METEORISMO ESPUMOSO
POR PASTURAS Y POR GRANOS

GUILLERMO ALEJANDRO BAVERA

Médico Veterinario U.B.A. Profesor Titular Efectivo de la Cátedra de Producción Bovina de Carne, ex-Profesor a cargo de la Cátedra de Clínica de Grandes Animales y ex-Director del Departamento de Producción Animal de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional de Río Cuarto. Ex-Prof. Titular de Zootecnia Especial I de la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad del Centro (Río Cuarto). Productor Agropecuario. Ex-miembro CREA Morro II. Ex-Oficial Legislativo (Asesor) en las Comisiones de Agricultura, Ganadería y Recursos Renovables y de Educación y Tecnología de la Legislatura de la Provincia de Córdoba.

Con la colaboración de:

GINÉS SANTIAGO DE GEA

Doctor en Ciencias Veterinarias UNNE. Profesor Asociado a cargo de la Cátedra de Producción Ovina y Caprina del Departamento de Producción Animal y Director de la Cabaña de Corriedale Pozo del Carril de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional de Río Cuarto.

EDUARDO BAGNIS

Médico Veterinario UNRC. Jefe de Trabajos Prácticos de la Cátedra de Producción Bovina de Carne del Departamento de Producción Animal de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional de Río Cuarto. Productor agropecuario. Vocal de la Sociedad Rural de Río Cuarto.

CARLOS PEÑAFORT

Médico Veterinario UNRC. Jefe de Trabajos Prácticos de la Cátedra de Producción Bovina de Carne del Departamento de Producción Animal de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional de Río Cuarto. Ex-Asesor de los CREA Valle del Conlara y Cañada Seca. Coordinador Técnico ACREA Zona Centro. Profesión privada.

FEDERICO CÉSAR DOGI

Médico Veterinario UNRC. Especialista en Reproducción IRAC-UCC. Ex-docente de la Cátedra de Reproducción de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional de Río Cuarto. Profesión privada.

FRANCISCO PEDRO BAVERA

Licenciado UNRC y MSc en Ciencias de la Computación UR. Profesor Adjunto del Área de Computación de la Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales de la Universidad Nacional de Río Cuarto. Profesión privada.

1ª edición
Río Cuarto
- 2010 -

Bavera, Guillermo Alejandro
Meteorismo espumoso por pasturas y por granos. - 1a ed. - Córdoba : el autor, 2010.
128 p. ; 21x15 cm.

ISBN 978-987-05-9136-8
1. Ganadería. I. Título
CDD 636

Fecha de catalogación: 10/08/2010

Titulo:
Meteorismo espumoso por pasturas y por granos

Autor: Méd. Vet. Guillermo Alejandro Bavera

Primera Edición, 2010.
© Autor.

Reservados todos los derechos de la presente edición para todos los países. Este libro no se podrá reproducir total o parcialmente por ningún método grafico, electrónico, mecánico o cualquier otro, incluyendo los sistemas de fotocopia y fotoduplicación, registro magnetofónico o de alimentación de datos, sin expreso consentimiento del autor.

El diseño de la tapa fue realizado por Virginia Boscaro; las fotografías fueron tomadas por miembros de la Cátedra de Producción Bovina de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional de Río Cuarto y escaneadas del banco de fotos y diapositivas de la Cátedra.

Impreso en Argentina
Printed in Argentina

Hecho el depósito que prevé la ley 11.723

Edición del autor. General Paz 359, (5800) Río Cuarto, Argentina.

Distribuidor:
Guillermo A. Bavera, Gral. Paz 359, 5800 Río Cuarto, prov. de Córdoba, Rep. Argentina
Teléfono: 0358-4640292.
E-Mail: gbavera@produccion-animal.com.ar y gbavera@yahoo.com.ar

Este libro se terminó de imprimir el 30 de agosto de 2010 en los talleres gráficos: Bibliográfika, de Voros S.A.

I.S.B.N. 978-987-05-9136-8 - Guillermo A. Bavera.

ÍNDICE GENERAL

Índice general 5
Prólogo 9

Capítulo I: Introducción y pérdidas
Introducción 11
Pérdidas por meteorismo espumoso 12
En pasturas 13
En el exterior 13
En Argentina 13
En feedlots 15
En el exterior 15
En Argentina 15

Capítulo II: Etiología y tipos de empaste
Introducción 17
Meteorismo en general 20
Patogenia 20
Clasificación 20
Meteorismo gaseoso 21
Meteorismo espumoso 22
Meteorismo espumoso por pastoreo 22
Patogenia 22
Etiología 24
Meteorismo espumoso por granos 25
Patogenia 25
Etiología 25
Acidosis 26
Conclusión 26

Capítulo III: Variables de la pastura, edáficas y de la planta relacionadas con el meteorismo
Introducción 27
Variables de la pastura 27
Especies de la pastura 27
Alfalfa 27
Trébol blanco 28
Gramíneas 28
Malezas 28
Leguminosas no empastadoras 28
Composición porcentual de la pastura 29
Estructura de la pastura 29
Cantidad consumida 30
Estado fenológico o de madurez o crecimiento de la pastura 30
Dormancia 32
Variables edáficas 32
Establecimiento, campo, potrero o lote 32
Fertilidad del suelo y fertilización 32
Variables existentes dentro de la planta 33
De acción espumógena 33
Fracción proteica soluble 33
Lípidos 34
Saponinas 34
Pectinas 35
Hidratos de carbono solubles fácilmente fermentescibles 35
Ácidos orgánicos 35
Minerales 36
Fragilidad y resistencia del tejido vegetal 37
De acción antiespumógena 38
Taninos condensados 38
Lípidos cloroplásticos 38
Tasa de desaparición inicial ruminal (DIR) baja 39

Capítulo IV: Variables de la ración con granos relacionadas con el meteorismo
Introducción 41
Tipo de grano 41
Procesamiento 42
Forraje, cantidad y tipo 43
Adaptación 44
Microorganismos 44

Capítulo V: Variables del animal relacionadas con el meteorismo
Especie 45
Raza 45
Edad y categoría 45
Individualidad 46
Productividad 46
Condición corporal 46
Hambre 46
Estrés 46
Heredabilidad 47
pH ruminal 48
Temperatura ruminal 48
Saliva 48
Dilución 49
Buffer 49
Mucina 49
Producción de anhídrido carbónico 49
Escasa salivación 49
Mucoproteínas 49
Microflora y fauna animal 50
Bacterias 50
Protozoarios 51
Meteorismo espumoso por granos 51
Velocidad de paso del alimento, tasa de dilución, renovación ruminal o turnover 51

Capítulo VI: Variables del ambiente relacionados con el meteorismo

Introducción 53
Estación del año 53
Temperaturas moderadas, humedad y elevada radiación solar 53
Sequías 53
Lluvias luego de sequías 54
Noches frías y días soleados y tibios 54
Lluvias y rocíos 54
Días cálidos, húmedos, nublados 54
Madrugadas con lluvia, rocío y/o heladas 54
Baja presión atmosférica 54
Tormentas fuertes 55
Insectos 55
Época de siembra 55
Conclusión 55

Capítulo VII: Diagnósticos

Diagnóstico clínico 57
Escalas para medir el grado de timpanismo 58
Escala internacional de 6 grados 58
Escala de 4 grados 59
Escala de 3 grados 59
Escala de 2 grados 59
Síntesis comparada de las cuatro escalas de empaste 61
Diagnóstico post mortem 61
Antes de 1 hora de muerto 62
Varias horas de muerto 62
Examen externo 63
Necropsia 63
Diagnóstico diferencial 64
Pronóstico 65

Capítulo VIII: Tratamientos

Introducción 67
Grado 1 y 2 67
Grado 3 67
Grado 4 68
Intervención veterinaria 70

Capítulo IX: Prevención mediante la siembra y fertilización de las forrajeras

Introducción 71
Elección de las forrajeras a sembrar 71
Equilibrio de las especies forrajeras 71
Exclusión de leguminosas 72
Aumento en la proporción de gramíneas 72
Festuca 72
Distribución de las especies en la pastura 72
Manejo desde el otoño 72
Mayor superficie de verdeos de invierno 73
Empleo de especies leguminosas no meteorizantes 73
Importancia de la dormancia 73
Alfalfas de bajo poder meteorizantes 74
Fertilización 77
Nitrogenada 77
Fosfatada 77
Potásica 77

Capítulo X: Prevención mediante el manejo de los animales y del forraje

Introducción 79
Manejo del pastoreo 79
Pastoreo de leguminosas pasadas 79
Estado de las pasturas 80
Acostumbramiento lento 80
Dieta invariable 80
Ayuno previo al pastoreo 80
Evitar encierres prolongados 81
Factores climáticos 81
Encierres nocturnos preventivos 81
Pastoreo complementado con avena 82
Pastoreo complementado con verdeos de verano 82
Alambrados electrificados 82
Correcto apotreramiento 82
Clasificación por edad, sexo y raza 82
Bebederos y comederos 83
Agua de bebida 83
Vigilancia con personal capacitado 83
Retiro de animales que se empastan 83
Animales probadores 84
Hacer caminar a los animales mientras se observan 84
Estrés 84
Métodos de pastoreo 84
Pastoreo mixto 84
Pastoreo por horas 85
Horario del cambio de parcelas 85
Presión de pastoreo o carga 85
Remanente adecuado 86
Zonas con montículos 86
Zonas con pendiente 86
Tener donde volver o trasladar los animales 86
Suministro de suplementos 87
Silo o heno previo al pastoreo 87
Suplementación con concentrados y/o subproductos 88
Pastoreo combinado 88
Suplementación con sales minerales 88
Ad libitum en saladeros 88
Inyectables 88
Premarchitado de las pasturas por corte 89
Corte y oreo con entrega en el lugar de corte 89

Corte y oreo con entrega fuera del lugar de corte 90
Desecamiento con herbicidas 90
Fumigación con desecante de contacto (paraquat) 90
Fumigación con desecante sistémico (2-4-D) 92

Capítulo XI: Prevención mediante productos que actúan a nivel del rumen

Introducción 93
Clasificación de los productos antiempaste por su composición y acción 94
Tensioactivos sintéticos 94
Agentes antiespumantes 94
Antibióticos (penicilina, eritromicina) 95
Antibióticos (ionóforos) 95
Monensina 97
Lasalocid 97
Salinomicina 98
Tetranosina 98
Presentación 98
Toxicidad de los ionóforos 98
Dosis y toxicidad de la monensina 98
Sales 99
Sodio y potasio 99
Magnesio 99
Fósforo 100
Calcio 100
Azufre 101
Cobre 101
Cobalto 101
Hierro 101
Yodo 101
Níquel 101
Clasificación de los productos antiempaste por su efectividad 102
Efectividad del producto por sí mismo 102
Efectividad alta 102
Efectividad relativa a baja 102
Efectividad según forma de administración 102
Efectividad alta 102
Efectividad mediana 102
Efectividad variable 102
Métodos de suministro de productos antiempaste que actúan en el rumen 103
Dosificación individual 103
Dosificación oral (drenching) 103
Dosificación oral con gel viscoso (gel drenching) 103
Cápsulas intrarruminales de liberación lenta 104
Pincelado en el flanco del animal 105
Asperjado, fumigado o rociado sobre la pastura 105
Productos mezclado en raciones 106
Productos en el agua de bebida 107
Productos en bloques para lamer 108
Productos dosificados en sales minerales en saladeros ad libitum 109
Conclusión 109

Capítulo XII: Prevención en el feedlot

Introducción 111
Mezcla de granos 111
Trigo y cebada 111
Maíz y sorgo 112
Método de procesamiento 112
Contenido de humedad del grano 112
Grano humedecido o reconstituido 112
Ración húmeda 112
Silo de grano de maíz húmedo 113
Empleo de aditivos 113
Porcentaje de grano y fibra en la dieta 113
Duración de la adaptación 113
Acidosis 113
Productos antiempaste 113
Velocidad de paso del alimento 114
Mezclas minerales 114
Raza 114
Heredabilidad 114
Individualidad 114
Instalaciones 114
Manejo de los lotes 114
Temperatura ambiente 114
Sombra 115
Conclusión 115

Capítulo XIII: Conclusiones generales

Conclusiones generales 117

Bibliografía

Bibliografía 119

Sin embargo de que al tratar del modo de cuidar las majadas, hemos de hablar de las precauciones necesarias para evitar en lo posible el empaste y preservarlas de una muerte cierta, corresponde que digamos aquí lo que hay respecto de este gravísimo daño.

José Hernández, 1882. Instrucción del estanciero, Bs. As., Ed. Carlos Casavalle, 84.

PRÓLOGO

En este libro, el lector conocedor del tema no va a encontrar grandes novedades.

No se pretende agotar la cuestión del meteorismo espumoso, que ha sido investigado exhaustivamente, se sigue investigando y del cual se han publicado numerosos trabajos.

Solo intentamos lograr una síntesis que sirva como guía de los conocimientos actuales y las soluciones preventivas posibles al alcance de los productores.

Es muy interesante la lectura de los textos de José Hernández que encabezan gran parte de los capítulos, ya que sus correctas observaciones empíricas han ido hallando su correspondiente explicación científica, lo que ha permitido aplicar medidas preventivas adecuadas.

Es nuestro deseo que este trabajo sea de utilidad al profesional asesor y a los ganaderos. Si esto se logra, habremos cumplido nuestro objetivo.

Guillermo Alejandro Bavera
Río Cuarto, 2010

"Es incalculable el número de animales de toda especie, y especialmente lanares, que la Provincia pierde todos los años por causa del empaste. Es una sangría perpetuamente abierta al capital individual".

José Hernández, 1882, Instrucción del Estanciero, Ed. Carlos Casavalle, Bs. As., 85.

Capítulo I

INTRODUCCIÓN Y PÉRDIDAS

INTRODUCCIÓN

El meteorismo gaseoso, secundario, meteorización, timpanismo, timpanitis, abotagamiento y el meteorismo espumoso, primario, empaste, indigestión espumosa del rumen, abotagamiento espumoso o bloat son trastornos digestivos de los rumiantes causados por la excesiva retención de gases (40 a 200 litros) de la fermentación microbiana del alimento (forrajes y/o granos), lo que provoca una distensión anormal del retículo-rumen. Esta retención de gases en el gaseoso se concentra como una sola gran burbuja de gas libre en la parte superior del rumen y en el espumoso, como su nombre lo indica, el gas se retiene en forma de espuma en todo el contenido ruminal. Esta distención del rumen reduce su motilidad, afectando la presión los mecanismos respiratorio y circulatorio, causando pérdidas económicas por importantes descensos de la producción, con elevada mortalidad en los animales más gravemente afectados.

El meteorismo gaseoso, en general, son casos clínicos individuales, por lo que en este trabajo nos referiremos principalmente al meteorismo espumoso, que aparece en rodeos, y es el que más pérdidas produce.

Todos los rumiantes son propensos al meteorismo espumoso o empaste, si bien hay diferencias en susceptibilidad entre especies. Es mucho más común en vacunos que en ovinos y caprinos. Se presenta más frecuentemente en animales que pastan algunas leguminosas como la alfalfa y los tréboles rojo y blanco, aunque también aparece sobre ciertas gramíneas forrajeras y en los feedlots.

Se lo conoce en la Argentina desde hace mucho tiempo. José Hernández ya lo describe en 1882 como un grave problema producido por alfalfa y cardo.

A partir de la década de 1990, el uso de alfalfas de baja latencia invernal, la mayor producción y mejor aprovechamiento de las leguminosas, los sistemas de pastoreo rotativo de pasturas de rápido crecimiento y el consiguiente aumento de la carga, llevaron a una mayor frecuencia de empaste en los rodeos de carne y de leche.

Es un problema multicausal complejo, por lo que conocer los diversos factores que intervienen en su aparición, las formas de prevención, manifestaciones, ventajas y desventajas de cada tecnología y su oportunidad de uso, es fundamental para un eficiente control.

La alimentación de los rumiantes se basa en la simbiosis entre los microorganismos ruminales y el animal. El rumiante aporta la ingestión de alimentos y las condiciones adecuadas del mar ruminoreticular (temperatura, pH, anaerobiosis, ambiente reductor, mezclado, movimientos). Las bacterias, hongos, levaduras y protozoos utilizan parcialmente los alimentos para desarrollarse y multiplicarse, haciendo útiles para el animal forrajes que de otra forma serían indigestibles, aportando productos de la fermentación con valor nutritivo para el rumiante, como los ácidos grasos volátiles, la proteína microbiana y ciertas vitaminas.

Cuando esta relación simbiótica se altera como consecuencia de cambios bruscos en la alimentación o por la presencia de sustancias no deseadas, se produce un desequilibrio en la población microbiana ruminal que conduce a la aparición de alteraciones patológicas, entre las que la acidosis y el meteorismo son las más importantes (Calsamiglia y Ferret, 2002).

No es posible conocer con certeza cuándo aparecerá el empaste en un rodeo. En algunos establecimientos es un gran problema, mientras que en otros solo ocurre esporádicamente. Tampoco existe un método de prevención ideal que sea al mismo tiempo económico, seguro, fácil de aplicar, que no afecte la pastura, y que no complique el manejo de los animales en pastoreo, aunque la investigación ha permitido importantes avances en el conocimiento de sus causas y de los factores que predisponen a la enfermedad.

La importancia en Argentina de la alfalfa como forraje de alta calidad obliga al productor a convivir con el empaste, pero si se tienen en cuenta las variables que modifican el riesgo y se implementan las técnicas que aseguran una prevención aceptable, se puede lograr un nivel admisible de control y conservar una alta producción.

PÉRDIDAS POR METEORISMO ESPUMOSO

Se puede considerar al meteorismo espumoso o empaste una enfermedad netamente económica, pero las cifras exactas de las pérdidas relacionadas con el mismo son difíciles de calcular ya que son muchos los factores involucrados.

Las pérdidas están conformadas por:

- Muerte de animales, que es la pérdida a la que generalmente se le presta la mayor atención porque es la más impactante y la más fácil de evaluar, aunque muchas veces pasan inadvertidas otras pérdidas económicamente superiores. Es la primera causa de muerte en tambos a pastoreo y en planteos intensivos de invernada.
- Casos subclínicos, leves o crónicos, con disminución de la ganancia de peso o de la producción de leche.
- Casos clínicos con tratamiento que generalmente llevan a una recuperación lenta con pérdida de peso.
- Disminución del consumo de alimentos, lo que se refleja en bajas ganancias de peso y de producción de leche.
- Desaprovechamiento de forraje de alta calidad al pastorear alfalfas maduras (menor digestibilidad) o de la ración de alta calidad en feedlot.
- Pérdidas derivadas del uso de praderas mixtas, más seguras para prevenir el meteorismo, pero en general menos productivas que las de leguminosas.
- Pérdidas de producción de las pasturas por restricción de su fertilización para disminuir su efecto meteorizante.
- Necesidad de emplear reservas y suplementos.
- Estrés de los animales por cambios en su rutina alimenticia y en el manejo, y por lo tanto, disminución de la producción
- Complicaciones generales en el manejo del ganado en épocas en que faltan otras pasturas de buena calidad.
- Mayores costos en insumos preventivos y terapéuticos.
- Mayor demanda de mano de obra para observar, controlar los animales y aplicar los tratamientos preventivos y curativos.
- Mayores costos en maquinarias e instalaciones para la implementación de algunas de las técnicas de prevención.
- Altos costos en investigación y extensión de entidades oficiales y privadas.
- Estrés en el productor y en su personal ante el temor de muerte de animales y pérdidas de producción.

En pasturas

En el exterior

El empaste produce considerables pérdidas económicas a nivel mundial. En los últimos años, los países más avanzados en el estudio del problema (EE.UU., Australia y Nueva Zelandia) han calculado pérdidas, considerando morbilidad y mortalidad, por 310, 180 y 25 millones de dólares anuales respectivamente.

En la principal región ganadera del Canadá, el 40 % de los establecimientos presentó animales afectados con pérdidas de 9 millones de dólares por año (Howarth, 1975).

En Estados Unidos, un comité ha estimado una pérdida anual del 1,5 % de la producción en la industria ganadera (Jensen y Mackey, 1979).

En Nueva Zelandia constituye el principal problema sanitario de los tambos (Carruthers, 1991). En 1986 el meteorismo apareció en el 87 % de 312 tambos relevados al azar (Carruthers y col., 1987). Se destaca que en el 93 % de estos tambos se empleaba algún método de prevención (productos químicos y/o manejo) y sólo el 7 % no implementaba algún método de control. En una sola estación (primavera de 1986) el 35 % de los productores tuvo empaste en sus rodeos. En 1977/78 cuando la tasa de mortalidad por empaste fue del 0,6 %, el meteorismo afectó al 68 % de los rodeos lecheros de Nueva Zelandia y provocó muertes en el 40 % (Bryant, 1991). El promedio de muerte de vacas lecheras por empaste, que era del 0,2 % del total de animales en 1938-1943, subió al 0,7 % en 1963-1987 (Bryant, 1991), a pesar del uso mucho más difundido de mejores medidas de control y manejo. Este aumento de mortalidad se debería al mayor uso de leguminosas en las pasturas, e indudablemente, sin aquellas medidas preventivas la magnitud del problema sería aún mayor.

El costo anual del meteorismo sólo para la producción lechera de Nueva Zelandia se ha estimado en 14 millones de dólares (Bryant, 1991). Esto incluye muerte de vacas, disminución de la producción y costo de productos antiempaste, pero no incluye el costo de la mano de obra para aplicar las medidas de control. Tampoco incluye las potenciales pérdidas de producción debidas a la renuencia de algunos productores a fertilizar y aumentar la productividad de sus campos por temor al empaste.

