glutenmeal maíz	23,0	77,0	28,6	86,6
Harina de trigo	86,0	14,0	17,8	96,5
Maíz	23,4	76,6	4,9	57,9
Papa	26,0	74,0	4,9	59,3
Sorgo	17,8	82,3	4,4	52,5
Trigo	70,8	29,3	19,4	93,1
Tapioca	67,3	32,7	12,2	89,3

fs = fracción soluble. fd = fracción degradable; Kd = tasa fraccional de digestión

(1) Asumiendo una tasa de pasaje del orden de 6 % por hora.

Fuente : *Sauvart y van Milgen (1995); Sauvart y otros, (1994)*

El lector puede preguntarse cuál sería la aplicación práctica de los conceptos y de los datos presentados en el Cuadro 11. Supongamos que los novillos pastorean un verdeo de invierno tierno (fines de abril-mayo) que sabemos posee un alto contenido de proteína degradable en rumen. Supongamos que queremos *capturar* al máximo el amoníaco proveniente de la proteína del forraje que **inevitablemente será degradada en el rumen**. Necesitamos aportar energía al rumen bajo la forma de hidratos de carbono (almidón). Si tenemos la opción, debemos elegir un grano de alta degradabilidad efectiva y si queremos que el impacto de la suplementación sea rápido, de alta velocidad de digestión. A partir del Cuadro 11, y *siempre desde un punto de vista puramente nutricional*, debemos seleccionar por ejemplo a la cebada porque su almidón será utilizado en un 93,6 % en el rumen y a una alta velocidad (32,2 %/hora post-suplementación). Si en el caso opuesto utilizamos un grano de sorgo, debemos ser concientes de que sólo un 52 % de su almidón estará disponible a nivel de rumen pero además con una velocidad de digestión atenuada (4,4 % por hora) lo que significa 7,3 veces más lenta que la cebada.

Ha sido demostrado que la sincronización en la fermentación ruminal del almidón y de la proteína conduce a una mayor retención proteica en novillos (Taniguchi y otros, 1995) y genera situaciones altamente predisponentes para aumentar el flujo de proteína microbiana hacia intestino delgado.. Este mayor flujo de proteína hacia duodeno aumentaría a su vez la producción de enzimas pancreáticas asociadas a la digestión intestinal (absorción) del almidón (ver Huntington, 1997). En el Cuadro 12 se presenta una estimación del contenido de almidón y de almidón *bypass* (o no degradable en rumen) en algunas materias primas.

Cuadro 12. Contenido de almidón total (**A-Total**), almidón soluble (**A-Sol**), almidón digestible en el rumen (**ADR**) y almidón *by-pass* (**A-by-pass**) en diferentes alimentos.

	A-Total (g/kg MS)	A-Sol (g/kg MS)	ADR (g/kg MS)	A-by-pass (g/kg MS)
Afrechillo fino de trigo	240	203	221	19
Afrechillo grueso de trigo	150	123	138	12
Afrechillo de arroz	310	73	252	57
Arveja	520	215	449	71
Avena	400	383	373	27
Cebada	595	353	541	54
Glutenfeed maíz	225	131	195	30
Glutenmeal maíz	190	44	166	24
Harina de trigo	730	628	674	56
Maíz	740	173	545	195
Papa	740	192	549	190
Sorgo	740	132	525	215
Trigo	690	489	625	65

Fuente : *Sauvant y otros (1994)*.

Puede observarse que sólo cuatro de ellas (maíz, sorgo, arroz y papa) poseen una cierta capacidad *bypass* en sus almidones que en promedio no superan los 200 g de almidón protegido por kg de MS. La capacidad *bypass* del almidón contenido en la **avena, cebada y trigo** es virtualmente **nula**, intermedia en el maíz y alta en el sorgo. A su vez, la capacidad *bypass* del almidón disminuye con el procesado del grano (entero >partido >aplastado >molido> vapor> ensilado) y aumenta con el nivel de consumo total de materia seca (MS) puesto que un aumento de 1 kg de MS ingerida provoca una disminución de 3 puntos en la degradabilidad ruminal de un almidón de lenta tasa de digestión (Robinson et al, 1986). También es importante mencionar que los tratamientos de tipo hidrotérmicos resultan eficaces a fin de aumentar la capacidad natural *bypass* de los almidones de lenta velocidad de degradación (maíz, sorgo) y que los tratamientos con aldehído fórmico han logrado proteger almidones de alta velocidad de degradación (trigo) (Mc Allister y otros, 1989).

Es muy importante destacar que la síntesis de proteína microbiana resulta mayor con los almidones de mayor fermentación ruminal hasta un **máximo de 25-30%** de almidón degradable en el total de la dieta. Por encima de estos valores se ha detectado una inhibición de la proteosíntesis microbiana la que puede inclusive disminuir a causa de fenómenos de acidosis ruminal (Sauvant, 1997).

Una orientación de la fermentación ruminal hacia la formación de ácido propiónico resulta ventajosa tanto en novillos en crecimiento como en terminación ya que una mayor absorción de propionato a partir del rumen aumenta la **síntesis de glucosa** en el hígado a partir de este precursor liberando aminoácidos que quedarán disponibles para crecimiento muscular al no ser utilizados en la síntesis de glucosa. Los granos de **maíz y de sorgo** cosechados y ensilados con **alto grado de humedad** (*High Moisture Grains*) adquieren un comportamiento digestivo parecido al de la cebada, avena y trigo, es decir aumenta la velocidad e intensidad de utilización ruminal. Dichos granos presentan además la ventaja de una cosecha anticipada y un ahorro de secado artificial. Como desventaja puede decirse que luego de ensilados, no podrán ya ser comercializados a través de las vías clásicas.

El Cuadro 13 resume el nivel óptimo de humedad para lograr un adecuado proceso de ensilado de granos húmedos.

Cuadro 13. Nivel óptimo de humedad para ensilar granos. (*High moisture grains*).

Nivel óptimo de humedad	
Maíz con mazorca	33-44 % (real 30-35 %)
Maíz grano	25-30 %
Sorgo	25-30 %
Cebada	30 %

Fuente : *Perry, 1995*

En el caso particular del sorgo, se describe la posibilidad de reconstituir un grano seco llevándolo al tenor deseado de humedad (25-30%) agregando agua. En ese caso se aconseja un mínimo de 21 días antes de abrir el silo y dar a consumir el alimento. El partido del grano de sorgo previo al ensilado parece aumentar la ganancia de peso (+11%) y mejorar la conversión de alimento (+37%) a través de mejoras sustanciales de la digestibilidad de la materia seca y orgánica (+ 12-29%). En condiciones de pastoreo (verdeos y recursos otoño-invernales) resulta doble esperar que la utilización de granos con mayor velocidad e intensidad de digestión ruminal favorezcan la ganancia de peso al estimular la proteosíntesis microbiana en rumen y disminuir los excesos de amoníaco.

Puesto que para ciertas áreas agroecológicas el sorgo granífero presenta una mayor seguridad de cosecha y un menor costo que el cultivo de maíz, el INTA (EEA G. Covas, La Pampa) evaluó el efecto del reemplazo de grano húmedo de maíz por grano húmedo de sorgo en la alimentación de vaquillonas Aberdeen Angus (8 meses, 154 ± 10,2 kg al inicio del ensayo) en dietas a base de heno de alfalfa (60% base MS). Los granos fueron partidos por rodillos y ensilados en bolsas plásticas (*silobag*). La calidad de los recursos alimenticios utilizados fue la siguiente :

Recurso	MS (%)	PB (%)	FDN (%)	FDA (%)	DMS (%)	EM (Mcal/kg MS)
Heno de alfalfa	86,0	18,4	43,1	33,2	63,0	2,27
Grano maíz húmedo	74,5	8,9	21,1	3,44	86,2	3,11
Grano de sorgo húmedo	72,9	10,4	13,4	5,75	84,4	3,04

Los resultados de respuesta animal obtenida se presentan en el Cuadro 14.

Cuadro 14. Efecto del reemplazo de grano húmedo de maíz por grano húmedo de sorgo sobre la ganancia de peso (GP) y el índice de conversión alimenticia (IC) en vaquillonas Aberdeen Angus (154 ± 10,2 kg) en dietas a base de heno de alfalfa.

Heno 60% Grano 40%	Consumo (kg MS)	Consumo (% PV)	GP (kg/an/día)	IC (kg MS/kgGP)
Maíz	6,77 ^a	3,29 ^b	1,192^a	5,79 ^a
Maíz 2/3 + 1/3 sorgo	6,97 ^a	3,45 ^{ab}	1,123^a	6,29 ^a
Maíz 1/3 + 2/3 sorgo	6,96 ^a	3,51 ^a	1,087^a	6,44 ^a
Sorgo	7,00 ^a	3,45 ^a	1,198^a	5,86 ^a

a,b : dentro de columna, promedios con distinta letra difieren entre sí (P<0,05).

Fuente : *Juan y otros, 1998.*

Puede observarse que tanto el consumo como la ganancia de peso y la conversión alimenticia no resultaron afectados cuando el grano de **sorgo húmedo** reemplazó al grano de **maíz húmedo** en la dieta de vaquillonas en crecimiento. Debe notarse sin embargo que la calidad del grano de maíz utilizado (86% de digestibilidad y 21,1% de FDN) resultaron inferiores a los valores normales para este tipo de alimento.