En Australia, el empaste provoca pérdidas anuales por 6-7 millones de dólares, considerando solamente las muertes de animales en los rodeos lecheros (Moate, 1991). Han sido comunes en algunos años registros del 2 al 5 % de animales muertos (Ball, 1991), y recientemente se estimó que entre el 1 y el 2 % de las vacas lecheras mueren a causa del meteorismo espumoso, lo cual representa 8.500-17.000 vacas por año (Moate, 1991). También se comprobó que el meteorismo leve disminuía la producción de leche en un 7 % mientras que con empaste severo la reducción llegaba al 11 % (Stockdale, citado en Laby, 1991). Cuando se suministró un producto antiempaste a vacas que pastaban en potreros con predominancia de trébol blanco, se obtuvo un 15 % de aumento en la producción de leche (Morris y col., citados en Laby, 1991).

El control del meteorismo en vacunos para carne, mediante dispositivos intrarruminales que liberaban diversos productos antiempaste, aumentó entre 7 % y 36 % las ganancias de peso respecto de los animales no tratados (Laby, 1991), supuestamente por un mayor consumo (Fay, 1992).

En Argentina

La Argentina es uno de los países donde la principal especie forrajera para consumo directo es la alfalfa, ampliamente difundida en grandes áreas de producción de carne (engorde o invernada) y leche, en pasturas puras o consociadas con otras especies, tanto por su aporte alimenticio como por su capacidad restauradora de la fertilidad y estructura de los suelos. En invernada, probablemente sea la causa de mortandad más importante.

Los altos niveles de producción que la alfalfa es capaz de generar están directamente correlacionados con el empaste, que se ha extendido a gran parte de su período de utilización por la difusión de cultivares con bajo o nulo reposo invernal, y aunque no se dispone de una estimación precisa a nivel nacional, las pérdidas se consideran altas en función de informaciones parciales.

En la zona sur de la provincia de Santa Fe, según la E.E.A de Venado Tuerto del INTA, las pérdidas sólo por muerte fueron del 2,3 % sobre el total de existencias ganaderas y fueron el 80 % del total de las muertes anuales.

Las estadísticas de la Argentina nos indican que el empaste produce comúnmente una mortalidad de entre el 1 y 2,5 % de la población total de vacunos, cifras que son superadas en algunos años. En condiciones favorables para su aparición, la mortalidad puede llegar al 50 % de los animales expuestos a la pastura peligrosa.

La Unidad Operativa Cuenca del Salado de la EEA INTA Balcarce, en su Informe Nº 17 de Diciembre 2005 del Registro de Enfermedades en Rumiantes, en el Período: 01.09.2005 al 30.11.05 (primavera), determinó lo siguiente:

Considerando los 689 casos registrados en conjunto, las causas que produjeron el mayor número de animales afectados, en orden decreciente, fueron:

- **Enfermos**: parasitosis gastrointestinal, diarrea neonatal, pediculosis, hipocuprosis y queratoconjuntivitis;
- **Muertes:** diarrea neonatal, neumonía, **empaste/meteorismo/timpanismo**, mancha y carbunclo.

Mientras que si tomamos por categorías, enfermos y/o muertos, encontramos:

- **Novillos y novillitos**: **empaste/meteorismo/timpanismo**, actinobacilosis, mancha, queratoconjuntivitis y actinomicosis.
- **Vaquillonas:** distocia, **empaste/meteorismo/timpanismo**, queratoconjuntivitis y brucelosis (por serología).

En el sudeste bonaerense también se observa en los últimos años un incremento en el uso de alfalfa y tréboles, lo cual hace previsible un aumento de los casos de meteorismo en esta región. Datos publicados por el Departamento de Producción Animal de la E.E.A. INTA Balcarce señalan que en el período Julio/87-Diciembre/88, se denunciaron casos de meteorismo en los siguientes partidos de su área de influencia: Azul, Balcarce, Gral. Alvarado, Mar Chiquita, Olavarría, Rauch, Saladillo y Tandil (Crenovich y Barragán, 1987/89). Estos casos de empaste afectaron tanto a vacunos de cría y recría como a novillos de engorde, observándose una morbilidad del 2,7 % y una mortalidad del 2,1 % sobre 4520 bovinos expuestos a las pasturas con leguminosas meteorizantes (principalmente trébol rojo).

Estas cifras son semejantes a las observadas en pasturas con alfalfa en el sur de la provincia de Santa Fe (Correa Luna y col., 1991). Según estos autores, en esa zona el empaste es el problema sanitario de mayor importancia para la producción ganadera, siendo la causa de aproximadamente el 80 % del total de muertes/año, e indican una pérdida, sólo para esa provincia, de aproximadamente 2 millones de dólares anuales, teniendo en cuenta únicamente la mortalidad.

Suárez y Miranda (2007) realizaron diversas encuestas en la provincia de La Pampa. En el Departamento Capital, el meteorismo espumoso fue declarado en el 52.4 % de los rodeos encuestados, donde el 14.3 % manifestó tener problemas graves y el 38.1 % restante, leves. El 50 % de los productores lo trataban preventivamente. En el Departamento Realicó, el empaste ocurre en el 48,9 % de los rodeos encuestados, donde el 11,1 % tiene problemas graves y el 37,8 % restante, leves. El 65,7 % de los productores lo trataban preventivamente.

Si bien la pérdida más evidente que provoca el empaste es la muerte de los animales, las otras pérdidas directas e indirectas exceden ampliamente su valor. Esas pérdidas son ocasionadas por la disminución del consumo de forraje en los animales empastados que no murieron y en los casos subclínicos con un grado moderado de meteorismo, en la eficiencia del uso de la pastura en determinada época del año, en bajas en el peso vivo o en el aumento diario de peso y en la producción de leche, sea por el empaste en sí mismo o por el continuo retiro de los animales de la pastura empastadora. Es decir, que a las pérdidas directas causadas por la muerte de los animales se suman las indirectas, que se calcula pueden provocar una disminución de hasta el 40 % en producción de carne y del 11 % en producción de leche (Howart et al, 1986).

Si se ha tenido que trocarizar (chucear) un animal, éste se atrasa en su evolución, y algunas veces se producen infecciones, miasis y/o daños en órganos vecinos, que igualmente terminarán en muertes. Entre el 30 y el 50 % de los animales trocarizados mueren en las siguientes semanas. especialmente si no hay atención veterinaria.

También deben considerarse las pérdidas por no utilizar especies forrajeras valiosas o hacerlo cuando han perdido calidad. Los engordes se ven significativamente disminuidos por el uso de alfalfares florecidos, en los que su digestibilidad posible de un 80 % decrece a cifras apenas superiores al 50 %, logrando de esta manera

ganancias diarias cercanas a medio kilo, cuando es posible duplicarlas pastoreando las alfalfas con mayor digestibilidad.

La introducción en Argentina de variedades de alfalfa sin latencia ocasionó que los problemas de empaste que se presentaban principalmente en primavera y otoño, se extendieran también a otras épocas del año.

Se ha estimado que para controlar adecuadamente el empaste en tambos de 230 vacas promedio, se gastan alrededor de 120 horas/hombre por año (Cameron y Malmo, 1991). Las principales medidas consideradas para ese cálculo fueron: rociado de la pastura, productos antiempaste en agua de bebederos, tomas individuales y observación del rodeo en pastoreo. Al costo de estas medidas de control hay que agregar la amortización del equipo empleado (tractores, pulverizadoras, pistolas dosificadoras, etc.).

En 1996, según la SAGPyA, el empaste afectó al 6 % del rodeo nacional. Si bien las pérdidas sufridas en los establecimientos de invernada en el país últimamente no han sido medidas, en base a mediciones parciales, se estiman más altas.

En feedlots

En el exterior

Trabajos de principios de los setenta realizados en EE.UU. sobre 450.000 cabezas de feedlot mostraban que el timpanismo podría ser responsable de un 0,1 % de mortalidad. En un relevamiento sobre 28.500.000 animales de feedlot realizado durante el período 1990-1993 se determinó que la mortalidad por disturbios gastrointestinales (timpanismo, acidosis y coccidiosis) fue de 0,061 % y que el 24 % de esta mortalidad fue atribuida a timpanismo. Esto nos está sugiriendo que cambios en las prácticas de manejo han reducido el número de muertes ocasionadas por timpanismo.

Sin embargo un reciente relevamiento en el oeste de Canadá encontró que las mortalidades debidas a timpanismo variaban entre 0,1 a 0,2 %. Estos resultados estarían indicando que el timpanismo podría ser dependiente de variantes como el manejo del comedero, la composición de la dieta y el tipo de animal.

Como en el caso del timpanismo en pasturas, en los feedlots las muertes son las pérdidas más visibles, pero las producidas por el aparte y tratamiento de los animales timpanizados y la disminución de la producción en los animales sobrevivientes son más importantes.

En Argentina

Costa y col. (2003), en un feedlot del partido de La Plata (Bs.As.) determinaron que el 27,13 % de las muertes se debían a problemas digestivos. El 11 % de ese porcentaje fue causado por timpanismo espumoso. Los autores consideraron que hubiera sido posible su prevención.

En la Argentina no hay aún estadísticas generales sobre el impacto del meteorismo en los feedlots.

El empaste es un desarrollo exesivo de gases, que distendiendo los intestinos, oprimen los pulmones, produciendo de esta manera la asfixia por compresión, cuyo resultado inmediato es la muerte del animal.

José Hernández, 1882. Instrucción del estanciero, Bs. As., Ed. Carlos Casavalle, 85.

Capítulo II

ETIOLOGÍA Y TIPOS DE EMPASTE

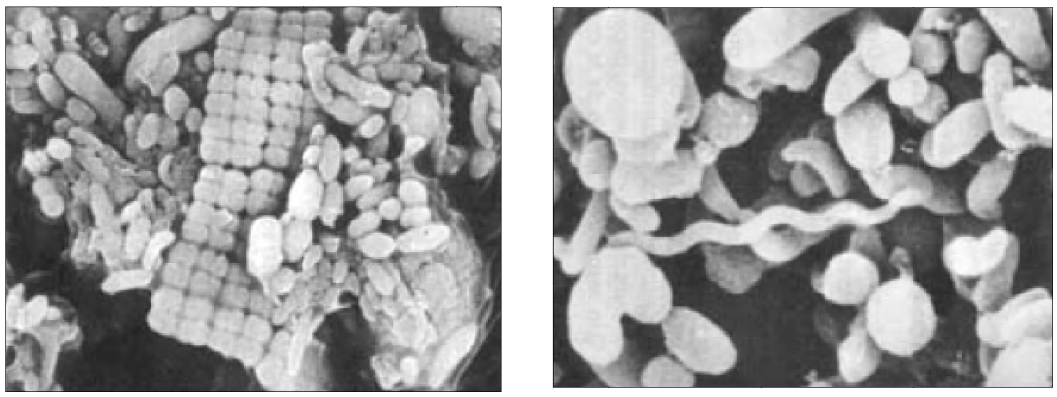
INTRODUCCIÓN

Al amplio abanico de procesos patológicos que pueden afectar a los primeros divertículos gástricos podemos dividirlo en dos grandes grupos, atendiendo a la naturaleza de la alteración original; así hablaremos por un lado de **trastornos motores** y, por otro, de **alteraciones en la fermentación**. El aceptar esta clasificación, artificial, como suelen serlo todas, con el fin de separar, y por tanto, de comprender más fácilmente los distintos mecanismos patogénicos que pueden afectar a los preestómagos, no nos debe hacer olvidar la total interdependencia de todos estos procesos que, al final, acaban presentado muchas veces la misma sintomatología (anorexia, problemas en rumia y eructación, etc.) y normalmente la misma consecuencia: el **meteorismo o timpanismo**, proceso que, por sus particulares características, consideraremos como un tercer grupo de alteraciones (Rodríguez Sánchez y col., 1993).

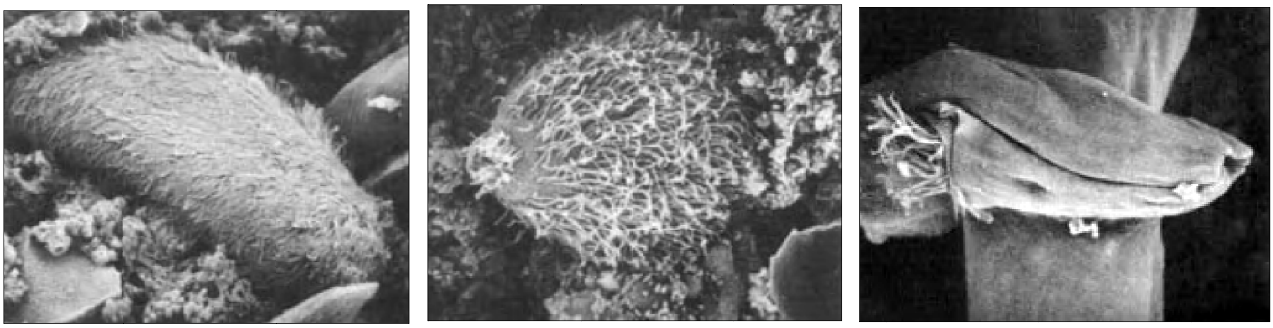
En el retículo-rumen, casi todas las bacterias son anaerobias no esporuladoras, unas pocas especies son anaerobias facultativas y ocasionalmente se detectan bacterias anaerobias que forman esporas (Ej.: Oscillospira guillermondii). La densidad bacteriana va de 10.000.000.000 a 100.000.000.000/ml de contenido ruminal y se reconocen alrededor de 250 especies. Las concentraciones aproximadas de hongos y levaduras son del orden de 100.000/ml y las de protozoos en 10.000.000/ml, siendo el volumen total de las bacterias, hongos y levaduras similar al de los protozoos.

Las bacterias son las de mayor influencia en la fermentación ruminal por la gran cantidad de especies, su número y la adaptación a cambios en las condiciones medioambientales ruminales.

La mayoría de las especies de bacterias son cocáceas. Los cocus y bacilos cortos miden de 0.4 a 1 μm de diámetro por 1 a 3 μm de largo. Otras formas bacterianas que se encuentran son espiroquetas, rosetas, tetracocus, sarcinas, etc. (Figs. 2-1). Existen cepas que modifican su forma dependiendo de las variaciones del medio ruminal.



Figuras 2-1. Algunas formas de bacterias ruminales.



Figuras 2-2.- Protozoarios. a y b) Clase Ciliados, Sub-clase Holotricos. Tienen su cuerpo cubierto de cilios. c) Orden Entodiniomorfos u Oligotricos. Tienen solamente un penacho de cilios en el polo anterior.

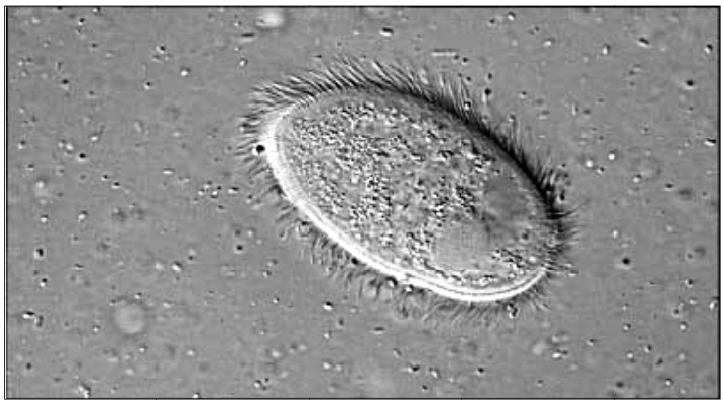


Figura 2-3.- Protozoario ciliado en medio de bacterias.

La fermentación microbiana da lugar, como productos finales, a ácidos grasos volátiles (AGV), gases, calor y energía bajo la forma de adenosíntrifosfato (ATP), por lo que la fermentación es la principal responsable de la producción gaseosa del rumen.

El exceso de poder reductor generado durante la conversión de una hexosa a acetato o butirato es utilizado, en parte, durante la formación del propionato pero, sobre todo, para la conversión a metano (France y Siddons, 1993). Las bacterias metanogénicas como *Methanobrevibacter ruminantium*, *Methanobacterium formicicum* o *Methanomicrobium mobile*, presentes en el rumen utilizan el H_2 para reducir el CO_2 a metano y así obtener ATP (Russell y Gahr, 2000). El metano es un producto de desecho nutricional que puede representar entre el 2 y 12 % de la energía bruta consumida por el rumiante (Johnson y Johnson, 1995). La reacción química que lleva a la producción de metano es la siguiente (Van Soest, 1994):

$$4\ H_2 + CO_2 \rightarrow CH_4 + 2\ H_2O$$

La producción de metano ayuda a mantener la presión parcial de hidrógeno en un nivel muy bajo, lo que evita que lactato o etanol sean los mayores productos de fermentación, permitiendo que se forme más acetato (Wolin y Miller, 1988). Esto conlleva a una mayor eficiencia del crecimiento bacteriano (Van Nevel y Demeyer, 1995) como resultado de la formación de metano en el rumen.

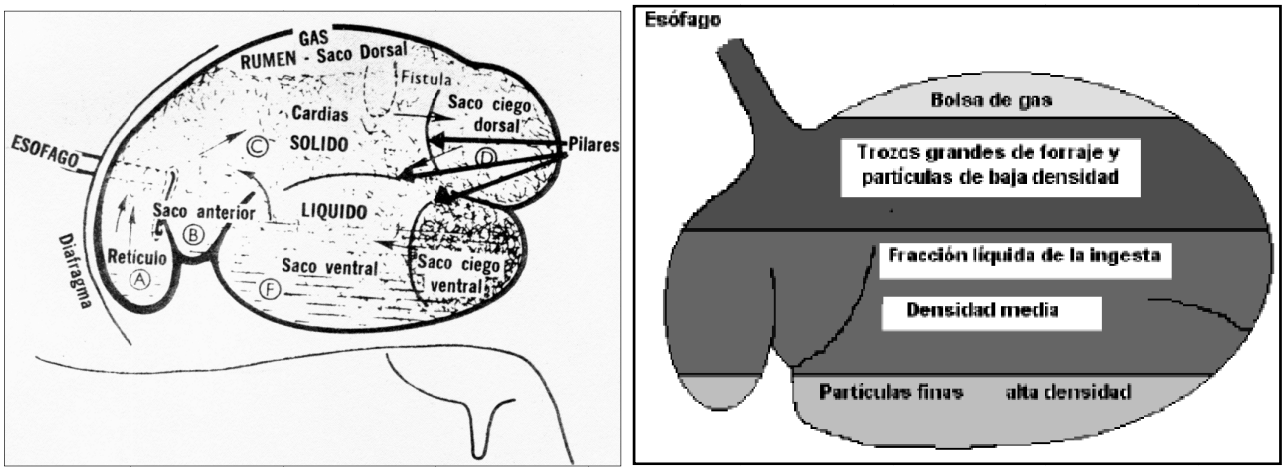
La producción de gas es constante y abundante, y su eliminación mediante la eructación se realiza, en general, sin problemas. La composición de la mezcla gaseosa es aproximadamente del 65 % de anhídrido carbónico (CO_2), 27 % de metano (CH_4), 7 % de nitrógeno (N_2), 0,6 % de hidrógeno (H_2) y 0,01 % de sulfhídrico (SH_7). Su producción es de unos 12 litros/h en animales en ayuno a 120 litros/h en animales bien alimentados (Yokohama y Johnson, 1988), en promedio, unos 600 litros por día.

La velocidad de producción de gas, así como la cantidad producida, no son constantes sino que están en función de distintos factores entre los cuales los tres más importantes, íntimamente relacionados entre sí, son:

la población microbiana existente, el pH ruminal y el sustrato alimenticio sobre el que actúa dicha población microbiana, o sea, la dieta que ingiere el animal. Una vaca alimentada con gramíneas puede producir 100 litros de gas durante la primera hora de ingestión mientras que mantenida con dieta de leguminosas puede producir 200 litros por hora.

Normalmente, las burbujas de gas producidas presentan coalescencia (se unen unas a otras), separándose del contenido ruminal líquido y sólido, formando una gran burbuja de gas libre por encima del nivel de ese contenido, en posición dorsal y craneal del rumen. Su eliminación se produce periódicamente por el eructo. La secuencia del reflejo del eructo es iniciada por la presencia de este gas libre en el saco dorsal del rumen, que estimula a receptores sensitivos de la zona del cardias, los que contrariamente son inhibidos por líquidos y sólidos.

El cardias normalmente está sumergido en la digesta y es limpiado por las contracciones ruminales que redistribuyen el contenido ruminal. El eructo se puede presentar asociado a contracciones primarias o secundarias, entendiéndose estas últimas como contracciones extras de alguna región rumino-reticular que ocurren en el ciclo de mezcla. El gas llega a la zona cardial con la relajación del retículo y saco ventral del rumen que es coincidente con la contracción del saco dorsal (contracción complementaria eructativa). El cardias y una zona anterior a él (esfínter diafragmático) son relajados permitiendo el paso de gas al esófago torácico. Una vez que el esófago se encuentra lleno de gas el cardias y esfínter diafragmático se cierran, y el esfínter faringoesofágico se relaja de manera que el gas es forzado a llegar a la nasofaringe a velocidades de 150-200 cm/seg. Antes de su expulsión el esfínter nasofaríngeo se cierra, la glotis permanece abierta y los labios cerrados, de manera que 70 a 80 % del gas eructado penetra al tracto respiratorio.



Figuras 2-4.- a) Esquema normal del rumen-retículo del rumiante y su ubicación visto del lado izquierdo; b) Esquema del contenido del rumen-retículo en condiciones normales visto del lado izquierdo.