A partir de lo expuesto, pueden extraerse las siguientes conclusiones generales :

El almidón contenido en los granos forrajeros (cereales) posee diferente velocidad e intensidad de digestión ruminal. Por lo tanto, desde un punto de vista nutricional, no es lo mismo comprar una megacaloría bajo la forma de granos de cebada/trigo/avena que bajo la forma de sorgo/maíz (los sitios de digestión cambian, el objetivo nutricional es diferente).

Sobre verdeos y pasturas de alto contenido de nitrógeno, la utilización de granos con mayor digestión ruminal permitiría :

- Disminuir las concentraciones de amoníaco en rumen y atenuar su absorción.
- Aumentar la producción de proteína microbiana a nivel de rumen.
- Aumentar la cantidad absorbida de aminoácidos de origen microbiano para crecimiento en novillos en desarrollo.
- Aumentar la cantidad de ácido propiónico producido en rumen, la producción de glucosa en hígado y los niveles circulantes de insulina condiciones altamente favorables para deposición de grasa en novillos en terminación.
- Pese a todas estas ventajas, **no parece haber un efecto neto sobre la ganancia de peso vivo** pero si puede postularse una mejora en la conversión alimenticia del orden de 5-7 % ante la utilización de granos ensilados con alto grado de humedad (28-32%).

Referencias.

La lista completa de referencias y un desarrollo ampliado de los temas expuestos se encuentran en la siguiente publicación :

Gagliostro, G.A. 2002. Principios de nutrición y suplementación de bovinos en pastoreo. Area de Publicaciones, INTA EEA Balcarce. (200 páginas). E-mail : comubalc@balcarce.inta.gov.ar

Las micotoxinas : presencia en los alimentos e implicancias.

Las micotoxinas son metabolitos secundarios producidos por ciertas especies de mohos que crecen en condiciones favorables sobre diversos alimentos. Los hongos productores de micotoxinas están ampliamente distribuidos en el ambiente. Se los puede encontrar en una gran variedad de alimentos, especialmente vegetales, algunos de ellos de gran importancia en la dieta humana y animal, como son los cereales y las oleaginosas. Algunos 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.

Tal como su nombre lo indica, son compuestos que causan enfermedades conocida con el nombre genérico de micotoxicosis, tanto en el hombre como en los animales. La palabra micotoxicosis es muy general y abarca muchas enfermedades diferentes, que sólo están relacionadas entre sí porque se deben a toxinas producidas por mohos. Sus efectos se observan fundamentalmente en hígado, riñón, pulmón y sistema nervioso.

Básicamente existen dos vías de intoxicación o micotoxicosis: la primaria cuando se consume directamente un alimento contaminado y la secundaria cuando se ingieren residuos de micotoxinas presentes en la carne, vísceras, huevo o leche. Por otra parte se denomina micosis al grupo de afecciones debidas a diversas especies de hongos que invaden los tejidos vivos, desarrollándose sobre ellos.

El uso de alimentos contaminados con micotoxinas en animales produce disminución de crecimiento, depresiones en la eficiencia de conversión de alimento en producto animal, reducida eficiencia reproductiva, baja en la resistencia a enfermedades infecciosas, reducción en la eficiencia de vacunas preventivas y daños patológicos a órganos como hígado y riñones, además de perjuicios económicos.

Los hongos “del campo” son básicamente hongos del género *Fusarium* y los “del almacenamiento” de los géneros *Aspergillus* y *Penicillium*. Los hongos “de almacenamiento” son relativamente más controlables con buenas prácticas de acondicionamiento y de conservación que los hongos “de campo”. Estas dependen de las condiciones climáticas imperantes durante algunas fases del cultivo, que resultan muy poco controlables en la práctica.

Las aflatoxinas que son micotoxinas producidas por hongos del género *Aspergillus* están consideradas como unas de las micotoxinas más peligrosas por su potencia (poder contaminante aún a muy bajas concentraciones), el tipo de daño, la irreversibilidad del daño en muchos casos. Además se pueden acumular en productos animales y continuar contaminando la cadena alimentaria de esos productos (leche, carne, huevos).

Las micotoxinas derivadas del hongos “del campo” resultan dañosas para la producción pero generalmente tienen muy baja tasa de metabolización y de aparición en los productos derivados de animales alimentados con materiales contaminados. Entre los agentes más frecuentes y perjudiciales se encuentran la zearalenona y los tricotecenos (toxina T-2, diacetoxisciperol o DAS y el deoxinivalenol o DON).

A continuación se presentan algunas patologías producidas en ganado vacuno por las micotoxinas que se encuentran con mayor frecuencia en los alimentos y los límites de aceptación para cada una en la dieta. Estos límites están recomendados para micotoxinas individualmente pero el efecto de estas toxinas es sinérgico.