Si no ocurre ningún tipo de disturbio, siempre existe una capacidad de eliminación de gas superior a la capacidad del rumen en producirlo, aún en condiciones máximas. Normalmente se eliminan más del 80 % de los gases por eructación, lo que hace que la presión intrarruminal permanezca cercana a la atmosférica.

Con una alimentación a base de heno, el bovinos eructa unas 15 a 20 veces por hora; con forraje verde fresco, 60 a 90 veces/hora. En promedio, la vaca eructa unas 0,5 a 0,8 veces por minuto y la oveja unas 0,6 veces por minuto.

Si las condiciones ruminales impiden que las contracciones normales ocurran o no sean suficientes para limpiar el cardias, o si el movimiento del gas hacia el esófago es obstruido y/o la digesta aumenta de volumen por la presencia de espuma, se presenta el meteorismo.

En el rumen actúan agentes estabilizantes e inhibidores de la espuma. El equilibrio entre estos factores espumógenos y espumolíticos mantiene la espuma en valores aceptables para el animal.

METEORISMO EN GENERAL

En todas las formas de meteorismo, la distensión del rumen trae como consecuencia efectos circulatorios y respiratorios, complicados con un aumento de absorción de CO_2 desde el mismo.

Patogenia

La gran distensión retículo-ruminal presiona sobre el diafragma, comprimiendo el aparato respiratorio y cardiovascular con compresión de los vasos sanguíneos. La presión sobre los pulmones compromete la hematosis, disminuye la capacidad de los pulmones y recarga al corazón derecho. A medida que aumenta la presión, se produce la oclusión de la vena cava con congestión en la parte caudal del cuerpo. A su vez, la compresión de los vasos abdominales agrava la insuficiencia derecha y origina una redistribución de la volemia. Se produce una isquemia de los órganos abdominales y una congestión pasiva de las partes anteriores y periféricas del cuerpo.

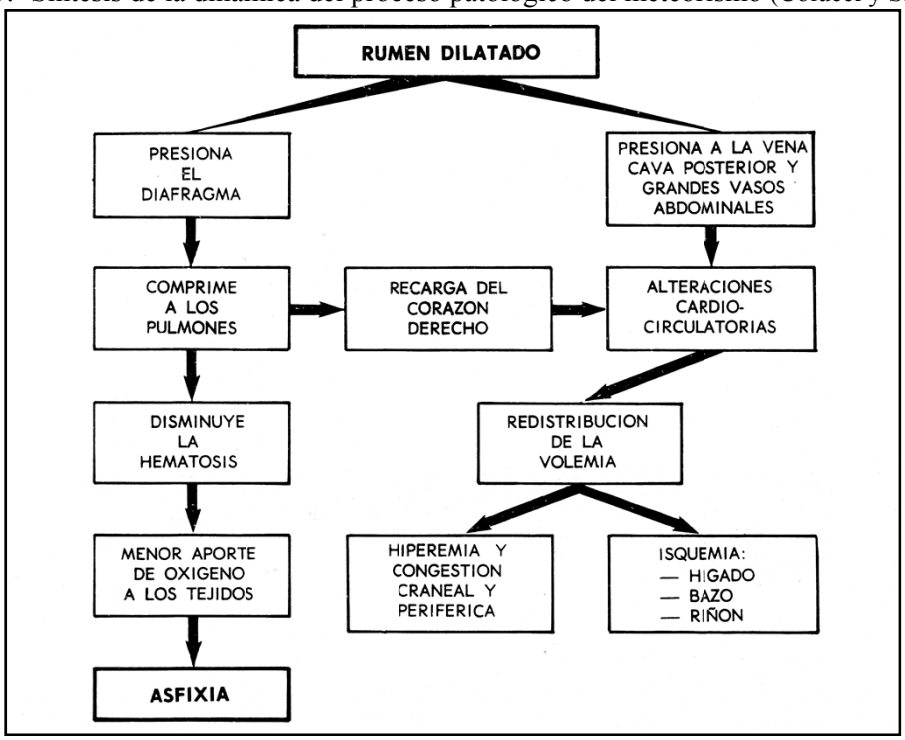
Los animales intentan micción y defecación cuando la presión intrarruminal es superior a 25 cm H_2O. Algunos animales pueden tolerar presiones superiores a 50 cm H_2O.

Los volúmenes de gas en los bovinos con timpanismo son elevados, 50-70 litros, produciéndose un incremento exponencial en la presión intrarruminal al aumentar el volumen del rumen, especialmente a medida que disminuye el potencial de incremento del abdomen.

Al estar inhibida la eructación, se absorben elevadas cantidades de dióxido de carbono, lo que complica aun más la hipoxia celular. A medida que aumenta la dilatación ruminal, la hematosis se compromete más y la falta de aporte de oxígeno a los tejidos determina la muerte por asfixia, con el agregado de una hiperpotasemia a consecuencia de un menor flujo de sangre al riñón debido a la oclusión parcial o total de la aorta abdominal.

La isquemia hepática explica la rápida proliferación de clostridios y otros microorganismos causantes de la rápida putrefacción luego de la muerte.

Cuadro 2-5.- Síntesis de la dinámica del proceso patológico del meteorismo (Colucci y Sienra, 1979)



Clasificación

Existen diferentes clases de meteorismos que pueden o no estar asociados entre sí.

Essig (1988) los clasifica por su etiología en:

a) meteorismo provocado por el consumo de leguminosas,
b) meteorismo asociado a los feedlots o por consumo de granos,
c) meteorismo por causa tóxica (HCN y NH_3),
d) meteorismo patológico (abscesos) y
e) meteorismo provocado por obstrucción (adherencias).

Rodríguez Sánchez (1993) clasifica su etiología en:

a) fracaso en la relajación del cardias.
b) obstrucción a nivel del cardias o de cualquier punto del esófago.
c) parálisis motora a nivel de retículo/rumen, hecho que impide las contracciones necesarias para la expulsión del gas.

Otros autores (Church, 1975; Hungate, 1966; Van Soest, 1994; Espinase y col., 1995; Cheng y col., 1998) dividen el meteorismo en solo dos tipos, que es la clasificación que emplearemos:

a) gaseoso y
b) espumoso.

De todos modos, esta división no es tajante, dado que la cantidad de gas libre está dada por la estabilidad y la duración de la espuma, existiendo en el meteorismo espumoso cantidades variables de gas libre y no son raras las formas mixtas (Colucci y Sienra, 1979)

METEORISMO GASEOSO

El meteorismo gaseoso es un tipo de meteorismo en el cual los gases no pueden ser eliminados, aunque se encuentran separados del contenido sólido y líquido del rumen, es decir, hay gas sin espuma. El gas se acumula en forma de una gran burbuja, por lo que hay un llenado excesivo del rumen acompañado de hipomotilidad, la que lleva a que no se dé con la suficiente intensidad la segunda contracción ruminal (contracción complementaria eructativa), que es la que descubre el cardias y permite la salida del gas mediante el eructo.

Esta falta de motilidad ruminal puede deberse a trastornos dolorosos que producen la liberación de histamina, la que causa atonía gástrica. Otras causas son hipocalcemia, que si es posparto generalmente es leve pues el animal ha comido poco, acidosis (reducción de la motilidad ruminal), alcalosis ruminal (parálisis del rumen), decúbito prolongado lateral, especialmente derecho, o laterodorsal con imposibilidad de modificarlo (mal del surco) que hacen que el orificio caudal del cardias quede sumergido en el líquido ruminal, intoxicaciones que reducen la motilidad ruminal (cianhídrico por consumo de sorgos o gramillas, amoníaco, cianuro de potasio, atropina, urea, ciertos medicamentos, ingestión de saltamontes o mantis religiosa en abundancia, etc.).

La inhibición del eructo también puede deberse a una obstrucción mecánica del esófago (ingestión de un cuerpo extraño, como ser hueso, tubérculos, madera, etc. o bezoares), alimentos procesados en forma incompleta o con masticación deficiente (papas o batatas enteras), abscesos, compresión del esófago (linfosarcoma de timo, adenopatía en región cervico-mediastínica, inflamaciones y abscesos en tórax y abdomen), parálisis faríngea (listeriosis, botulismo), espasmos esofágicos (tétano), neumonía crónica severa (debido a daño del nervio vago y disminución de la motilidad ruminal), fibroma en el área cardial, lesión del nervio vago (estenosis pilórica con distensión ruminal), alteraciones de la pared del retículo y de la función sensitiva de la pared del rumen, toxemia bacteriana (atonía) u otras patologías.

Los fenómenos patológicos que paralizan el rumen en los feedlots, como ser la acidosis ruminal aguda, causan timpanismo por estar ausente el mecanismo eructativo, siendo de rápida aparición y alta mortalidad, pero no es el tipo de meteorismo más frecuente en este tipo de engorde.

La forma crónica de meteorismo gaseoso está frecuentemente asociada a una permanente deficiencia en el reflejo de eructación, por lo que el animal debe ser apartado para faena.

Un timpanismo, poco frecuente, puede ocurrir en terneros al comenzar a tomar leche, por una falla en el cierre de la gotera ruminoesofágica. La leche ingerida, en lugar de llegar directamente al cuajo, queda en el retículo-rumen, por lo que no se degrada sino que fermenta, produciendo un timpanismo gaseoso crónico. Como solución se puede agregar cloruro de sodio o sulfato de cobre para aumentar el peso molecular de la

leche y estimular el cierre correcto de la gotera. Si esto no da resultado, se debe alimentar con sustituto de leche y acelerar el paso a rumiante (destete hiperprecoz).

Por las patologías descriptas, es evidente que, en general, los casos de meteorismo gaseoso son clínicos individuales, de rápida aparición y alta mortalidad.

METEORISMO ESPUMOSO

El tipo de meteorismo que más nos interesa, tanto a pastoreo como en feedlots, es el espumoso o empaste, en el que, aunque pueden existir algo de gases libres, la mayor parte no se separa del alimento en digestión y quedan mezclados y retenidos en el mismo en forma de espuma. Es el empaste, más frecuente en vacunos que en ovinos, que se presenta con más asiduidad en animales que pastorean algunas leguminosas como alfalfa, trébol rojo o trébol blanco y sobre algunas gramíneas forrajeras. También se puede producir en los feedlot o en terminación a corral por un consumo excesivo de granos.

El meteorismo espumoso se puede clasificar por:

Su intensidad o gravedad en:

a) **Leve o crónico**, en donde la distensión del rumen causa molestias al animal que, intranquilo, deja de comer por varias horas hasta que la espuma se rompe, los gases son eructados y el rumen y el animal vuelven a la normalidad, con o sin tratamiento.
b) **Grave, severo o agudo**, que por la gran cantidad de gas retenido puede conducir a la muerte del animal si no se trata a tiempo.

Por su origen en:

a) Meteorismo espumoso **por pastoreo**, y
b) Meteorismo espumoso **por granos**.

Ambas clasificaciones se superponen, es decir, el meteorismo espumoso por pastoreo o por granos pueden ser leves o graves.

METEORISMO ESPUMOSO POR PASTOREO

Patogenia

En los casos de empaste, el gas producido en la fermentación del forraje queda atrapado en pequeñas burbujas que le dan al contenido ruminal un aspecto espumoso (fase líquida) y esponjoso (fase sólida, forraje).

Las proteínas solubles y ciertas partículas del forraje (fragmentos de cloroplastos, membranas, paredes celulares, etc.) favorecen la formación de estas pequeñas burbujas que retienen el gas y cuya coalescencia está inhibida, existiendo una relación directa entre meteorismo espumoso y cantidad de partículas en el líquido ruminal. La dispersión estable de estas pequeñas partículas de alimento es la principal responsable del carácter espumoso del líquido ruminal, habiéndose comprobado que la concentración de partículas de membranas de cloroplastos (medidas como clorofila) es mayor en el líquido ruminal espumoso que en el no espumoso.

También contribuye a la aparición del meteorismo espumoso la secreción viscosa de algunas bacterias normales del rumen que están adheridas a las partículas. La viscosidad determina que las pequeñas burbujas se mantengan estacionarias o asciendan muy lentamente, impidiendo su coalescencia para formar burbujas más grandes fáciles de romperse y liberar el gas que contienen.

Favorece la instauración del meteorismo espumoso el descenso moderado del pH del líquido ruminal. Esta acidificación del contenido tiene su origen en las reacciones que se producen en el rumen tras el consumo de vegetales empastadores.

Otros factores que predispone al timpanismo espumoso es el consumo de sustancias del tipo de las hemicelulosas o las pectinas, de plantas jóvenes en general (con las hojas muy verdes), de proteínas sulfuradas y de alimentos muy molidos o muy fríos (que sitúen la temperatura ruminal en 25-28 °C). Importa no sólo la especie forrajera consumida (especialmente leguminosas), sino fundamentalmente el estado fenológico en que son pastoreadas.

Por estar contenido el gas en su mayoría dentro de una espuma de alta tensión superficial muy estable y no estar separado de la masa de forraje en digestión, no puede estimular a los receptores sensitivos de la zona del cardias, con lo que se imposibilita la realización del eructo. y se acumula dentro del rumen.

Si esta eliminación de gas no se produce, o si el ritmo de acumulación supera al ritmo de eliminación, la acumulación puede elevar la presión hasta alcanzar niveles por encima de los 70 mm de Hg (Lippke y col., 1972) y cercanos a los 100 mm de Hg en los casos agudos de meteorismo (Van Soest, 1994), causando una presión suficiente para distender la pared ruminal.

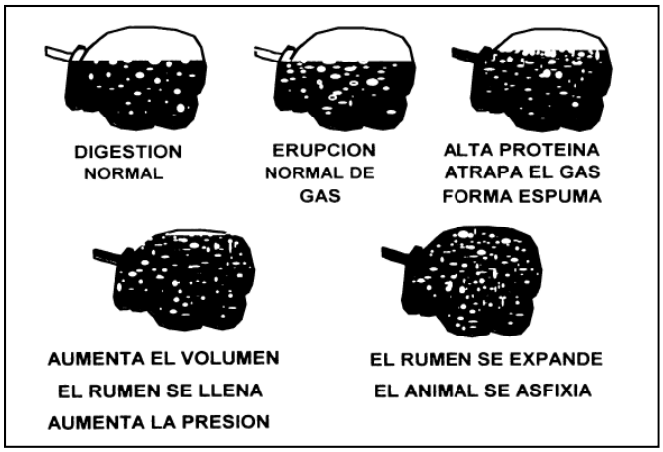


Figura 2-6.- Esquema del rumen-retículo en condiciones de empaste espumoso (Romero, 2009).

Al distenderse el retículo-rumen, inicialmente, por un mecanismo reflejo se produce un aumento de la motilidad ruminal, que al agitar el contenido provoca un efecto de mezclado o batido que contribuye a crear más gas y espuma por un aumento de las fermentaciones, lo que agrava el cuadro, originando un círculo vicioso, ya que al aumentar aún más la distensión, la motilidad comienza a disminuir progresivamente hasta la parálisis o acinecia total característica de las etapas finales del empaste.

Alimentos de rápida fermentación causan timpanismo, en tanto que otros, de lenta fermentación, producen escasos gases durante largos períodos y cumplen una función profiláctica con respecto al meteorismo. Los de fácil fermentación pueden contener compuestos que aumentan las posibilidades de meteorismo, mientras que otros alimentos pueden contener elementos que lo retardan.

Los principales agentes espumógenos son las proteínas solubles del forraje, pero hay leguminosas con similar cantidad de proteínas solubles que la alfalfa que no producen empaste, como los lotus y algunas vicias. La diferencia está dada por la desaparición inicial ruminal (DIR) de la planta y, por lo tanto, por la velocidad inicial de digestión de esas proteínas en el rumen.

En general, los vegetales que poseen sustancias formadoras y estabilizadoras de espuma tienen poca fibra, lo cual hace que se reduzca la secreción de saliva y, por lo tanto, llegue poca al rumen. Esto baja el pH y en consecuencia se estabiliza la espuma y comienzan a proliferar microorganismos ruminales que producen mucho gas y/o liberan sustancias que también estabilizan la espuma, como ser una secreción viscosa.

Hay dos tipos de burbujas, las grandes comunes y las amarillas, que tienen un diámetro entre 100 y 600 micrones. Las amarillas son típicas de los cuadros de empaste. No se presentan en el rumen de un animal normal. Están formadas por proteínas y lípidos. Son de alta estabilidad, muy difíciles de destruir, poseen la propiedad de absorber partículas pequeñas en su superficie y dan la gravedad al cuadro de empaste. Contienen el 90 % de los lípidos presentes en la espuma, en su mayoría como sales de calcio, por lo que están inactivados como antiespumantes.

A causa de estas burbujas amarillas, generalmente el contenido del rumen de los timpanizados es de color verde más pálido que en animales normales.

Fig. 2-7.- Novillos con fístula ruminal empastados. Se ha retirado la tapa de la fístula y por la misma sale en forma abundante un contenido ruminal espumoso verde pálido.
(Bretschneider, 2008 y Peralta y col., 2002).

Etiología

El empaste espumoso ocurre principalmente cuando los animales pastorean leguminosas como alfalfa (*Medicago sativa L.*), trébol blanco (*Trifolium repens L.*), o trébol rojo (*Trifolium pratense L.*) puras o consociadas con otras especies. También puede ocurrir en bovinos que pastan trigo (*Triticum aestivum*), raigras anual (*Lolium multiflorum*) u otros verdeos de invierno.

Ocurre típicamente durante las primeras horas de comenzado el pastoreo ya que las leguminosas meteorizantes presentan mayor fragilidad en su pared celular (mayor DIR) que los forrajes no meteorizantes. Ante una menor resistencia, el proceso de masticación y el posterior ataque microbiano al material vegetal provocan una rápida liberación ruminal de los constituyentes intracelulares, fundamentalmente hidratos de carbonos solubles y proteínas solubles, que se acumulan en cantidades que resultan propicias para la formación de espuma.

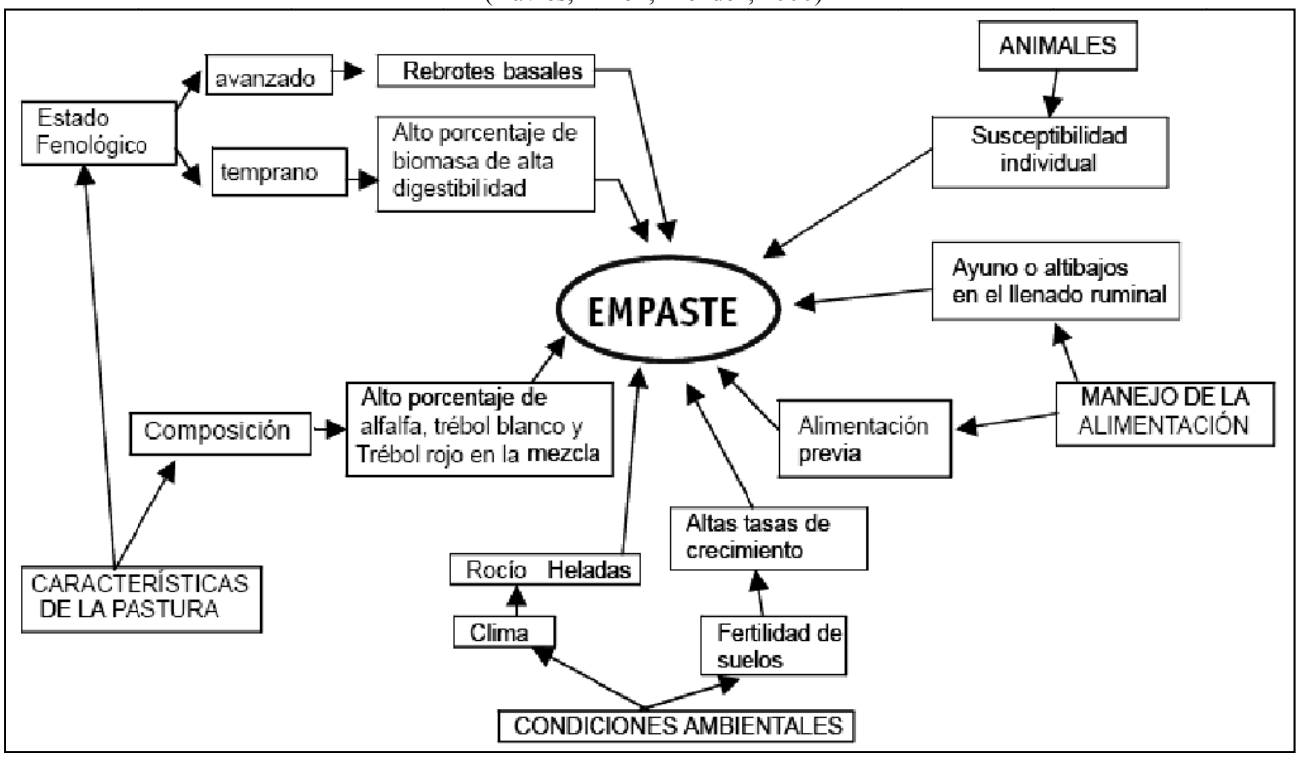
Las leguminosas meteorizantes con muy buena calidad, tienen una alta velocidad de digestión inicial ruminal (DIR), de un 25-30 % más rápida que la de especies no meteorizantes, lo que produce un elevado volumen de gases y acumulación de gran cantidad de partículas vegetales en el rumen (Howarth y col., 1983), que junto con proteínas vegetales y polisacáridos microbianos, dan origen a la masa espumosa.

La acidificación del contenido tiene su origen en las reacciones que se producen en el rumen tras el consumo de estos vegetales, estado que en algunos de ellos se ve aumentado por la producción de una mayor cantidad de ácidos grasos.