Micotoxina	Efecto	Limite máximo sugerido en la dita
Aflatoxinas	Disminución de la performance animal y el estado general de salud, residuo en leche	25ppb
DON (Vomitoxina)	Menor cosumo, menor producción de leche, recuento elevado de células somáticas en leche, reducción de la eficiencia reproductiva	300 ppb
Zearalenona	Modificaciones en el nivel de estrógeno, aborto (dosis altas), reducción del consumo de alimentos, disminución en la producción de leche, vaginitis, secreción vaginal, menor performance reproductiva	250 ppb
Toxina T-2	Rechazo del alimento, pérdidas de producción. Gastroenteritis, hemorragias intestinales, muerte, disminución de la respuesta	100 ppb

Micotoxina	Efecto	Límite máximo sugerido en la dita
inmunológica en terneros.		

Un intento para el estudio de micotoxinas en forrajes conservados, en particular silajes, es la búsqueda de DON o vomitoxina como marcador de la presencia de micotoxinas. Esta micotoxina es producida por especies de *Fusarium*. Los cerdos y el gando lechero son las especies más susceptibles.

En la EEA INTA Rafaela se realizó un estudio preliminar, en el que se analizaron 30 muestras de forrajes conservados (campaña 1997-1998), para utilizar DON como marcador de la presencia de micotoxinas, como así también para estudiar la microflora presente en los forrajes, haciendo énfasis, en las especies correspondientes a los géneros *Fusarium*, *Alternaria*, *Aspergillus* y *Penicillium*. También se relacionaron estos resultados con los obtenidos de los estudios químicos de los forrajes.

De las 30 muestras analizadas 11 presentaron contaminación fúngica. Diez tenían DON en concentraciones q entre 500 y 2000 ppb. Es importante destacar que aún en ausencia de *Fusarium* se constató presencia de DON. Por otro lado en un caso dio DON negativo en presencia de *Aspergillus flavus*, un hongo potencialmente productor de aflatoxinas.

Al analizar los datos de calidad de muestras de rollos de pastura se observa que estos fueron confeccionados con más de un 25% de humedad. Las características fermentativas de los silajes que presentaron contaminación fúngica indicaron claramente que el proceso de conservación no fue el adecuado (pH anormales para la especie y valores de NH₃/NT que indican fermentaciones malas a muy malas).

De los resultados obtenidos en este trabajo preliminar se infirió que el DON sería un buen marcador de la presencia de micotoxinas. La presencia de *Aspergillus* productores de aflatoxinas en algunas muestras indicaría que esta micotoxina podría también usarse como marcadora.

Para corroborar estos resultados se realizó otro relevamiento (campaña 1998/199. En todas las muestras se evaluaron vomitoxina y aflatoxinas. Se aislaron hongos en el 76% de las 117 muestras analizadas, un 37% de las muestras presentó valores superiores a 10⁶ UFC/g, valor por encima del cual se considera que hay pérdida de calidad química. El 51% de las especies aisladas carece de capacidad toxigogénica reconocida, un 19% puede producir matabolitos de baja toxicidad y un 22% de alta toxicidad. Se detectó presencia de vomitoxina y / o de aflatoxinas en el 85% de las muestras analizadas con las siguientes combinaciones:

- ☞ 52% con aflatoxinas y vomitoxina juntas
- ☞ 38% con aflatoxinas
- ☞ 10% con vomitoxina

Los valores de aflatoxinas hallados oscilaron entre 0,4 y 80 ppb y los de vomitoxina entre 100 a 1800 ppb. La alta frecuencia de aparición de aflatoxinas en las muestras evaluadas (76%) y de muestras vomitoxina negativa y aflatoxinas positiva (32%) demostraron que vomitoxina no es un indicador adecuado para determinar la presencia de otras micotoxinas. Debería usarse vomitoxina (DON) y aflatoxinas.

Esta información indica que los silajes pueden estar contaminados con hongos y micotoxinas, **¿qué hacer ante la sospecha?**

Se recomienda solicitar los análisis pertinentes a los fines de tomar los recaudos y medidas de manejo adecuados, tanto preventivos como palitivos.

Existen medidas para prevenir la contaminación: utilizar productos antifúngicos, asegurar buenas condiciones de procesamiento de los forrajes, almacenar adecuadamente los alimentos.

Cuando la contaminación existe, se puede realizar una dilución mezclando alimentos de diferentes partidas cambiando, por ejemplo, alimentos con baja contaminación con ingredientes no contaminados. Esta práctica puede ayudar a disminuir el riesgo. Sin embargo, la utilización de las sustancias

denominadas “secuestrantes o adsorbentes de toxinas” parece ser la opción más válida y atractiva, no sólo para palear sino también para prevenir el problema para el ganado bovino de carne y leche. Estos productos, que se utilizan normalmente en las raciones de cerdos y aves, están disponibles en el mercado. Actualmente, existen fórmulas muy eficaces para una amplia gama de micotoxinas.