El aumento de la viscosidad del contenido ruminal favorece la aparición y posterior estabilidad de la espuma. Contribuye a esto la flora microbiana que consume la mucina salivar, principal agente antiespumante del rumiante.

La tendencia hacia la intensificación en el uso del pasto ha producido un incremento del riesgo de ocurrencia de meteorismo espumoso (empaste) en los sistemas pastoriles de invernada que utilizan a la alfalfa como base de sus mezclas forrajeras.

Figura 2-8.- Variables de riesgo involucradas en la aparición del meteorismo espumoso
(Davies, Dillon, Méndez, 2000)



METEORISMO ESPUMOSO POR GRANOS

Patogenia

La mayor parte de los casos de meteorismo que ocurren en los feedlots son de meteorismo espumoso por granos.

Al introducir grandes cantidades de granos en la dieta del bovino, los principales sustratos de la fermentación microbiana viran de componentes de las paredes celulares de los pastos, de lenta digestión (celulosa, hemicelulosa), a almidón, de rápida digestión.

La abundancia de energía disponible y la acumulación de ácidos derivados de estos sustratos de rápida fermentación y de mucopolisacáridos bacterianos pueden promover la formación de espuma estable. Por lo tanto, a diferencia del empaste espumoso por plantas forrajeras, donde los componentes de las plantas son los principales responsables, en el feedlot los principales responsables son los microorganismos del rumen (Cheng y Costeron, 1975; Cheng y col., 1976).

En el meteorismo espumoso por granos también se han encontrado bacterias con alta actividad mucinolítica que actúan sobre la saliva.

Igual que en el meteorismo espumoso por pastoreo, cuando el cardias es cubierto por espuma, la eructación es inhibida y la acumulación de gas en el rumen puede incrementar la presión intrarruminal a valores muy altos.

Etiología

La ingestión de gran cantidad de granos de rápida fermentación, en proporción mayor al 50 % de la dieta, puede producir meteorismo espumoso, y con mayor frecuencia cuando se efectúan cambios en la dieta hacia mayores concentraciones de grano durante el periodo de adaptación a la alimentación del feedlot. Frecuentemente ocurre durante esta transición desde dietas altas en forraje a dietas altas en concentrados.

No todos los animales con rumen espumoso presentarán timpanismo, pero la espuma en animales que sí presentan timpanismo es extremadamente persistente y a veces ocupa todo el espacio disponible del retículo-rumen.

ACIDOSIS

La acidosis es el principal problema del engorde a corral con alto contenido de grano. Por su rápida fermentación, el almidón produce acidificación del rumen (Owens y col., 1996). Se incrementa el contenido de ácido láctico (la producción de ácido aumenta y su transformación a otras formas disminuye) y cae el pH.

La menor motilidad ruminal promueve la retención de gases que se acumulan en el rumen e hinchan al animal del lado izquierdo de manera similar al empaste, pero este timpanismo generalmente no es espumoso, por lo que puede ceder rápidamente ante una punción del rumen que permita liberar el gas. Sin embargo, en algunos casos la acidosis contribuye a producir meteorismo espumoso.

CONCLUSIÓN

El meteorismo es un problema multicausal, dado que las variables de riesgo relacionadas con su aparición pueden provenir de la pastura, de la ración de granos, del animal, del ambiente y/o del manejo.

Los pastos que ocasionan el empaste son: el cardo y el trebol de carretilla, lo mismo que la alfalfa. El empaste de trébol es mas fuerte que el de cardo, que tambien se llama encardarse. Hablemos separadamente de estos dos pastos, aunque el efecto del empaste de los dos, es igual.

El cardo tierno, verde, empasta muy fácilmente tanto al vacuno como al lanar ó yeguarizo, pero despues que ha recibido las primeras dos ó tres heladas de la entrada del invierno ya no hace mal alguno. El peligro vuelve á presentarse de nuevo, como hemos dicho, á la salida del invierno, cuando por falta de lluvia lo queman las heladas.

José Hernández, 1882. Instrucción del estanciero, Bs. As., Ed. Carlos Casavalle, 85-86.

Capítulo III

VARIABLES DE LA PASTURA, EDÁFICAS Y DE LA PLANTA RELACIONADAS CON EL METEORISMO

INTRODUCCIÓN

La pared celular de una forrajera está compuesta principalmente por celulosa, hemicelulosa y lignina, que contribuyen al basamento estructural de la planta y que constituyen la fibra del forraje. A medida que la planta avanza en su madurez, se incrementa el contenido de lignina, confiriendo mayor resistencia a la estructura. Los rumiantes digieren parcialmente la celulosa y la hemicelulosa, mientras la lignina es indigestible. Por esta razón, el contenido de fibra se asocia negativamente con la calidad.

El contenido celular (citoplasma) es la parte de mayor valor nutritivo y de más alta digestibilidad, proveyendo la mayor parte de la proteína cruda, los carbohidratos solubles y los lípidos. Las hojas y el tercio superior de los tallos y los rebrotes son siempre más ricos en contenidos celulares y con menor fibra.

Este es el basamento de las distintas variables que pueden poseer las pasturas para intervenir sobre el empaste, ya sea como factores espumantes o como antiespumantes.

VARIABLES DE LA PASTURA

ESPECIES DE LA PASTURA

Los sistemas de producción de engorde y de producción lechera en la pampa húmeda y en parte de la semiárida basan su cadena forrajera en pasturas cultivadas, en las cuales las leguminosas puras o consociadas son un componente esencial, tanto por la calidad y cantidad de su aporte nutritivo como por su capacidad restauradora de la fertilidad y estructura de los suelos.

Para que ocurra el empaste, el animal debe ingerir especies vegetales meteorizantes, las cuales en general pertenecen a la familia de las leguminosas. Son especialmente peligrosas, en primer lugar, la alfalfa (*Medicago sativa L.*), seguida por los tréboles blanco (*Trifolium repens L.*), rojo (*Trifolium pratense L.*) y de olor (*Melilotus albus, Melilotus officinalis*), ya sea cultivadas puras o consociadas con otras especies. También puede ocurrir en rumiantes que pastan verdeos de invierno en estado muy tierno.

Las diferencias anatómicas de las hojas (espesor de la epidermis, disposición de las nervaduras) y de composición química de las distintas especies de leguminosas tienen una marcada influencia sobre la velocidad con que los nutrientes fluyen de las hojas al medio ruminal, afectando así la velocidad de colonización microbiana con liberación de sustancias espumógenas al medio ruminal (Latimori, 1997).

Alfalfa

La alfalfa es una de las leguminosas más utilizadas para producción de carne y leche en pastoreo en Argentina. Se caracteriza por su alta calidad nutricional (alta digestibilidad y alto contenido de proteína), la posibili-

dad de ser pastoreada en forma directa o utilizada para realizar reservas en forma de heno (fardos, rollos, etc.), su condición de forrajera perenne y su capacidad de mejorar el suelo (fijación de nitrógeno). Pese a las virtudes mencionadas, su correcta y óptima utilización se ve limitada por el riesgo de producir meteorismo (empaste) cuando es pastoreada en estado vegetativo temprano, lo cual coincide en muchas ocasiones con una época crítica en la cadena forrajera, que es la salida del invierno (Rossi y col., 2000).

Especialmente en los momentos de su ciclo en que son de alta calidad, tienen una velocidad de desaparición inicial ruminal (DIR) 25 a 30 % más rápida que las especies no meteorizantes, lo que produce un elevado volumen de gases que da comienzo al proceso de empaste.

Las alfalfas sin latencia aumentaron la producción de forraje, pero al poder rebrotar más rápido y en condiciones climáticas diferentes a las de variedades tradicionales, han llevado a que el empaste no se circunscriba al período primavero-estival, sino que también se presenta en otras épocas del año, cuando las condiciones climáticas permiten su rebrote.

Trébol blanco

Si por la aptitud de los suelos o por otra razón se incluye al trébol blanco en la mezcla alfalfa-gramínea, se debe tener en cuenta su capacidad para ocupar áreas de disturbio (sin vegetación), lo que da lugar a manchones de trébol blanco puro de difícil manejo en pastoreos alternados y aún en rotativos, por la preferencia que los animales tienen por esta especie en períodos críticos (Latimori, 1997).

Stockdale (1994) encontró una relación negativa entre empaste y cantidad de flores, explicando este hecho por la mayor madurez del trébol y la mayor cantidad de flores, las que contienen tanino.

Gramíneas

Las gramíneas suculentas y tiernas, a pesar de contener generalmente una elevada cantidad de proteína y de no estimular una adecuada salivación, habitualmente no producen meteorismo, posiblemente porque carecen de los componentes químicos que provocan la formación de espuma estable.

Sin embargo, aunque no es frecuente, las gramíneas en estado muy tierno (especialmente trigo, raigrás, avena (*Avena sativa*) en algunos casos pueden producir empaste.

El raigrás perenne (*Lolium perenne*) es propenso a producirlo, lo que puede deberse a que requiere elevados niveles de fertilidad y a que su crecimiento rápido incide en su alta palatabilidad y digestibilidad.

En pasturas consociadas, el pastoreo continuo de raigrás muy corto lo ralea, cubriéndose esos espacios con tréboles de primavera, aumentando su porcentaje en la pastura y, por lo tanto, las posibilidades de empaste.

Los campos con alto porcentaje de raigrás tienden a ser meteorizantes a menos que los niveles de trébol sean menores al 7 %. En los campos con menos de 55-60 % de raigrás no hay empaste, aún con niveles de trébol relativamente altos (20-25 %). Estos establecimientos presentan mayores masas de forraje antes y después del pastoreo que los que tienen alta incidencia de empaste, lo que se puede asociar a un mayor grado de madurez del forraje consumido.

Malezas

Algunas malezas de las pasturas también pueden ser peligrosamente meteorizantes, especialmente en su estado inicial, como la quínoa (*Amarantus sp.*) y los cardos (Hernández, 1882, denomina "encardarse" a la acción de este último).

Leguminosas no empastadoras

Algunas especies de leguminosas, como el lotus, la *Vicia sp*., el *Lupinus sp*., la lespedeza (*Lespedeza stipulacea*) y la *Esparceta* no empastan debido a algunas características que poseen. Las hojas de las leguminosas no meteorizantes ofrecen mayor resistencia al daño mecánico, mientras que las células del mesófilo de las meteorizantes son más susceptibles a la ruptura celular.

El estudio comparativo entre hojas intactas de alfalfa y una leguminosa no meteorizante demostró un ataque microbiano mucho más rápido para la primera. La preferencia de los microorganismos por nuclearse alre-

dedor de los estomas sugiere la participación de un mecanismo de atracción quimiotáctica como respuesta al flujo de ciertos nutrientes (azúcares solubles, aminoácidos) hacia dichos orificios.

La productividad con estas leguminosas no empastadoras suele ser menor y su empleo está restringido al ambiente donde las mismas prosperen.

Es posible incluirlas en mezclas con alfalfa o tréboles para disminuir el potencial meteorizante de la pastura por el aporte de los taninos que contienen.

La decisión de usar uno u otro tipo de leguminosas debe hacerse en base a las ventajas económicas y riesgos que ofrecen esas alternativas.

COMPOSICIÓN PORCENTUAL DE LA PASTURA

La utilización de pasturas mezcla de alfalfa y gramíneas aparece justificada, en la mayoría de las situaciones, no solo por su aporte a la estrategia de control del meteorismo, sino también porque las mezclas de gramíneas y alfalfa, en suelos aptos para el cultivo de esta leguminosa, son las pasturas de mayor acumulación de forraje, al menos en los primeros años (Bruno y col, 1987; Scheneiter, 2002).

El predominio de alfalfa o tréboles en la pastura aumenta el riesgo, por lo que son aconsejables las pasturas consociadas con un 50 % o más de gramíneas. La estimación de la relación gramíneas/leguminosas es substancial para establecer el riesgo de una pastura.

De todos modos, hay reportes de casos de empaste con porcentajes de leguminosas no superiores al 25- 30 % en la composición botánica de la mezcla (Ferrari, O., 1996). En Nueva Zelandia se han encontrado problemas de empaste en pasturas con porcentajes de leguminosas relativamente bajos (menos del 15 %), mientras que en otras pasturas con porcentajes de leguminosas muy superiores (más del 50 %) no se presentaron problemas (Carruthers y col., 1987).

La consociación es una forma eficaz y económica de disminuir los casos de meteorismo en sistemas extensivos con pastoreo continuo y potreros grandes, pero aun con porcentajes bajos de leguminosas el riesgo de meteorismo siempre existe al pastar el ganado selectivamente.

Es un objetivo difícil de cumplir el mantener una relación estable entre gramíneas y leguminosas a través de los años para contribuir a la prevención del meteorismo, y que a la vez mantenga los atributos de una buena consociación.

Las mezclas de leguminosas y gramíneas que crecen en zonas arenosas, con mayores posibilidades de sequía que los terrenos sólidos, tienen menos posibilidades de causar timpanismo.

Después de un corte o de un pastoreo, la alfalfa se recupera más rápidamente que las gramíneas. En la zona sudeste de la provincia de Buenos Aires es común la ocurrencia de meteorismo en pasturas que se recuperan de un sobrepastoreo o luego de lluvias posteriores a un período de sequía. Esto está asociado al rebrote más rápido de los tréboles y de la alfalfa, lo que provoca un predominio de estas leguminosas y hace más peligrosa a la pastura

La mayor limitante cuando la festuca alta está en la asociación es la dificultad de mantener estable la mezcla más allá del segundo año. Sin embargo, es la gramínea perenne de mayor aporte a la producción total e invernal (Bertín y Josifovich, 1996). La calidad de la mezcla, medida como digestibilidad de la materia seca es similar a la de alfalfa pura durante otoño-invierno, en cambio durante la primavera y el verano la alfalfa presenta mayor digestibilidad que la asociación de esta leguminosa más festuca alta (Scheneiter, 2002).

ESTRUCTURA DE LA PASTURA

En pastoreos rotativos, durante los primeros días de ingreso a la parcela, los animales consumen principalmente hojas y tallos tiernos provenientes de los estratos superiores de la pastura. En períodos de riesgo este forraje consumido reúne todos los atributos típicos de las dietas meteorizantes: facilidad de cosecha que posibilita altas tasas de consumo, paredes celulares foliares delgadas susceptibles de rápida ruptura, contenido celular rico en carbohidratos rápidamente fermentescibles y proteínas solubles que favorecen una rápida digestión microbiana con liberación de sustancias espumógenas al medio ruminal.

La recomendación corriente en alfalfas es un pastoreo rotativo con períodos de ocupación de la parcela de siete días, hasta alcanzar un remanente de unos 5 cm de altura. Durante la permanencia de los animales en una

parcela, la ganancia de peso no es constante (efecto serrucho). A medida que avanzan los días de pastoreo, se produce una reducción en la asignación de forraje, los animales cosechan cada vez mayor proporción de tallos (que predominan en la parte inferior de las plantas), se altera la estructura de la pastura, particularmente en cuanto a la relación hoja/tallo, lo cual puede afectar severamente el comportamiento ingestivo y condiciona la respuesta animal, ya que la digestibilidad y el tenor proteico disminuyen desde la parte superior de la pastura hacia la base, siendo este efecto más notable en el tallo (Cuadro 3-1).

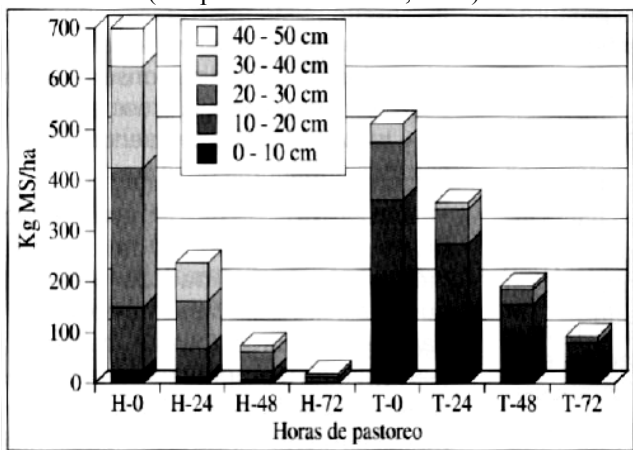
Cuadro 3-1.- Digestibilidad y proteína bruta en alfalfa por estratos (citado por Ustarroz, 1996).

Estratos	Hoja verde		Tallo verde	
	% Dig.	% PB	% Dig.	% PB
+ de 30 cm	70	28.5	70	16
20 a 30	70.7	28.5	62.5	13
10 a 20	67	30	55.5	11
0 a 20	67	31	48	10

Estos cambios en la estructura de la pastura y en la asignación y calidad del forraje, dependiendo de su intensidad, puede llegar a tener implicancias predisponentes en la aparición del empaste al ingresar a la parcela siguiente con hambre.

Como ejemplo, en el cuadro 3-2 se presentan los cambios que sufren los compartimentos de hojas y tallos en un sistema rotativo con tres días de ocupación por parcela. Estos mismos estados tienen lugar en un rotativo de siete días de pastoreo, sólo que en más días.

Figura 3-2.- Evolución de los compartimentos hoja y tallo. Biomasa de hojas (H) y de tallos (T).
(Adapt. de Romero et al, 1995).



CANTIDAD CONSUMIDA

Si bien a veces la ingestión de pequeñas cantidades de especies meteorizantes producen empaste, por lo general se debe a sobreconsumo de las mismas cuando predominan en las pasturas sobre las gramíneas u otras leguminosas no peligrosas.

En general, la capacidad espumante del líquido ruminal aumenta cuando el animal está consumiendo alimento y comienza a disminuir cuando deja de comer.

ESTADO FENOLÓGICO O DE MADUREZ O CRECIMIENTO DE LA PASTURA

El estado fenológico de madurez en el que se encuentra la alfalfa en un momento dado es la variable que mejor se asocia con la aparición del empaste (Howarth y Hom, 1984).

En general, el cuadro de empaste se presenta en plantas jóvenes, en estado vegetativo o de activo crecimiento, con condiciones de humedad óptimas, donde la pastura presenta alto contenido de agua, de carbohidratos y de proteínas solubles, una alta relación hoja:tallo (más de 2.0), los tallos son turgentes y carnosos, no fibrosos, un elevado contenido de proteína bruta (más del 20 %), bajo contenido de pared celular (menos del 40 %) y una gran fragilidad y turgencia de las hojas con paredes celulares más delgadas, blandas, que se trituran fácilmente entre los dedos y que son fácilmente destruidas por masticación y por digestión microbiana, características que se relacionan directamente con un alto riesgo de empaste, ya que liberan rápidamente las proteínas solubles y las partículas que contribuyen a atrapar el gas en burbujas estables, y carbohidratos solubles que posibilitan la rápida generación de gas fermentativo. Los porcentajes de MS y de fibra detergente ácida son menores, mientras que la concentración de clorofila, nitrógeno total y nitrógeno soluble es mayor.

A medida que madura, la pastura va perdiendo sus propiedades meteorizantes, debido a una disminución de la concentración de proteína (un 18 % en el 10 % de floración), un aumento de la pared celular (50 % en el 10 % de floración) más rígidas y resistentes a la ruptura mecánica y la degradación microbiana, su contenido de fibra es mayor y hay un descenso de la relación hoja:tallo (1:3 en principio de floración). Estos cambios se asocian a una menor susceptibilidad al empaste, aunque no son una condición suficiente para explicar todas las situaciones.

Figura 3-3.- a) Alfalfa en crecimiento activo; b) Alfalfa 10 % floración

Si bien la pastura es menos peligrosa cuando está "pasada", también disminuye su calidad y, por consiguiente, su valor nutritivo.

Las pasturas muy cortas y abundantes, con poca fibra, aumentan las posibilidades de empaste, principalmente las demasiado cortas que no permiten que el animal regurgite normalmente para efectuar la rumia.

En casos de plantas “muy pasadas”, puede existir peligro de empaste por la existencia de un rebrote basal, tierno, muy palatable, que es seleccionado por los animales.

Hall y Majak (1991) estudiaron las relaciones de varios componentes de plantas de alfalfa con la presentación de meteorismo. En aquellos días en que se presentó meteorismo encontraron menores porcentajes de materia seca y fibra detergente ácida y las concentraciones de clorofila, nitrógeno total y soluble fueron mayores.

Cuadro 3-4.-. Valores promedio diario de componentes de alfalfa en dos estaciones del año, clasificados según la presentación promedio de meteorismo (Adap. de Hall y Majak, 1991).

Variable	Verano		Otoño	
	Sin meteorismo	Con meteorismo	Sin meteorismo	Con meteorismo
Materia Seca, %	25,7	23.8	26,3	25,0
FDA, %	16,8	16,0	13,1	11,5
Clorofila, mg/g MS	5,3	5,5	5,7	6,7
N total, mg/g MS	38,6	40,7	38,5	41,2
N soluble, mg/g MS	18,4	19,5	18,3	19.8

DORMANCIA

Romero (s/f) manifiesta que cada vez con mayor frecuencia los invernadores se quejan de una mayor incidencia del empaste en las alfalfas sin dormancia o sin latencia (grupos de reposo invernal o GRI 8 y 9) en relación con las de los restantes grupos. Analizando la información disponible relacionada con la evolución de los estados de madurez de los distintos grupos, da una explicación lógica a este comportamiento. Observando el crecimiento que se produce en los meses con mayor incidencia de empaste (octubre-noviembre) hay diferencias en los siguientes parámetros:

Cuadro 3-5.- Diferencias en los meses de octubre y noviembre en alfalfas sin y con dormancia
(Adapt. de Romero, s/f)

	Sin dormancia	Con dormancia
Días de crecimiento para alcanzar inicio de floración	25 días	32 días
Aparición de rebrotes de corona	25 días	35 días
Días entre inicio de floración y plena floración	32 días	42 días

Un manejo adecuado de la pastura significa comer la alfalfa en inicios de floración o estados de madurez equivalentes sin decapitar los rebrotes de corona si es que ya están presentes. La aparición y la velocidad de crecimiento de los rebrotes de corona son mucho más rápidos en las alfalfas sin dormancia. Los rebrotes son el inicio de un nuevo ciclo de crecimiento y por lo tanto no debieran ser consumidos por el animal, ya que de ser así, tendríamos mayores problemas de empaste.

VARIABLES EDÁFICAS

ESTABLECIMIENTO, CAMPO, POTRERO O LOTE

Hay establecimientos o campos, e incluso, dentro de un mismo establecimiento, potreros o lotes, donde nunca o muy ocasionalmente se produce empaste y otros en los que aparecen todos los años animales empastados.

Algunas diferencias encontradas en los establecimientos con grandes problemas de empaste es que los mismos tienen en promedio niveles de potasio en suelo mayores que donde el meteorismo es leve o inexistente. El nivel de sodio del suelo tiende a ser mayor en los campos con bajo potencial meteorizante.

En Nueva Zelandia hay establecimientos donde el meteorismo se considera tan grave que se usan durante todo el año productos antiempaste, a niveles superiores a los recomendados (Bryant, 1991).

Los establecimientos en los cuales aparecían los casos más graves de empaste tenían en promedio niveles de potasio en suelo mayores (12,5 meq/kg) que donde el meteorismo era leve o inexistente (7,9 meq/kg) (Carruthers y col., 1987). Sin embargo, este elemento sólo explicaba una pequeña proporción de la diferencia en potencial meteorizante entre los campos de alta y baja peligrosidad.

La severidad del empaste no estuvo asociada con el pH ni con las concentraciones de fósforo, azufre, calcio y magnesio en el suelo (Carruthers y col., 1987).

El nivel de Na del suelo tendió a ser mayor en campos de bajo potencial meteorizante (Carruthers, 1991).

Es posible que existan otros factores que influyen en la producción de empaste, pero que aún no han sido detectados.

FERTILIDAD DEL SUELO Y FERTILIZACIÓN

La escasez de fósforo en el suelo influye negativamente sobre las leguminosas, mientras que la de nitrógeno favorece el dominio de las mismas sobre las gramíneas. La fertilización, al promover el crecimiento rápido de la pastura, aumenta la probabilidad de empaste.

El potasio es el fertilizante que más influye, seguido por el fósforo. La aplicación de fertilizantes fosfatados provoca un aumento del porcentaje de leguminosas en la pastura consociada y, consecuentemente, es usual que aumenten los problemas de meteorismo.

En cambio, la fertilización nitrogenada generalmente aumenta la proporción de gramíneas en la pastura y reduce la concentración de N soluble en las leguminosas, por lo cual esta práctica es utilizada en algunos países como una medida de prevención del empaste. Sin embargo, no siempre es económicamente recomendable.

VARIABLES EXISTENTES DENTRO DE LA PLANTA

DE ACCIÓN ESPUMÓGENA

Se ha responsabilizado como compuestos meteorizantes a saponinas, pectinas y hemicelulosas; pero es necesaria una correlación positiva de varios mecanismos para que el empaste se desencadene.

Fracción proteica soluble

El nitrógeno soluble total y particularmente el nitrógeno soluble proteico son las fracciones que más se relacionan con la aparición del empaste. En pasturas mezclas, se vio que el trébol blanco aporta por unidad de peso hasta 6 veces más N soluble proteico que las gramíneas (Ledgard y col., 1990). En una alfalfa inmadura con un 20 % de proteína bruta, la fracción del N soluble constituye el 45 a 50 % del N total, y a su vez, la mitad aproximadamente de dicha fracción es proteína soluble, siendo el resto N no proteico. Las proteínas solubles son macromoléculas intracelulares, que necesitan llegar al medio ruminal para desarrollar su acción espumógena. Dado que no pueden atravesar la membrana celular cuando está intacta, la lisis celular es necesaria para la producción de su efecto meteorizante.

La proteína soluble fracción "I" ó "18-S", denominada así por la velocidad de sedimentación, de alto peso molecular (550.000), es la principal originadora y estabilizadora de la espuma. Corresponde a la enzima ribulosa 1,5-difosfato carboxilasa oxigenasa que interviene en la fijación de dióxido de carbono en el proceso de fotosíntesis. Está localizada en los cloroplastos y tiene una elevada tasa de solubilidad y degradabilidad ruminal. Su concentración es muy variable, pero se encuentra en muy alta proporción cuando la planta es peligrosa, pudiendo llegar a 1/3 de la proteína foliar total, mientras que en las no empastadoras tienen solo 1/6 ó menos de la proteína foliar total.

Generalmente en las especies meteorizantes la 18-S representa entre el 3 y el 7 % de la proteína soluble a diferencia de las especies no meteorizantes donde no alcanza el 1 %. Cuando excede el 1,8 % de la MS, estaríamos ante leguminosas productoras de empaste (Gorosito, R., 1994).

La fracción II o "2-S", de bajo peso molecular 10.000 a 200.000, que conforma un grupo heterogéneo de proteínas, también tiene importancia en generar alteraciones tensoactivas en el líquido ruminal, estabilizando la espuma debido a su desnaturalización en la interfase agua-gas.

La madurez influye sobre la composición nitrogenada, ya que a mayor madurez hay menos nitrógeno soluble proteico, pero esta variación no explica por sí sola los cambios que se observan de un día para otro en el potencial meteorizante de una alfalfa. Esto significa que no alcanza con medir sólo el N soluble para saber si una pastura es meteorizante en un día determinado.

En las leguminosas no meteorizantes los componentes intracelulares son liberados más lentamente al medio ruminal, sin alcanzar concentraciones necesarias para provocar timpanismo.

Resumiendo, las proteínas solubles son macromoléculas localizadas intracelularmente que deben llegar al medio ruminal para desarrollar su acción espumógena. Dado que son incapaces de atravesar la membrana celular intacta, la lisis de las células foliares (mecánicamente, o por acción microbiana) es un evento central para la ocurrencia del proceso (Latimori, N. y col., 1994).

Como se ve en la Tabla 3-6, el *Lotus corniculatus* es una leguminosa de bajo nivel timpanizante, ya que su nivel de 18-S es de 0,5 %. A su vez, tiene alto contenido de taninos. Lo mismo pasa con otras Lotus, como *tenuis*, *pedunculatus*, *subbiflorus*, y también con leguminosas tropicales, raramente señaladas como causantes de empaste, como *Lespedeza stipulacea* y *Lotononis bainesii*.

Tabla 3-6.- Nivel de Proteína 18-S (Rev. Super Campo, 10/94:32.)

Sp.	% de la Materia Seca (promedio)	% del total de la proteína (promedio)
Alfalfa	5.3	35
Trébol Rojo	3.9	31
Lotus corniculatus	0.5	5

Las proteínas solubles han evidenciado ser, más que la Fracción 1 ó 18-S, las verdaderas responsables de la correlación positiva con el meteorismo espumoso en animales que consumían alfalfa. Ello explicaría la disminución de la incidencia de meteorismo según avanza el estado de madurez en la planta, al decrecer el contenido en proteínas solubles (Majak et al., 1995) y se constata la evidencia práctica de que un buen manejo en el pastoreo es la mejor medida de prevención.

En animales que consumen una dieta rica en nitrógeno puede esperarse una permanencia mayor de las proteínas en el rumen. Mientras el animal está comiendo, las proteínas solubles de las hojas o proteínas citoplasmáticas son liberadas en gran cantidad y rápidamente se solubilizan en el líquido ruminal, de modo que pueden alcanzar concentraciones de hasta 20 mg de N/100 ml después de una hora de iniciado el consumo de trébol rojo fresco.

De acuerdo con la velocidad de desaparición inicial ruminal (DIR) o ruptura celular, en las leguminosas no meteorizantes los componentes intracelulares serían liberados más lentamente al medio ruminal, sin alcanzarse la concentración necesaria para provocar el timpanismo.

En silajes de alfalfa que producían meteorismo espumoso, Howarth y col. (1975) observaron una correlación positiva con la proteína soluble ($P < 0{,}005$).

Bartley y col. (1975) indican que las pasturas de trigo que producían meteorismo espumoso contenían del 35 al 37 % de proteína cruda, de 17 a 18 % de proteína soluble y de 6 a 7 % de nitrógeno no proteico, mientras los que no producían empaste contenían 29 % de proteína cruda, 15 % de proteína soluble y 4 % de nitrógeno no proteico. El contenido de otros componentes era similar en ambas pasturas.

Lípidos

La espuma formada en el rumen empastado presenta aproximadamente un 30 % de proteínas y 25 % de lípidos, por lo que determinados lípidos presentes en los cloroplastos de las especies timpanizantes intervienen en la formación de complejos lipo-proteicos responsables de cubrir con una película las paredes proteicas de las burbujas, transformando las burbujas comunes en amarillas, de un diámetro de 100 a 600 micras, que contienen, además de proteínas, el 90 % del total de lípidos presentes en la espuma, principalmente mono y diglicéridos y sales de ácidos grasos. Estos últimos son muy persistentes y dan a la espuma una gran estabilidad porque se encuentran formando sales de calcio y magnesio, siendo inactivos como antiespumantes.

Los productos antiempaste tensioactivos deben incorporar un detergente o un alcohol que rompa fuertemente la capa lipídica, mejorando la acción del tensioactivo.

Saponinas

Las saponinas son esteroides y glucósidos triterpénicos que tienen la capacidad de empastar al aumentar la viscosidad del líquido ruminal y provocar espumosidad, pero tienen un rol secundario, ya que el pH 4,5 a 5 al cual actúan es muy inferior al pH 5,5 a 6 que es el del rumen de un animal empastado.

No todas las leguminosas que causan meteorismo espumoso tienen alta cantidad de saponinas, como ser los tréboles rojo y blanco. En alfalfa se ha encontrado meteorismo tanto en variedades de baja o de alta cantidad de saponinas.

Comúnmente las saponinas de las leguminosas han sido consideradas como uno de los agentes causantes del meteorismo espumoso, pero los trabajos de Majak y col. (1995) consideran que las saponinas de la alfalfa no contribuyen a causar meteorismo, ni como agente tóxico, ni como agente espumante.

En trabajos in vitro las saponinas se han comportado como un buen agente espumante. Mangan reportó que la espuma obtenida con saponinas de hojas de trébol presentaba una mayor resistencia a pH entre 4.5 y 5.0,

que son más bajos que los observados en el rumen de animales meteorizados. A pesar de esto, podrían ser importantes ya que, además de formar espuma a pH 6.8, se ha demostrado que cuando están asociadas con proteínas citoplasmáticas producen una espuma de mayor resistencia que la producida por cualquiera de los componentes por separado.

Las razones que explicarían estas diferencias en la capacidad o no de provocar meteorismo son complejas, pero resumidamente se puede argumentar que las pasturas que son promotoras del empaste son ricas en saponinas y/o pobres en taninos condensados, mientras que las que no lo son, contienen cantidades importantes de taninos condensados, cuyo efecto sería el de reducir la incidencia en la formación de espuma (D'Mello, 2000) y/o son pobres en saponinas.

Otro aspecto se refiere a la degradación de saponinas por bacterias ruminales que utilizan la parte carbohidratada, dejando libre el residuo sapogenina que participa en la formación de mucílago, aumentando la viscosidad del líquido ruminal, lo que contribuiría a atrapar los gases de fermentación en pequeñas burbujas.

Pectinas

Representan menos del 10 % de los constituyentes de la pared celular. Son polisacáridos estructurales totalmente digestibles que se encuentran en la fracción fibrosa de los vegetales, en la pared celular, y que corresponden a un polímero de ácido galacturónico esterificado con grupos metilos.

Al ser desdobladas en el rumen por la acción de la enzima pectín metil estearasa (PME), que se encuentra en la pastura ingerida, en el fluido ruminal y en microorganismos ruminales, liberan gran cantidad de compuestos espumígenos y gelificantes (ácidos pécticos y poligalacturónicos) que reaccionan con el calcio y otros elementos, produciendo una sustancia viscosa, fijando líquido en los espacios intermicelares y atrapando el anhídrido carbónico y otros gases formados en la digestión.

Todas las especies meteorizantes tienen alta concentración de pectinas y de pectín metil estearasa, a diferencia de las no meteorizantes. La concentración de esta enzima disminuye según avanza el estado de madurez del vegetal. En los días húmedos, cálidos, nublados y con viento norte el nivel de pectinas y de la enzima en las plantas aumenta entre el 50 y 100 %.

Clarke y Reid (1973) afirman que las pectinas incrementan la viscosidad del líquido ruminal y que esta acción física es la que facilita la estabilización de la espuma. Howarth y col. (1986) consideran que una dispersión estable de partículas finas podría ser la responsable del aumento de la viscosidad ruminal, evitando el drenaje del líquido y explicando la aparición de meteorismo. Estas partículas podrían ser fragmentos de cloroplastos cuya presencia es especialmente abundante antes y poco después de administrar la comida (Majak y col., 1983).

Las plantas que tienen una alta capacidad para producir meteorismo presentan una actividad mayor de la pectin-metil-esterasa y hay una correlación positiva entre la incidencia del cuadro y el consumo de la enzima por el animal.

Además de la pectin-metil-esterasa, algunos microorganismos ruminales poseen poli-galacturonasa que al degradar el ácido péctico producen ácido galacturónico que sirve como sustrato para la producción de gas.

Hidratos de carbono solubles fácilmente fermentecibles

Son abundantes en las plantas jóvenes, especialmente en alfalfa. Al ser atacados por los microorganismos del rumen rápidamente generan gran cantidad de gas. En condiciones ambientales adecuadas, las pasturas pueden contener grandes cantidades de estos hidratos de carbono que permiten el desarrollo de microorganismos responsables de la fermentación, producción de gas y formación de espuma.

Ácidos orgánicos

Al ser atacados por las enzimas bacterianas producen gran cantidad de gas.

Minerales

Los minerales esenciales son necesarios para transformar la proteína y la energía de los alimentos en componentes del organismo o en productos animales, ayudando al organismo a combatir las enfermedades al mantener al animal en buen estado de salud.

Solos, asociados entre sí o combinados con grupos orgánicos, los minerales ejercen sus funciones a diferentes niveles dentro del organismo animal, y a pesar que hay diferencias importantes entre los distintos elementos, existe un esquema general para todos ellos.

Un lugar donde ejercen sus funciones específicas es a **nivel tisular**, con funciones estructurales (formación de huesos y otros tejidos de sostén) o funciones metabólicas (componentes de enzimas o coenzimas, transmisión del impulso nervioso, etc.).

El otro sitio vital donde se requieren minerales en los rumiantes, en particular fósforo, sodio, azufre, cobre, cobalto y níquel, es en el **rumen**, teniendo efecto sobre el metabolismo de los microorganismos directa o indirectamente. Directamente, actúan como cofactores enzimáticos, elementos precursores de síntesis, o cambiando el pH y la osmolaridad del medio; indirectamente modifican la fisiología del rumiante, alterando, por ejemplo, el tiempo de permanencia de la digesta o la velocidad de absorción de los metabolitos.

Las bacterias y protozoos presentes en el medio ruminal, como todo ser vivo, requieren minerales para lograr un óptimo crecimiento, reproducción y producir la degradación de los alimentos. Gran parte de las mermas en la producción de los rumiantes que se suscitan por deficiencias minerales se deben a una baja eficiencia de conversión alimenticia provocada por la ausencia de minerales a nivel ruminal o presentes en concentración inadecuada (Durán y Carugati, 1988). Una deficiencia mineral a este nivel determina alteraciones en el metabolismo de la microflora y microfauna, y esto produce bajas tasas de crecimiento de bacterias, hongos y protozoos, siendo la resultante una menor digestibilidad y aprovechamiento de nutrientes.

En general, los macroelementos contribuyen al mantenimiento de las propiedades fisicoquímicas del ambiente ruminal (poder tampón, presión osmótica y tasa de dilución) y son componentes celulares y activadores enzimáticos. Los microelementos regulan reacciones enzimáticas microbianas. Algunos también intervienen en la composición celular a nivel de estructuras como ribosomas o membranas (Igarza, 1994). Todo esto explica la magnitud de la importancia que en los rumiantes los minerales ingresen al organismo por vía oral.

Los animales timpanizados tienen mayores concentraciones en rumen de potasio, magnesio y calcio y menores de sodio.

Los relacionados con la formación de espuma son principalmente el calcio, cinc y níquel. Los altos niveles de calcio forman jabones de calcio que originan burbujas amarillas. No se conoce la forma de actuar del cinc y del níquel.

La deficiencia de magnesio disminuye las contracciones ruminales y por lo tanto, la eliminación de gases. Para que el magnesio sea absorbido es necesaria la presencia de sodio (bomba de sodio), por lo que su deficiencia aumenta las posibilidades de empaste.

Una relación Na:K de casi el doble de la encontrada en pasturas no timpanizantes fue medida en forrajeras con alta incidencia de timpanismo. Ello se debe a la influencia del potasio, ya que en suelos con alto nivel del mismo se presentan casos importantes de empaste.

La adición de azufre bloquearía algunas sustancias tóxicas de los tréboles que afectan la motilidad ruminal.

En Nueva Zelandia, la severidad del empaste sobre pasturas mezcla de gramíneas y tréboles no estuvo relacionada con las concentraciones de proteínas, materia seca, N, fósforo, potasio, azufre, magnesio, calcio, sodio, ni con la relación Na/K del forraje (Carruthers y col., 1987). Los contenidos de magnesio, sodio y fibra tendieron a ser mayores y la digestibilidad in vitro tendió a ser menor en las pasturas no meteorizantes (Carruthers, 1991).

Las pasturas que se encuentran cerca del mar no producen empaste. El nivel de sodio que se encuentra en ellas es tres veces superior al nivel de las propensas al empaste. El nivel del resto de los elementos, salvo el boro, es mayor en las muestras extraídas de pasturas cercanas a la costa.

Si bien son numerosos los factores que inciden en la variación de la composición mineral de las pasturas, el más importante es quizá la especie y la variedad, pero esta influencia también varía con la composición del suelo. Por ejemplo, una leguminosa, que por sí misma debería tener altos niveles de minerales, depende para ello de las condiciones de asimilabilidad en que se encuentran estos elementos en el suelo. La influencia de los

factores de variabilidad de la composición química de una especie forrajera pueden ser de tal magnitud que anulen, en forma casi total, el concepto de especie como sinónimo de determinada composición química.

Las diferencias mas apreciables en el contenido mineral de las plantas son las existentes entre las leguminosas y arbustivas, más ricas en minerales, y las gramíneas. Las leguminosas suelen ser tres o cuatro veces más ricas en calcio que las gramíneas en todos sus estados fenológicos y bajo condiciones ambientales similares, pero son pobres en sodio. Las leguminosas tropicales son el extremo, pudiendo llegar a tener muy poco sodio (menos de 0,4 g/kg de MS), por lo que son totalmente inadecuadas para cubrir ese requerimientos.

Las concentraciones de potasio, magnesio, azufre, hierro, cinc, cobre, cobalto y molibdeno son más elevadas en las leguminosas que en las gramíneas, aunque las diferencias no son tan amplias como sucede con el calcio. Las gramíneas normalmente tienen en su composición mineral mayor cantidad de sodio, cloro, yodo, manganeso y silicio que las leguminosas y suelen ser deficientes en fósforo y magnesio (Bavera, 2006).

Fragilidad y resistencia del tejido vegetal

Las rupturas de las estructuras vegetales en los rumiantes se realiza a través de tres acciones:

- masticación,
- ataque por los microorganismo ruminales y
- movimientos a los que es sometido el forraje en el rumen.

Las diferencias anatómicas de las hojas (espesor de la epidermis, disposición de las nervaduras) y de la composición química tienen una marcada influencia sobre la velocidad con que los nutrientes fluyen de las hojas al medio ruminal.

Las leguminosas timpanizantes son digeridas más rápidamente por la microflora ruminal que los forrajes que no tienen este efecto. Tienen una estructura más frágil y turgente que las no meteorizantes y también una velocidad o tasa de desaparición inicial ruminal (DIR ó TIDR) superior y mayor capacidad de producción de gas. La desintegración de las células mesófilas de hoja causa la liberación de las partículas de cloroplastos. Estas partículas son colonizadas fácilmente por la microflora ruminal y entre las mismas quedan atrapadas burbujas de gas. A su vez, las partículas impiden la coalescencia de las burbujas al dificultar el drenaje del líquido ruminal desde las zonas de líquido que quedan entre las propias burbujas.

Esto explica la razón por la cual el empaste ocurre con plantas jóvenes, que tienen una pared celular mucho más delgada que las maduras y que se rompe más fácilmente por efecto de la masticación, liberando proteínas solubles más rápidamente. Los microorganismos ruminales atacan este sustrato velozmente y se produce el cuadro de empaste.

Simultáneamente se liberan al medio ruminal compuestos intracelulares, como las proteínas solubles, responsables de la formación de espuma.

En la digestión de las hojas se pueden observar cuatro etapas:

- colonización bacteriana de la superficie foliar,
- penetración bacteriana de la epidermis,
- degradación de la pared celular foliar y
- penetración bacteriana de la pared del mesófilo.

Todos estos procesos se desarrollan más rápido en las leguminosas meteorizantes debido a características morfológicas como la inervación, espesor de la epidermis y de las paredes celulares del mesófilo. Estas características son determinantes de una mayor fragilidad medida como resistencia a la ruptura mecánica.

Esto también explica porqué las planta mojadas (lluvia, rocío, helada) son más empastadoras. El agua pone a los tejidos vegetales más turgentes, más frágiles a los factores de destrucción, ya sea masticación o ataque bacteriano. En esa situación, la planta que llega al rumen prácticamente explota liberando gran cantidad de proteínas solubles espumígenas que producen una formidable cantidad de gas en forma violenta.

Cuando las plantas están en un estado fenológico más avanzado, su contenido en fibra es mayor y sus paredes celulares son más rígidas y resistentes a la ruptura mecánica y a la degradación microbiana.

DE ACCIÓN ANTIESPUMÓGENA

Taninos condensados

Son compuestos polifenólicos (flavolanos) de alto peso molecular (500 a 3.000), solubles en agua, componentes naturales de algunas leguminosas, menos frecuentes en gramíneas, que se liberan de la pared celular durante la masticación.

Van Soest (1994) los define como "cualquier compuesto fenólico con suficiente peso molecular que contiene suficientes hidróxidos fenólicos para formar complejos" con proteínas y otras moléculas como la celulosa, hemicelulosa y pectina y en menor grado con minerales.

Están localizados en vesículas intracelulares que impiden el contacto con las proteínas solubles en la célula intacta, por lo que su efecto preventivo requiere de una ruptura de la célula previa a la formación del complejo proteína-taninos.

Los taninos condensados presentes en el forraje previenen el meteorismo por precipitación de las proteínas solubles involucradas en la producción de espuma, a las cuales se unen durante la digestión ruminal, transformándolas en insolubles, reduciendo su capacidad formadora de espuma, retardando su degradación, incrementando el periodo de masticación y secreción salival y estimulando la espumólisis, logrando así disminuir el riesgo. Kendahl demostró que la producción de espuma in vitro puede ser inhibida por la adición de taninos.

También limitan el desarrollo microbiano (acción bactericida y bacteriostática) por un mecanismo de inhibición de algunas enzimas bacterianas (celulasa y pectinasa), afectando la fermentación y regulando así la tasa de ataque de los microorganismos ruminales, protegiendo las proteínas, lo cual mejora la utilización del nitrógeno. Estas proteínas pasan a ser digeridas en cuajo e intestino (proteína pasante) y no en rumen.

La adición de taninos a concentraciones mayores a 10 mg tanino/g de MS disminuye la tasa de producción de metano en un 23 %.

Estos hechos hacen que las leguminosas que presentan concentraciones moderadas de taninos (lotus, esparceta) no produzcan empaste.

El lotus posee altos niveles de tanino (hasta 10 %), lo cual, sumado a su baja concentración de proteína soluble contribuye a que no empaste. Las leguminosas tropicales también son ricas en tanino.

La alfalfa prácticamente no tiene taninos. A pesar de una intensa búsqueda en alfalfas cultivadas, *Medicagos* anuales y perennes, no se encontró taninos condensados en las hojas. Estos resultados muestran la limitación del mejoramiento genético convencional para lograr la expresión de taninos condensados en hojas. Sin embargo, la presencia de taninos condensados en la cubierta seminal de la alfalfa demuestra que el genoma de esta especie contiene alelos funcionales de todos los genes estructurales necesarios para su biosíntesis. La enzima chalcona sintetasa es responsable de un paso clave en la ruta biosintética de taninos condensados y la modulación de su actividad puede llevar a la expresión de los mismos en hoja. El objetivo de las investigaciones es la obtención de plantas transgénicas de alfalfa que expresen niveles moderados de taninos condensados en su parte aérea (Ciancio, J. y col.).

Los taninos pueden tener efectos ambivalentes sobre el valor nutritivo. En bajas a moderadas concentraciones previenen el empaste e incrementan el flujo de nitrógeno no amoniacal y aminoácidos esenciales del rumen al intestino. En altas concentraciones (libres) reducen el consumo, la digestibilidad de las proteínas y carbohidratos y la producción animal.

Sin embargo, el *Astragalus cicer* es una leguminosa que casi no contienen taninos y no es meteorizante, a pesar de tener un nivel de proteínas solubles semejante a la alfalfa, lo que demuestra que la presencia de taninos no es la única característica que determina que una leguminosa sea no meteorizante.

La velocidad de la ruptura celular (DIR) y la acomplejante de los taninos aparecen como explicaciones separadas pero complementarias del efecto de prevención del timpanismo en el pastoreo de leguminosas no meteorizantes con alto y bajo contenido de taninos.

Lípidos cloroplásticos

Una vez llegados al rumen son rápidamente degradados por las bacterias, por lo que pierden su efecto antiespumógeno.

En estudios in vitro se ha demostrado que la persistencia de la espuma disminuye con la temperatura y se ha sugerido que agentes antiespumantes del tipo de los lípidos difunden desde la fracción particulada y se concentran en ella. Wallace encontró entre un 11 y un 24 % de lípidos en la espuma ruminal de animales meteorizados con alfalfa fresca. Estos lípidos están formando pequeñas burbujas amarillas que tienen alto contenido de material particulado fino en su superficie. Las burbujas amarillas fueron separadas por Laby y Weenink quienes determinaron que contenían más del 30 % de lípidos y que éstos son similares a los encontrados en el líquido ruminal correspondiendo a sales de ácidos grasos, mono y diglicéridos.

Las sales de ácidos grasos corresponden en gran proporción a jabones cálcicos, pues se ha encontrado una mayor concentración de calcio en las burbujas amarillas comparado con el líquido ruminal.

Para que los ácidos grasos actúen como antiespumantes se produce una competencia entre lípidos y proteínas por los iones Ca++, de modo que, cuando se unen a lípidos polares, habría menos calcio disponible para actuar en la desnaturalización de las proteínas necesarias para la participación de las mismas en la espuma.

La acción de los lípidos depende en parte del grado de saturación de los ácidos grasos de los fosfolípidos, de modo que cuando aumenta la saturación, lo que ocurre normalmente durante la maduración de la alfalfa, una mayor cantidad de Ca++ se une a los lípidos disminuyendo la posibilidad de meteorismo.

Tasa de desaparición inicial ruminal (DIR) baja

De la comparación entre leguminosas timpanizantes y no-timpanizantes surge que una de las maneras de desarrollar variedades de alfalfa tolerantes al empaste es la selección de plantas con menor tasa de desaparición inicial ruminal (DIR). Esta vía se basa en las teorías conocidas como de ruptura de la pared celular y de velocidad inicial de digestión, que parten del hecho de que hay leguminosas que son no-meteorizantes porque sus hojas poseen paredes celulares más gruesas, lo que retarda la acción de la microflora ruminal e impide una liberación explosiva de los contenidos celulares al rumen. De esta manera, al tener una tasa de degradación 25-30 % más lenta, se puede mantener una relativamente baja concentración de agentes espumógenos (proteínas solubles, restos de cloroplastos, etc.) en el rumen, haciendo que la producción de gas por la fermentación microbiana se mantenga por debajo de los umbrales críticos para causar meteorismo (D. H. Basigalup, 2007).

En la Fig. 3-7 podemos ver que en el caso de la alfalfa mas del 80 % de esa proteína es digerida en las primeras 4 horas mientras que en las leguminosas que no empastan (lotus) la digestión es mas lenta al inicio pero la digestibilidad final a las 24 horas es similar.

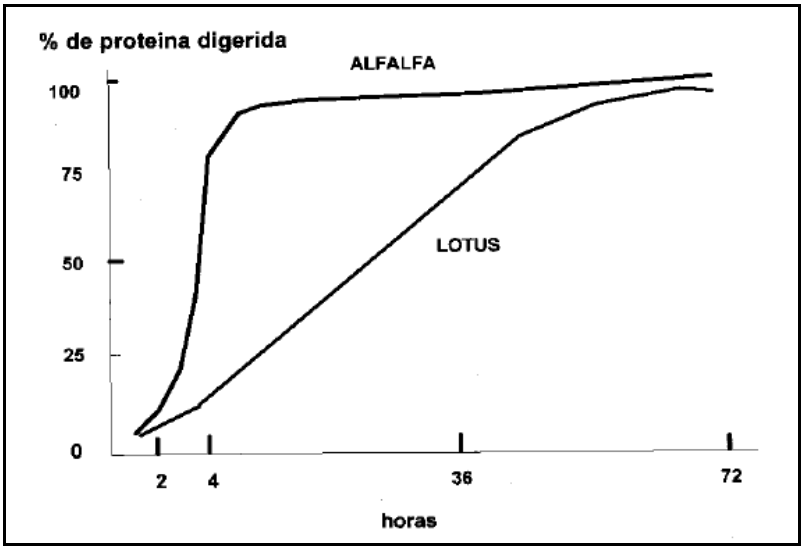


Figura 3-7.- Velocidad de digestión de la proteína de la alfalfa y del lotus (Romero, 2009)

En resumen, en las leguminosas que no empastan los componentes intracelulares son liberados más lentamente al medio ruminal, sin alcanzar la concentración necesaria para provocar el empaste.

Capítulo IV

VARIABLES DE LA RACIÓN CON GRANOS RELACIONADAS CON EL METEORISMO

INTRODUCCIÓN

Es imposible implementar una única medida de manejo para el control del timpanismo en el feedlot porque está influenciado por un gran número de variables, como son:

TIPO DE GRANO

Un alto nivel de concentrado determinará un pH bajo, lo que promoverá una actividad amilolítica con alta producción de ácido propiónico y láctico (Kaufmann, 1976). En los feedlots la incidencia de meteorismo se relaciona con esta ingestión de grandes cantidades de cereales de rápida fermentación, cuyo almidón se digiere principalmente en el rumen.

Los granos difieren en la proporción y ritmo de fermentación ruminal. La tasa de degradabilidad ruminal varía desde el 80-90 % del almidón de la cebada y el trigo al 55-70 % del sorgo y maíz (Boeto y Melo, 1990; Herrera-Saldana y col., 1990). El resto del almidón, una pequeña cantidad no degradable en rumen en el caso de los granos de trigo y cebada y mayor en el caso del sorgo y maíz, pasa al intestino delgado sin haber sido alterado (almidón by-pass), donde se degrada.

Los granos cuyo almidón se digiere principalmente en el rumen incrementan el grado de incidencia del meteorismo.

El grano de trigo es un grano desnudo que está formado por una cubierta (pericarpio) que recubre a la semilla propiamente dicha (testa, endosperma y germen). Las envolturas representan alrededor del 15 % del peso del grano y son la base de la elaboración del afrechillo de trigo; el endosperma (82 % del grano) contiene la fracción más abundante: el almidón. El resto corresponde al pequeño embrión o germen.

En los granos de maíz y sorgo los gránulos de almidón se encuentran rodeados de una cubierta proteica que los protege, estructura que no existe en el trigo. Esto explica su principal diferencia nutricional que radica en la extensión y velocidad de la digestión del almidón (almidón rápido) del grano de trigo en el rumen, causa de acidosis y timpanismo (Camps y González, 2001).

En relación al maíz, el trigo contiene algo menos de almidón (76 % vs. 70 %) y no difieren en su cantidad de fibra bruta (3 %). Su contenido proteico, resulta superior al de los demás cereales. También como todos los granos de cereales, tiene un muy bajo tenor de calcio y es aceptable su concentración de fósforo. La concentración energética expresada en Megacalorías de Energía Metabolizable (EM) por kg de materia seca (Mcal EM/kg MS) es de alrededor de 3,51, por lo que resulta en promedio un 5 % superior al maíz.

Si el grano de trigo constituye el principal componente de la dieta, la importante fracción de rápida degradación indica que una substancial cantidad de ácidos grasos volátiles (AGV) serán producidos en el rumen y por la mayor velocidad de degradación con respecto al grano de maíz, estos AGV serán entregados al medio en forma rápida, ocasionando la caída del pH ruminal. Este descenso del pH, responsable de acidosis agudas, subclínicas y crónicas, alcanzará valores que dependerán, entre otros, de la cantidad de almidón ingerida, forma de presentación de ese almidón, interacción con otros ingredientes de la dieta, agregado de aditivos, etc.

También se ha encontrado una relación entre la frecuencia de timpanismo en el feedlot y la variedad de trigo o cebada utilizadas (Boss y Bowman, 1996), pero estas diferencias son menos significativas que las halladas entre distintas variedades de sorgo y maíz.

PROCESAMIENTO

El procesado de los granos incrementa el ritmo de fermentación de los mismos al exponer los almidones al ataque de las enzimas microbianas, lo que acelera la producción de ácidos orgánicos y de mucopolisacáridos, que a su vez conlleva una disminución del pH y un aumento de la viscosidad del líquido ruminal. Este incremento de la viscosidad es lo que permite la estabilización de la espuma presente en los animales con meteorismo (Cheng et al., 1998). También las partículas pequeñas tienen un efecto estabilizador de la espuma porque se adhieren a la interfase gas-líquido.

Hay diferentes métodos de procesamiento y el resultado depende del sistema aplicado, existiendo variaciones dentro de un mismo método. Los granos pueden ser molidos, quebrados, aplastados, tratados con vapor, con calor seco y laminados para romper o reventar el pericarpio (cubierta del grano) y proveer así de las vías de acceso para que los microorganismos alcancen rápidamente los componentes del endosperma. Cuanto más pequeñas sean las partículas, más almidón es expuesto a la digestión por las enzimas microbianas.

Las partículas pequeñas pueden incrementar la estabilidad de la espuma. Partículas pequeñas (tamaño geométrico medio 388 μm) se ha asociado a una mayor cantidad de espuma ruminal que la administración de grano con partículas más grandes (715 μm) (Radostits et al, 1999).

Mc Allister y Cheng (1996) encontraron que un procesamiento muy leve, un simple quebrado del pericarpio o de la cáscara del grano de cebada, producía una digestión más lenta. Sin embargo, Mathison y col (1991) muestran un ensayo cuyo resultado sugiere que ocasionalmente el timpanismo del feedlot es mayor cuando se alimenta con grano de cebada entero que con grano de cebada aplastado. Estos trabajos indicarían que hay otros factores, además del procesamiento del grano, que precipitarían la ocurrencia del meteorismo en el feedlot.

La disminución del tamaño de las partículas, si bien aumenta la digestibilidad del grano de trigo en el tracto gastrointestinal total (99 % para el grano de trigo aplastado versus 79-62 % grano de trigo entero para dietas con 60 % de almidón), también aumenta el riesgo de acidosis (Camps y González, 2001).

El grano de trigo aplastado mantiene las partículas unidas. Este proceso deja en promedio 8-10 % de granos enteros y la mitad de las partículas sobre los 2,5 mm., 30 % entre 1-2,5 mm y 19 % menor de 1 mm, dependiendo este resultado de la uniformidad del lote. La granulometría para malla de 3 mm da un producto muy pulverulento con 92 % de partículas menores de 1 mm. En trigo se obtienen buenos resultados con malla de 8 mm y 60 % de partículas mayores a 1 mm. El quebrado grueso y el aplastado del trigo es lo más aconsejable, ya que el molido es causa de dietas pastosas y de frecuentes problemas respiratorios por inhalación de polvillo (Camps y González, 2001).

Todos los granos no deben ser molidos sino aplastados o quebrados para evitar pulverizarlos. Si el grano se encuentra muy seco, conviene humedecerlo para prevenir la pulverización.

El granulado, comprimido o pellets no es aconsejable porque para efectuarlo se necesita que el grano esté finamente molido, y cuando el granulado se disuelve en el rumen, se forma una pasta fina que puede dar origen a una espuma estable. Además es difícil agregarle heno.

Los alimentos finamente divididos y con pequeño tamaño de partícula, o con bajo contenido en fibra larga, afectan directamente la actividad de la rumia y la producción de saliva, y por ende, modifican la población de microorganismos ruminales, lo que está directamente relacionado con la producción de meteorismo.

La digestión del almidón en el rumen varia inversamente con el mayor tamaño de la partícula del grano y directamente con el grado de gelatinización del mismo por tratamientos hidrotérmicos (estrusado, flakes, copos, etc.), popping (calor seco por poco tiempo), micronización (calor infrarrojo 150 ºC y rolado con platos ranurados) y con el silo de grano húmedo. La gelatinización incrementa la accesibilidad del almidón a las enzimas bacterianas, por lo que la tasa de degradación aumenta aún más con respecto al grano molido, quebrado o aplastado.

Sin embargo, si a un grano se le aplica un tratamiento con calor seco se pueden formar complejos de almidón y proteína que producen una disminución de la digestión en el rumen.

Un método de procesamiento del grano empleado en nuestro país es el silo de grano de maíz o sorgo húmedo (22 a 28 % de humedad), procedimiento que aumenta la digestión de su almidón en el rumen, asemejándola a la del trigo (atriga el grano).

Figuras 4-1.- Silos bolsa de grano de maíz húmedo

FORRAJE, CANTIDAD Y TIPO

El meteorismo en el feedlot aparece con raciones con elevado contenido de grano, más del 50 a 80 % del peso de la misma. Hay una tendencia a la acidez y una disminución de la estimulación del rumen por forraje, lo que puede interferir en la motilidad y la eructación.

Al incrementar la proporción de forraje (fibra efectiva) en la dieta, se reduce la tasa de fermentación, se estimula la secreción de saliva y aumenta el pH ruminal, con lo que se reduce la incidencia del timpanismo. El forraje fibroso en la ración cortado o picado y mezclado debe ser por lo menos del 10-15 %.

Pero el aumento del nivel de forraje en dietas base maíz o sorgo a niveles cercanos al 20 %, deprimen el consumo debido a la menor digestibilidad de la dieta.

Sin embargo, la inclusión de forrajes en dietas conteniendo una importante cantidad de cebada y/o trigo puede mejorar la performance animal por la reducción de trastornos digestivos (Tabla 4-2).

Tabla 4-2.- Efectos de acidosis subaguda en la performance de ganado de feedlot en terminación.
(University of Nebraska-Lincoln and the United States Department of Agriculture, 1991).

Tratamiento	ADPV	CMS	Conversión
Trigo aplastado, forraje 0 %, alta acidosis	1,55	9,45	6,10
Trigo aplastado, forraje 10 %.	1,70	9,79	5,77

En las dietas de feedlot con alto contenido de grano el riesgo de acidosis se incrementa en la medida en que disminuye la cantidad de forraje. Sin embargo, es imposible predecir acertadamente el riesgo asociado con una determinada cantidad de forraje en la dieta, ya que éste varía considerablemente en sus características y existen, además, otros factores que están involucrados en los trastornos digestivos. La tendencia actual de las investigaciones relacionadas con la formulación de raciones "alto-grano" está dirigida hacia el contenido de fibra físicamente efectiva (peFDN), fibra efectiva (eFDN) de los forrajes y subproductos de la agroindustria y su interacción con los carbohidratos no fibrosos y atributos del animal.

El heno de alfalfa de buena calidad puede producir empaste, incluso en raciones mezcladas con otros henos o granos, especialmente si las partículas del heno son muy pequeñas. El grano puede estar entre el 30 y 70 % de la ración, pero si el componente forraje es heno de alfalfa, puede empastar.

El potencial meteorizante de los henos de alfalfa es impredecible. Los más proclives son los henos inmaduros, con hoja y tallo blando. El que ha crecido en condiciones de humedad da lugar a mayor cantidad de gases que el producido en zonas secas y calientes. Son frecuentes los meteorismos por henos húmedos y mohosos. El heno molido puede incrementar el problema.

Cuando existen henos alternativos, conviene mezclarlos con el de alfalfa peligroso.

Cuando se comienza con un nuevo grupo o lote de heno de alfalfa se debe realizar acostumbramiento durante unos 5 días, mezclándolo con los anteriores o con otros no peligrosos.

Las raciones con 50 % de henos de alfalfa y 50 % de granos son las más peligrosas. El riesgo es bajo cuando el grano constituye menos del 35 % de la mezcla.

El heno debe darse bien mezclado con la ración. Suministrarlo por separado puede ser peligroso, pues no todos los animales consumirán la misma cantidad. Cuanto más palatable sea la ración de granos, menos heno consumirán.

ADAPTACIÓN

El timpanismo ocurre frecuentemente en el período de adaptación entre dietas altas en forrajes a dietas altas en granos. Para evitarlo, se debe efectuar un acostumbramiento paulatino, sin cambios bruscos, para que las poblaciones microbianas se adapten y estabilicen al nuevo sustrato.

La desestabilización de las poblaciones microbianas, provocada por la ingestión de grandes cantidades de cereales de alta fermentabilidad, es otra de las causas que se asocian a la aparición de meteorismo en los feedlots.

El incremento de poblaciones de *Streptococcus bovis* ha sido observado en animales con meteorismo (Bartley y col., 1983). La excesiva producción de mucopolisacáridos bacterianos por parte de este tipo de bacterias, relacionada directamente con la gran cantidad de energía disponible, hace incrementar la viscosidad del líquido ruminal y estabilizar la espuma implicada en la aparición de meteorismo (Cheng y col., 1998).

MICROORGANISMOS

Es muy importante el papel de los microorganismos ruminales en el meteorismo de feedlot, ya que en este caso la mayor fuente de agentes espumantes es de origen microbial (ver. Cap. V, pag. 49).

Es mas fácil el empaste cuando el ganado, y especialmente la oveja, camina mucho y se agita; cuando come de golpe estando en ayunas; cuando va de arreo y come por consiguiente con mucho hambre; y en la tarde cuando despues de calentado el pasto por el sol del dia, empieza á humedecerse con el rocio.

José Hernández, 1882. Instrucción del estanciero, Bs. As., Ed. Carlos Casavalle, 85.

Capítulo V

VARIABLES DEL ANIMAL RELACIONADAS CON EL METEORISMO

ESPECIE

Los bovinos son mucho más sensibles al empaste que los ovinos y caprinos. En pastoreos mixtos, muchas veces se produce empaste en bovinos y no en los ovinos, lo que es atribuido, por observaciones empíricas de algunos productores, a que los ovinos, al entrar en una nueva parcela de leguminosas, consumen con menor avidez que los bovinos.

RAZA

Hay variaciones raciales de susceptibilidad al empaste.

En general, las razas tropicales son menos susceptibles. Los cebú y sus cruzas lo son menos que los bovinos europeos.

Las razas lecheras son más susceptibles que las de carne. La Jersey tiene mayor susceptibilidad que las razas Holando y Ayrshire. La cruza Jersey por Holando es dos veces más susceptible que la raza Holando.

La Hereford es más susceptible que la Angus, lo mismo que sus cruzas.

Pese a estas comprobaciones, las diferencias entre razas no son tan importantes como las que ocurren entre animales de una misma raza.

EDAD Y CATEGORÍA

Las categorías más susceptibles son:

1.- los terneros con rumen desarrollado,

2.- los novillos y vaquillonas con alto ritmo de engorde y

3.- las vacas lecheras de alta producción, debido a sus elevados niveles de consumo.

Los terneros que aún no han desarrollado totalmente sus preestómagos y por lo tanto proporcionalmente ingieren menos forraje, tienen mayor resistencia al empaste.

Hay una mayor susceptibilidad en los animales jóvenes, lo que tiene relación con el mayor porcentaje del rumen sobre la masa corporal que los animales adultos. Esto podría explicar también la menor susceptibilidad en novillos de razas índicas comparados con los británicos.

Los toros en descanso son más susceptibles que los toros en servicio, ya que éstos, por su actividad sexual, dedican menos tiempo al pastoreo.

INDIVIDUALIDAD

Frente a una dieta meteorizante los individuos varían en su susceptibilidad para presentar meteorismo. Las diferencias anatómicas del rumen, el volumen de los contenidos ruminales, el consumo de alimento, la aptitud para eructar, el nivel de secreción de adrenalina, las conductas de consumo, animales glotones o ansiosos, la producción salivar, su secreción y su contenido de mucina, entre otras, son causas de diferenciación en la susceptibilidad individual a padecer meteorismo.

Algunos animales tienen variaciones en su susceptibilidad en distintos momentos.

Hay animales que se meteorizan rápida y severamente, mientras otros lo hacen rara vez, aun consumiendo el mismo tipo de dieta. Estos han sido denominados de alta y baja susceptibilidad respectivamente (Clarke y Reid, 1970).

Algunos animales se timpanizan con cualquier tipo de ración y son conocidos como "timpanizantes crónicos".

Por la variación individual, por lo general no se empasta en el mismo lote de pastura más del 30 a 40 % de un rodeo.

PRODUCTIVIDAD

El empaste se presenta generalmente en los animales más productivos, debido a que son los de mayor avidez y consumo de alimento y los más expuestos a consumir forrajes peligrosos.

CONDICIÓN CORPORAL

Un animal gordo tiene menor espacio de dilatación cuando comienza a hincharse y por ende tiene más riesgo que un animal flaco de frame grande que soporta mejor el problema.

HAMBRE

Los animales hambrientos comen más rápido, por lo que están más predispuestos a sufrir empaste. En razón de ello, el meteorismo está a menudo influenciado por interrupciones en el pastoreo normal de los animales por medidas de manejo, como ser retirar los animales durante la noche o parte del día de una pastura peligrosa o por condiciones climáticas adversas, como ser lluvia. Estas interrupciones alteran el hábito normal de pastoreo y provocan períodos de ingestión más intensos al reiniciarse el mismo.

Cuando el animal ayunado empieza a comer, se libera en el rumen una mayor cantidad de anhídrido carbónico que en un animal saciado.

También es importante el tipo de alimentación en la realimentación. Los animales que consumieron alfalfa después de un corto ayuno, liberan mas CO_2 que los que consumen raigrás. Si además se dan las condiciones en el rumen de liberación de mucha proteína soluble, fragmentos de cloroplastos, etc., el gas que se genera queda atrapado en burbujas.

La menor actividad proteolítica microbiana que hay en el rumen de los animales ayunados también contribuye a crear condiciones propicias, ya que se favorece la persistencia de las proteínas vegetales solubles que ayudan a atrapar el gas dentro del rumen en burbujas.

Estas son las razones por las que un animal con hambre está concretamente en una condición de alto riesgo de empaste.

ESTRÉS

Otro de los factores del manejo es el estrés. Los animales que cuando están pastando se estresan por corridas, perros, vehículos, gritos, etc., están predispuestos a empastarse porque se interrumpe la rumia y se agita el contenido ruminal, lo que favorece la producción y retención de gases.

HEREDABILIDAD

Los animales propensos a empastarse tienen mayor volumen ruminal, secretan cantidades significativamente menores de saliva y un ambiente ruminal característico, con mayores concentraciones de proteínas solubles, clorofila, partículas de forraje en digestión y mayor concentración de potasio, magnesio y calcio, menor concentración de sodio, menor pH y mayor capacidad para producir gas, con una tasa de pasaje lenta. Esto último es muy importante, pues se puede disminuir el riesgo de empaste acelerando el pasaje mediante el manejo de la alimentación.

Hay animales que se empastan con mayor frecuencia y severidad que otros. El meteorismo se presenta en la descendencia de un padre susceptible. Existe una similitud en el comportamiento de mellizos monozigotos frente al empaste y existen diferencias en susceptibilidad entre animales de diferentes razas. Todo esto indica que la propensión al meteorismo está dada por la existencia de una susceptibilidad ante el empaste de mediana heredabilidad.

Morris, C. A. (1991), Bryant (1991) y Cockrem y col. (1987) lo demostraron al obtener una línea de vacunos altamente sensible al meteorismo provocado por leguminosas y una línea débilmente sensible.

En los Centros de Testaje queda en evidencia que el timpanismo tiene base genética y es heredable, ya que bajo las mismas condiciones de alimentación, existen hijos de un determinado toro que timpanizan mientras que sus contemporáneos, hijos de otros toros, no lo hacen. En los primeros años de los tests de performance, aproximadamente el 20 % de los toritos se timpanizaban. Actualmente, debido a la selección, estos animales son la excepción a la regla (D. Bosman, 2008).

Son heredables la estructura y motilidad del rumen, la capacidad del rumen, la composición de las proteínas de la saliva (la proteína salival, la bSP30, se ha relacionado al timpanismo) y su tasa de producción. Todo esto influye en los animales susceptibles para degradar mucoproteínas que podrían reducir la actividad antiespumante o incrementar la actividad de estabilización de la espuma.

Cockrem y col. (1987) encontraron que el volumen del contenido ruminal fue 3,05 litros menor en los animales de baja susceptibilidad al meteorismo en comparación a los animales provenientes de rodeos de alta susceptibilidad. Al aumentar el volumen del contenido ruminal de las vacas menos susceptibles, éstas se meteorizaron también, lo que demuestra una estrecha relación entre el grado de meteorismo con el volumen del contenido ruminal ($r = 0,71$). Sus resultados muestran que una diferencia en el volumen de la digesta puede explicar la mayor variación en la susceptibilidad genética al meteorismo.

Un animal que se empasta y sobrevive nos está indicando que tiene mayores posibilidades de empastarse nuevamente por su susceptibilidad. Esta diferencia intrarracial posibilita la selección de líneas menos susceptibles al empaste, como se ha conseguido en Nueva Zelandia con una línea de toros Jersey.

Los animales con tendencia al meteorismo poseen un metabolismo mas lento, lo que confirma el origen hereditario. El animal con estas características no puede adaptarse a situaciones de sobreesfuerzo con la misma facilidad que el normal. Además presentan una actividad aumentada de la transaminasa y una merma de la capacidad para metabolizar el triptófano.

Debe evitarse la compra de animales para engorde o reposición en estancias cuya hacienda muestre tendencia al meteorismo. Con ello se logrará que el criador se preocupe por eliminar de sus planteles este tipo de ganado.

En feedlot se ha encontrado que la incidencia del timpanismo es más alta en Holando que en razas de carne, lo que podría deberse a que esta raza es una gran consumidora de alimento y al mayor tiempo que deben permanecer en engorde si son llevados a altos pesos de faena.

El Brahman tiene una mayor incidencia a la acidosis que las británicas, por lo que puede ser más propensa al timpanismo en el feedlot.

Existe interés en seleccionar animales de baja susceptibilidad o animales que tengan un mejor comportamiento o respuesta frente al meteorismo, especialmente en términos de salivación, eliminación de gas o eficiencia de los movimientos ruminales. Lamentablemente, la única manera que existe en la actualidad para conocer la susceptibilidad de un vacuno es colocarlo en una pastura reconocidamente meteorizante y ver si se empasta.

En conclusión, el meteorismo no tendría que clasificarse como enfermedad nutricional, ya que en realidad constituye una afección genética.

pH RUMINAL

El pH del rumen tiene un efecto importante en la estabilidad de la espuma. Normalmente el pH ruminal se mantiene alrededor de 6.5. En un animal empastado varía entre 5 y 5,9. La máxima estabilidad en la espuma se logra con un pH marcadamente ácido (Moate, 1998).

TEMPERATURA RUMINAL

La temperatura ruminal normal varía entre 39 y 40 ºC. Es mantenida por el calor de fermentación y la temperatura del animal. El exceso de calor es absorbido por el agua circulante en los vasos sanguíneos y disipado por el cuerpo del animal o aportado por éste cuando la temperatura ruminal es menor. Con esa temperatura la mayoría de las enzimas de las bacterias ruminales tienen su actividad óptima.

El agua fresca de bebida es sumamente útil para mantener o reducir la temperatura del rumen y mejorar por ende la fermentación y la digestibilidad. En el meteorismo, cuando la temperatura del rumen aumenta por sobre los 39º C disminuye la estabilidad de la espuma (se destruye), pero cuando disminuye por debajo de los 37º C, la espuma se estabiliza y resulta muy difícil que se destruya. Esto explica porqué cuando el animal ingiere agua muy fría o vegetales mojados por helada o rocío hay mayor empaste, ya que disminuye la temperatura del rumen y aumenta la estabilidad de la espuma (Bavera, 2009).

SALIVA

Los rumiantes presentan dos tipos de glándulas salivales:

a) Glándulas alcaligénicas, como las parótidas, molar inferior y bucales, que secretan un fluido que contiene una alta concentración de iones carbonatos, bicarbonatos y fosfatos, que actúan como buffer y poseen cualidades antiespumantes, y con pequeñas cantidades de mucoproteínas.
b) Glándulas mucogénicas, como las submaxilares, sublinguales, labiales y faríngeas, cuya secreción es predominantemente mucoproteica. Tiene por función humedecer el bolo y facilitar la masticación y la deglución.

En la tabla 5-1 se muestra la composición iónica promedio de la saliva secretada por las glándulas del bovino:

Tabla 5-1.- Composición iónica de saliva de bovino en mequiv/lt. y composición porcentual en mequiv/lt. en paréntesis (Phillipson y Mangan).

Glándula	CO_3H^-	$PO_4H^=$	Cl^-	Na^+	K^+	Ca^{++}
Parótida	110,8 (38,9)	22,4 (7,9)	10,6 (3,7)	123,0 (43,2)	14,7 (5,2)	3,4 (1,2)
Submaxilar	15,7 (19,2)	0,5 (0,6)	30,9 (37,8)	13,6 (16,6)	13,9 (17,0)	7,1 (8,7)
Sublingual	104,3 (34,4)	17,0 (5,6)	17,6 (5,8)	142,0 (46,8)	19,4 (6,4)	3,2 (1,1)

Se observa que la concentración de iones Na en la glándula parotídea bovina es aproximadamente 10 veces mayor a la de K. En ovino la diferencia es aún mayor. En animales privados de Na, la concentración de K se incrementa, manteniéndose la concentración combinada de Na y K en alrededor de 150 mequiv/lt.

La saliva es ligeramente isotónica con el plasma aunque existen diferencias de concentración en los iones individuales. La presión osmótica de la secreción de las glándulas mucogénicas es menor que la del plasma y contiene menos bicarbonato (CO_3H^-) y fosfato ($PO_4H^=$) que la saliva alcalina. Aunque la cantidad de saliva secretada en las distintas glándulas varía según el animal esté en descanso, comiendo o en rumia, la composición y presión osmótica de la secreción salival permanece bastante constante.

De las glándulas que secretan saliva alcalina, las parótidas son las más importantes ya que secretan la mitad de la secreción total de saliva en el bovino. Su secreción más o menos continua es responsable del gran volumen de saliva que es secretado por los rumiantes en comparación con los no rumiantes, una de las carac-

terísticas más sobresalientes de su sistema digestivo, alcanzando en bovinos un volumen diario de 70 a 190 litros y en ovinos de 5 a 16 litros, volúmenes equivalentes al volumen del rumen.

Durante el período que el animal no está comiendo, existe un nivel basal de secreción de saliva alcalina y una muy pequeña secreción de mucoproteínas. El consumo de alimentos estimula la secreción de saliva alcalina y fuertemente la de mucoproteínas. Esta estimulación es mayor con alimentos toscos y fibrosos y parece ser el resultado de reflejos iniciados por estimulación de la mucosa ruminal en las cercanías del pliegue retículo-ruminal. Ligeras presiones en el interior del rumen estimulan la secreción salival mientras que presiones mayores como las que se producen durante el empaste, la inhiben, acelerando el proceso.

La saliva actúa como primer jugo digestivo y es importante para una buena digestión. Aporta la mayor proporción de la capacidad tamponante del rumen, lo que depende del volumen total de saliva producido y de su composición. Todo lo que cause su menor secreción predispone al empaste.

En la saliva existen variables que reducen y otras que aumentan la formación de espuma. Entre los que disminuyen la formación de espuma se encuentran:

Dilución: Las glándulas salivales de actividad continua sirven para el mantenimiento de una determinada cantidad de líquido en el rumen, lo que es de gran importancia para el desarrollo óptimo de los procesos de fermentación. El llegar una gran cantidad de saliva al rumen hace que se diluyan los factores vegetales timpanizantes y en consecuencia se reduzca el riesgo de formación de espuma. Por lo tanto, debido a su escasa tensión superficial y a su efecto diluyente del contenido del rumen, la saliva impide las fermentaciones espumosas.

Buffer: La saliva aporta una gran cantidad de bicarbonato de sodio y fosfatos que incrementan el pH ruminal, lo cual disminuye la estabilidad de la espuma. En el carnero, la concentración de P varia ampliamente, desde 62 hasta 1858 mg/l (Cook, 1995). Si la dieta contiene más de 3 g de P/kg MS, el contenido en la saliva se encuentra entre 500 y 900 mg/l (Komisarczuk, 1985; Barlet y col., 1995). En el bovino se reciclan diariamente entre 30 y 90 g de P (NRC, 2001; Satter, 2003). En promedio en el bovino ingresan diariamente al rumen con la saliva unos 250 g de PO_4HNa_2 y de 1 a 2 kg de CO_3HNa. El pH de la saliva es de 7,7 a 8,7 (alcalina), por lo que su poder buffer es más efectivo frente a ácidos. En experiencias en que se han efectuado fístulas para impedir la llegada de saliva al rumen, se produce en el mismo un descenso del pH. La principal fuente endógena de P para los microorganismos ruminales es la saliva, donde se encuentra principalmente como fosfatos de Na y K (NRC, 2001).

Mucina: Es un mucopolisacárido presente en la saliva que tiene un potente efecto antiespumante.

Entre los factores que estimulan la formación de espuma se encuentran:

Producción de anhídrido carbónico: El bicarbonato, además de su efecto buffer, una vez llegado al rumen, por acidificación, produce el anhídrido carbónico.

Escasa salivación: Estimula la aparición del cuadro de empaste (alimentos con bajo contenido de fibra y elevado de agua, rocíos, lluvias, heladas). Una disminución en el aporte de Na provoca una reducción a la mitad de la cantidad de saliva secretada.

Mucoproteínas: Son proteínas de bajo peso molecular que darían origen a la formación de espuma. Se las ha dividido por electroforesis en 10 bandas, resultando la proteína de banda 4 altamente asociada a la aparición del cuadro timpánico. Animales de alta susceptibilidad al empaste tienen concentraciones de proteína banda 4 de hasta 17-18 %, a diferencia de los de baja susceptibilidad que no llegan a niveles de 2 %.

Por lo tanto, la saliva puede actuar reduciendo la severidad del meteorismo, ya sea por dilución del contenido ruminal, por su acción buffer o por su comportamiento como antiespumante dado por la presencia de mucina. La saliva inhibe o dispersa la espuma en el meteorismo causado por leguminosas, por lo que se deduce que éste ocurre más fácilmente cuando el contenido de mucina o mucoproteína en el rumen es bajo, dado por una salivación disminuida en aquellos animales que consumen alimentos que contienen constituyentes espumantes.

Weiss encontró que animales que se meteorizaban al consumir alfalfa fresca presentaban una menor secreción salival lo que fue atribuido a una falta de material tosco en la dieta necesario para la estimulación salival. Además los animales susceptibles a meteorizarse con leguminosas parecen secretar menos saliva. Como con-

secuencia se observa un contenido ruminal de consistencia más viscosa y con una mayor tendencia a formar espuma estable.

En el meteorismo el pH disminuye alcanzando valores entre 5 y 5.9, los cuales favorecerían una mayor producción de gas derivado del bicarbonato. Se ha calculado que por cada litro de saliva que entra al rumen se desprenden aproximadamente dos litros de anhídrido carbónico si el pH es de 5.7.

Mc Intosh y col. (1988), observaron que las vacas con alta susceptibilidad a meteorizarse tuvieron diferencias en algunas características de la saliva, en la relación del volumen producido de las glándulas mandibulares y parótidas y valores mayores en la bandas de proteína de la saliva (2-5 y 7-10) proveniente de las glándulas mandibulares con dietas de alfalfa.

Bailey y Balch (1961) han determinado que la concentración de cationes en saliva de las glándulas parótidas varía con la cantidad de secreción. En particular bajas tasas de salivación están asociadas con baja concentración de sodio y alta concentración de potasio. Cuando se consumen alimentos con alta humedad, la primera masticación está sustancialmente disminuida y dado que ésta estimula la salivación, el nivel de esta última llega a ser también bajo. Cuando esto pasa, la saliva tiende a ser más viscosa y esto también puede contribuir al aumento de la viscosidad del contenido ruminal (Froetschel y col., 1986).

El alimentar con dietas de alfalfa tierna con alto nivel de humedad y baja fibra, conduciría a reducir la salivación con una elevada concentración de potasio y baja concentración de sodio. Esto ayudaría a que la relación negativa de estos dos elementos fuera mayor en el rumen. Al respecto, Hall y col. (1988) señalan que el meteorismo está asociado con baja concentración de sodio y alta concentración de potasio ($P<0,01$) en animales que consumen alfalfa; también ellos encontraron una asociación del meteorismo con las concentraciones de calcio y magnesio. Estos dos elementos pueden promover a su vez la agregación y estabilización de la suspensión coloidal con las partículas de cloroplastos que darían firmeza a la espuma (Lanuza, F., s/f.).

El papel de las glucoproteínas salivales en la génesis de una espuma estable no ha podido ser establecida (Espinase y col., 1995).

MICROFLORA Y FAUNA RUMINAL

El rumen de un animal empastado registra un notable incremento del total de microorganismos y una modificación en su composición respecto al de un animal normal (Cap. II, pag. 17). Esto se debe a la gran cantidad de substratos rápidamente digestibles presentes en el alimento timpanizante.

Bacterias

El número de bacterias ruminales puede alcanzar cifras impresionantes: mil millones por mililitro de contenido ruminal. Poseen roles y funciones muy específicas y se encuentran conformando un delicado equilibrio.

Presentan algunas acciones que ayudarían, ya sea a desencadenar el cuadro de empaste o a hacerlo más severo. Entre estas acciones tenemos las de bacterias mucinolíticas, bacterias que digieren saponina, bacterias que degradan los lípidos y bacterias que degradan pectinas. En cuanto a su número, la principal diferencia se ha encontrado en las mucinolíticas que están en mayor concentración en animales de alta susceptibilidad.

La bacteria *Butyrivibrio fibrisolvens* tiene una importante acción mucinolítica, o sea que destruye las mucinas salivales, impidiendo su acción antiespumante. *Selenomonas rumiantum*, *Streptococcus bovis* y *Peptostreptococcus elsdenii* y otras bacterias producen y liberan mucopolisacáridos capsulares y ácidos nucleicos, que aumentan la tensión superficial estabilizando la espuma (Colucci y Sienra, 1979).

Los trabajos que han comparado la extensión y el ritmo de fermentación ruminal que ocurren en rúmenes de animales con y sin meteorismo, permiten afirmar que no existen diferencias ni en el pH, ni en la producción de AGV o de los compuestos nitrogenados (Clarke y Reid, 1973). Tampoco parece que haya grandes diferencias en el número o el tipo de bacterias que pueblan un rumen con o sin meteorización, con la excepción de una mayor presencia de bacterias mucinolíticas *(Streptococcus bovi*s, *Selenomonas ruminantiu*m, *Butyrivibrio fibrisolven*s, *Megasphaera elsdeni*i) en los rúmenes meteorizados (Mishra et al., 1967, 1968).

Otros microorganismos favorecen la formación de espuma al metabolizar los lípidos cloroplásticos, impidiendo por lo tanto su acción antiespumante.

Protozoarios

En animales normales, el volumen de protozoarios está en alrededor del 4 %, mientras que en los empastados sube al 8 a 11 %. El género *Ophryoscolex* produce gran cantidad de gas. Su nivel en rumen aumenta marcadamente en un animal empastado, pasando de valores normales de 20/ml de contenido ruminal hasta 1750/ml.

Kodras (1965) observó que los protozoarios de animales que se empastaban con granos o con alfalfa contenían y expelían burbujas de gas, a diferencia de los de animales que no se empastaban.

La severidad del empaste también está relacionada con el contenido de los polisacáridos de reserva de los ciliados, ya que la desintegración de estos libera cantidades elevadas de polisacáridos, los que producen un aumento de la estabilidad de la espuma

La gravedad del empaste baja cuando se administran agentes defaunantes, tales como el dimetridazol, sulfato de cobre y dietil sodio sulfosuccinato.

La desaparición de los protozoos entodiniomorfos, consumidores de cloroplastos, en los animales que presentan meteorismo espumoso conduce a una acumulación de estos orgánulos celulares, favoreciendo la formación de espuma (Espinasse y col., 1995).

También se ha tratado de relacionar los protozoos con el meteorismo en base a la observación del menor número de holotricos en animales meteorizados. Se ha postulado que, dada la abundante cantidad de carbohidratos solubles que contienen las leguminosas, se produce un almacenamiento excesivo de almidón en los holotricos, lo que puede determinar su ruptura, con la consiguiente liberación de ácidos nucleicos y proteína que podrían actuar como estabilizadores de la espuma.

Jones y Lyttleton, trabajando in vitro, han demostrado que las proteínas protozoarias son desnaturalizadas en la superficie estabilizando la interfase gas-líquido y produciendo espuma con una máxima persistencia a pH alrededor de 5.9, que corresponde al pH en el cual el líquido ruminal y las proteínas vegetales alcanzan su máxima resistencia de espuma.

Meteorismo espumoso por granos

En el meteorismo del feedlot la mayor fuente de agentes espumantes es de origen microbial. En raciones de concentrado con alto contenido energético y sobre todo cuando el tamaño de la partícula es pequeño, se produce una rápida utilización de sustratos que lleva a una mayor producción de gas junto con la producción masiva de mucílago bacterial. La viscosidad del líquido ruminal está muy aumentada debido a la excesiva producción de mucopolisacáridos bacterianos insolubles por ciertas especies de bacterias.

La producción de mucílago bacterial y las sustancias liberadas durante la lisis de bacterias, contribuyen al desarrollo de una alta viscosidad ruminal, que favorece la mantención de gases de fermentación en finas burbujas, contribuyendo a la formación de espuma estable.

Se ha visto que la producción de esta mucosidad varía de acuerdo al tipo de bacteria, pero de manera general siempre se presenta asociada a dietas que producen gran cantidad de energía disponible en el rumen (altas en granos).

Clarke y Reid (1973) y Gutiérrez y col. (1963) confirman que el mucílago es de origen microbial por el hecho que contiene DNA, a diferencia del producido en meteorismo por leguminosas, que se ha sugerido se forma por utilización de saponina.

El rol de los protozoos en el meteorismo de feedlot no es claro. Debido al bajo pH asociado con el consumo de granos, se observa una reducción del número de holotricos, pero los entodinios se ven favorecidos porque son más resistentes a ácidos. Ya que los entodinios ingieren almidón y streptococcus, podrían reducir el meteorismo evitando que las bacterias utilicen el almidón y reduciendo el número de streptococcus que algunos autores han relacionado con la producción de mucílago en el meteorismo por consumo de granos.

TASA DE DILUCIÓN, VELOCIDAD DE PASO DEL ALIMENTO, RENOVACIÓN RUMINAL O TURNOVER

La tasa de dilución, velocidad de paso del alimento, renovación ruminal o turnover se definen como el contenido del rumen y retículo que salen de ellos por unidad de tiempo.

Para lograr una alta degradación de forraje se requieren largos períodos de retención ruminal, lo que se asocia a baja tasa de dilución y gran llenado del rumen. En condiciones de pastoreo una mayor velocidad de paso del alimento ruminal puede ser ventajoso, ya que la menor digestibilidad se compensa con el mayor consumo de forraje. Esto es así porque luego de las primeras 6 horas post ingestión la tasa degradación ruminal cae en forma sostenida.

Al aumentar la tasa de dilución, la población microbiana y el tiempo de permanencia disminuyen, aumentando la síntesis bacteriana. Esta tasa de dilución está afectada principalmente por la relación entre forraje y concentrados, el tamaño de la partícula y la presentación física del alimento.

El paso a cuajo e intestino más lento de la fase líquida del contenido ruminal facilita la actividad microbiana y la producción de gas, lo que contribuye a la mayor formación de espuma estable. La eliminación más rápida disminuye la producción microbiana de gas, incrementa el metabolismo de las proteínas y reduce la probabilidad de que se forme espuma.

Majak y col. (1986) estudiaron la correspondencia entre la acumulación de partículas de cloroplastos en el rumen, responsables de una mayor viscosidad ruminal, y el menor ritmo de paso de marcadores externos (Co-EDTA y Cr-EDTA) en animales que padecían meteorismo. Se encontró un tiempo medio de 12-17 horas y de 7,5 - 8,1 horas para los animales más susceptibles y menos susceptibles a meteorizarse, respectivamente. Además, se han encontrado fragmentos de cloroplastos en la película laminar de las burbujas en contenido espumoso de rumen de animales que posteriormente se timpanizaron (Howarth et al, 1986, cit. por Hall et al, 1988).

Estos resultados obtenidos en animales alimentados con alfalfa verde, fueron igualmente observados con alfalfa henificada por Okine y col. (1989), concluyendo que una mayor producción de espuma puede ser atribuida a ritmos de paso de la fracción líquida del rumen más lentos.

En el meteorismo de los feedlots los animales que lo padecen presentan un ritmo fraccional de paso de los fluidos más lento (Okine y col., 1989), lo que promueve la acumulación de espuma y gas en el rumen e incrementa la probabilidad de padecer meteorismo.

El trébol conserva mucho mas tiempo que el cardo sus condiciones mortíferas, tiene dos épocas de empastar, y las dos muy terribles. En Marzo y Abril, en que nace y crece un poco, empasta muy fácilmente, y se suspende este peligro cuando recibe las primeras heladas. En el invierno no empasta, pero desde Agosto en que vuelve el tiempo templado y empieza de nuevo á crecer, desarrollarse y echar vicio, empasta tanto como en Marzo y Abril, y continúa siendo peligroso hasta que sazona.

José Hernández, 1882. Instrucción del estanciero. Ed. Carlos Casavalle, Bs. As., 85.

Capítulo VI

VARIABLES DEL AMBIENTE RELACIONADAS CON EL METEORISMO

INTRODUCCIÓN

El efecto del clima sobre el empaste es muy complejo. Por otra parte, mucha de la información generada en el exterior no es aplicable a las condiciones de nuestro país.

ESTACIÓN DEL AÑO

En la Argentina, y en otras regiones de países de clima templado, las épocas más peligrosas son la primavera, el comienzo del verano y, en menor proporción, el principio del otoño hasta después de las primeras heladas.

En Nueva Zelandia el porcentaje de muertes de vacas lecheras fue casi 3 veces mayor en primavera que en otoño (Carruthers y col., 1987). En un seguimiento de 32 rodeos lecheros, desde junio a diciembre de 1990 (Carruthers, 1991), se comprobó que el número de rodeos afectado por empaste variaba mucho con la época del año, alcanzando un máximo en septiembre-octubre.

En general, podemos decir que el clima influye principalmente cuando favorece el rápido crecimiento de las pasturas.

TEMPERATURAS MODERADAS, HUMEDAD Y ELEVADA RADIACIÓN SOLAR

Las temperaturas moderadas (18-25 ºC), la humedad ambiente y la elevada radiación solar son de alto riesgo por producir una alta tasa de crecimiento de las leguminosas (Walgenbach y col., 198l; Walgenbach y Marten, 1981; Howarth y col., 1991, cit. por Fay, 1992), por lo que la estructura de hojas y paredes celulares es más frágil y más fácilmente destruidas por la masticación y la digestión ruminal. Estas condiciones también favorecen el aumento de la concentración de proteínas y carbohidratos solubles y consecuentemente el aumento del potencial meteorizante.

La baja radiación solar disminuye el contenido de proteína soluble en la alfalfa sólo después de más de 20 días de cielo nublado (Walgenbach y Marten, 1981). Períodos cortos nublados no producen ningún efecto.

El potencial meteorizante de las leguminosas que han crecido con temperaturas entre 18 y 26 ºC parece ser mayor que en el forraje acumulado en períodos más fríos o más cálidos (Latimori, 1997).

El meteorismo ocurre con mayor frecuencia en días con temperaturas moderadas (20-25 ºC), alta radiación solar y condiciones de humedad que promueven un rápido crecimiento de las leguminosas.

SEQUÍAS

En determinadas condiciones, la falta de lluvias disminuye la incidencia de empaste por sobremadurez o disminución del crecimiento de las plantas. En Australia se observó que la proporción de animales muertos

por empaste por año fue del 0,27 % durante una sequía y ascendió al 2,5-3,0 % cuando la lluvia fue normal o superior al promedio (Laby, 1991).

Pero por otro lado, las secas son de alto riesgo, especialmente en pasturas consociadas de alfalfa con gramíneas, dado la mayor capacidad de crecimiento de ésta con respecto a las gramíneas en épocas de seca. En zonas donde la napa freática está cerca de la superficie, aún con gran seca se produce el rebrote de la alfalfa, ya que al tener raíz pivotante la misma llega al agua.

Por el estrés hídrico pueden perderse gramíneas, con lo que aumenta el porcentaje de alfalfa en la pastura y el riesgo de empaste. El lugar que dejan las gramíneas también puede cubrirse con trébol, integrante habitual de las pasturas consociadas en algunas zonas.

LLUVIAS LUEGO DE SEQUÍAS

Cuando se producen lluvias que cortan la temporada seca se produce el rebrote activo de plantas, especialmente de leguminosas, después de los 4 a 7 días.

Además, si la sequía fue prolongada, la población de gramíneas ha disminuido.

NOCHES FRÍAS Y DÍAS SOLEADOS Y TIBIOS

Las noches frías o frescas seguidas por días soleados y tibios (temperaturas diurnas moderadas mayores a los 20 ºC), situación común en otoño y primavera, producen una alta concentración de hidratos de carbono fácilmente fermentecibles.

También los días de empaste pueden ser precedidos por temperaturas mínimas y máximas bajas.

En general se considera que la alfalfa en otoño no es muy peligrosa luego de una helada, pero mientras el cultivo permanezca verde, el riesgo siempre existe.

LLUVIAS Y ROCÍOS

Las plantas mojadas disminuyen la necesidad de secreción de saliva para tragar el bolo y los tejidos son más frágiles y de masticación y fermentación más rápida, produciéndose, por lo tanto, la rápida disponibilidad de los componentes solubles del pasto en el rumen, lo que incrementa el riesgo.

DÍAS CÁLIDOS, HÚMEDOS, NUBLADOS

Hay un rápido crecimiento y cambios en la composición química, lo que aumenta el contenido de proteínas solubles y de pectinas presentes en la pared celular.

MADRUGADAS CON LLUVIAS, ROCÍOS Y/O HELADAS

Humedades relativas altas (lluvias, rocío) bajan la temperatura ruminal, permiten un incremento en la turgencia de las células vegetales y aumentan la fragilidad celular de las hojas, lo que facilita su ruptura por masticación, rumia y la acción bacteriana, conduciendo a una rápida liberación de los compuestos espumógenos, aumentando la velocidad de fermentación y la producción de gases dentro del rumen.

Con las heladas ocurre algo similar, ya que al congelarse el agua intracelular, se facilitan las rupturas de las paredes de las células vegetales.

BAJA PRESIÓN ATMOSFÉRICA

El empaste es más frecuente en los días de baja presión atmosférica, la que generalmente se constata en días con vientos cálidos (viento norte en nuestro país). Se produciría una expansión de la cavidad digestiva con pequeñas variaciones en la acumulación de gases que aumentarían la susceptibilidad al trastorno (Castillo y Gallardo, 1990).

Se confirma el dicho de la gente de campo de que "cuando sopla viento norte los problemas de empaste se hacen más frecuentes".

TORMENTAS FUERTES

Las tormentas fuertes alteran el pastoreo normal, haciendo que los animales dejen de comer, se pongan de cola al viento y vuelvan a alimentarse con avidez cuando pasa la tormenta.

INSECTOS

Grandes invasiones de insectos que molesten a los animales también pueden alterar el ritmo de consumo de la pastura.

ÉPOCA DE SIEMBRA

Empíricamente, se sostiene en el campo que para que las alfalfas no meteoricen, hay que sembrarlas en cuarto menguante. No hay trabajos que confirmen este dicho.

CONCLUSIÓN

El efecto de las variables ambientales sobre el meteorismo es muy complejo, ya que si bien las mismas inciden en la aparición del empaste, este se puede producir en condiciones ambientales muy disímiles.

El animal empastado se hincha, camina bamboleándose, se le caen las orejas, se cubre de sudor, cae y muere sosegado, como que está ahogado por la asfixia.

José Hernández, 1882. Instrucción del estanciero. Ed. Carlos Casavalle, Bs. As., 87.

Capítulo VII

DIAGNÓSTICOS

DIAGNÓSTICO CLÍNICO

El timpanismo conduce al animal por etapas que se inician con un estado de nerviosismo y que puede culminar con la muerte por un paro cardio-respiratorio.

Los animales dejan súbitamente de pastorear, a veces a la media horas o aún a menos tiempo de haber ingresado a la pastura. Se muestran inquietos, ansiosos, agitados, disneicos, se acuestan y se levantan, gimen, mastican y degluten en vacío, salivación abundante, orinan y defecan con frecuencia o intentan hacerlo sin éxito. En casos extremos hay protrusión de ano y/o vagina, boca abierta, lengua exteriorizada e hinchada, orejas caídas, dilatación del abdomen que sobresale por la fosa paralumbar izquierda y que a la percusión da un sonido timpáníco de tono bajo característico (lo que le da el nombre a la enfermedad). Esta dilatación del abdomen a veces también aparece, aunque algo menos, por la derecha. En ocasiones sobrepasan el nivel del lomo del animal, que adopta una actitud ortopneica con patas separadas, cabeza y cuello estirado, ollares dilatados, dorso arqueado, respiración costal y superficial al estar anulada la participación abdominal, cola levantada, se miran flanco izquierdo, a veces se patean el abdomen con las patas traseras.

Al principio del empaste hay un aumento de las contracciones ruminales, seguidos de una etapa de hipermotilidad y luego de acinecia o parálisis.

En la prueba del puño hay elasticidad en el flaco izquierdo superior, variando su intensidad de acuerdo a la cantidad de gas libre presente, y a la percusión se comprueba una zona superior timpánica, poco extensa. A la auscultación a veces puede escucharse un ruido en cascada poco intenso, y en los primero estadíos, crepitaciones aumentadas que desaparecen al agravarse el cuadro.

Por la compresión del rumen sobre diafragma, pulmones, corazón y vasos sanguíneos, se observan alteraciones respiratorias y cardiovasculares, tales como mucosas al principio congestivas y luego cianóticas, venas superficiales turgentes y muy marcadas, taquicardia, pulso pequeño y filiforme, tono cardíaco tumultuoso, disnea, respiración superficial y aumento de la frecuencia respiratoria.

En las últimas etapas puede deformarse la zona inferior derecha del abdomen por el pasaje del contenido espumoso a librillo y cuajo.

La evolución es rápida, apareciendo sudoración en la base de las orejas, tórax y flancos, extremidades frías, ojos estrábicos. Entre pocos minutos a dos horas el animal disneico y cianótico cae y muere con espasmos asfícticos. Carnie (1981) cita casos de muerte a los 20 minutos de haber ingresado los animales a la pastura.

Las formas leves de meteorismo espumoso pueden evolucionar favorablemente aún sin tratamiento.

En algunas ocasiones el animal puede soportar un timpanismo espumoso agudo por varias horas, e incluso llegar a eliminar los gases gradualmente.

En las formas más graves, el animal muere en pocas horas, sin que existan signos previos de agitación, y la posición final característica generalmente es el decúbito lateral derecho.

ESCALAS PARA MEDIR EL GRADO DE TIMPANISMO

Escala internacional de 6 grados

(adap. de Lippke, H.; J.L. Reaves y N. L. Jacobson, 1972)

0. Normal.

1. Ligera timpanización: leve distensión (hinchazón) del flanco izquierdo.

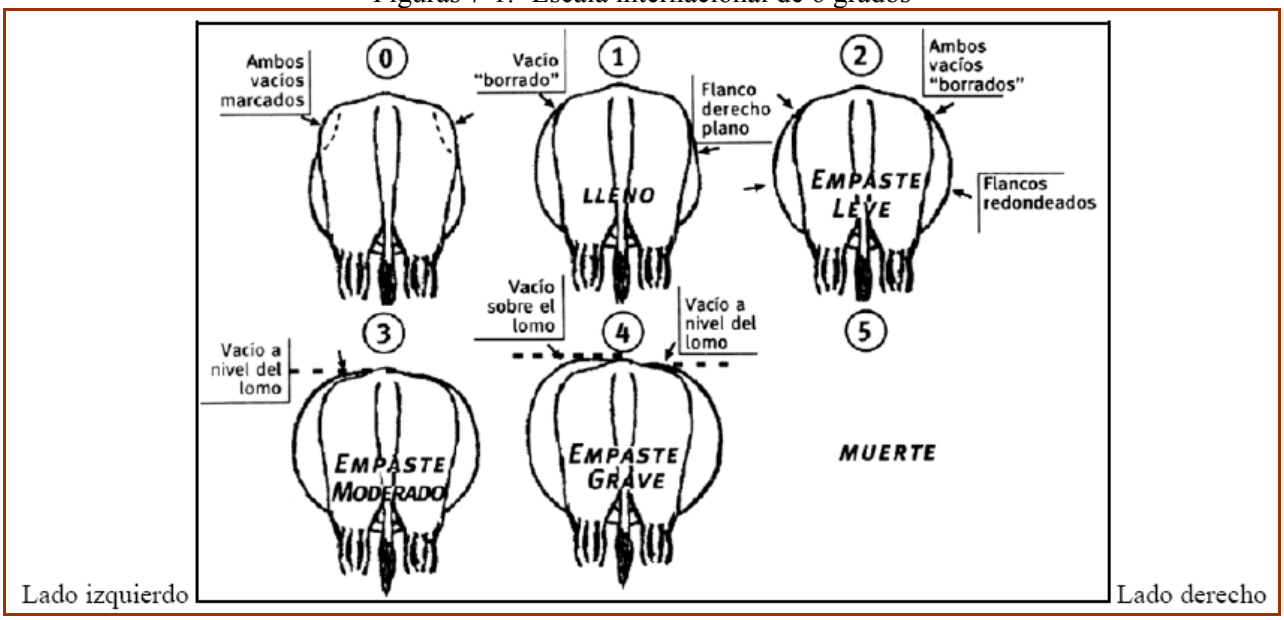
2. Timpanización moderada: creciente distensión del flanco izquierdo y leve en el flanco derecho.

3. Timpanización severa: consiste en una hinchazón generalizada, visible en ambos lados del animal, quien defeca y orina con una frecuencia anormal.

4. Timpanización peligrosa: ambos flancos distendidos y a nivel con la espina dorsal; incapaz de mantenerse quieto; prolapso del recto; movimientos violentos de la cola; la compresión del diafragma disminuye la capacidad pulmonar, el animal ya tiene serios problemas para respirar, se muestra angustiado, intentando patearse el vientre; regurgita alimento.

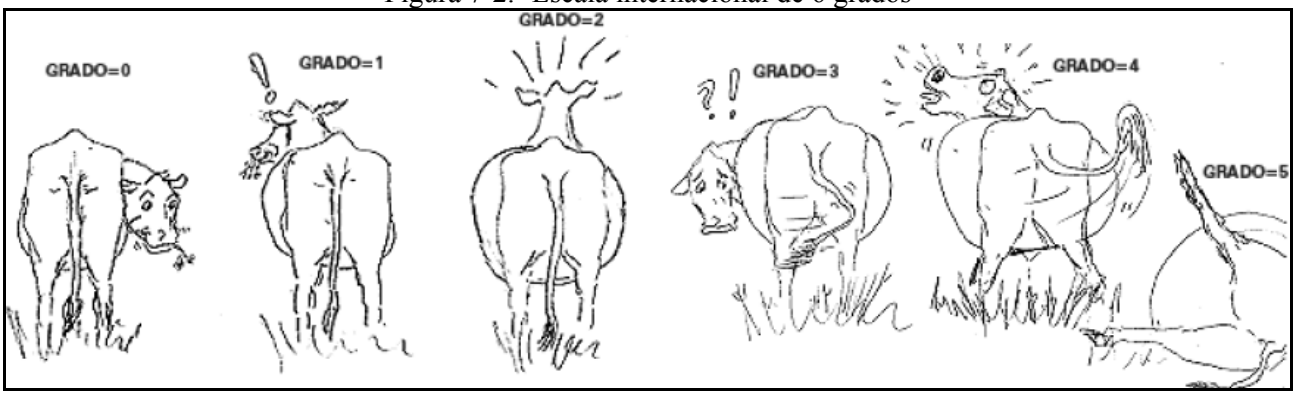
5. Tratamiento o muerte: empeora el cuadro, aumentando la concentración de toxinas en el organismo, e incrementándose las frecuencias cardiaca y respiratoria, llevando al individuo a echarse, mover las patas, hasta la ocurrencia del deceso; animal caído totalmente hinchado.

Figuras 7-1.- Escala internacional de 6 grados



Martín Correa Luna ha ilustrado esta misma escala de 6 grados en una forma más llamativa:

Figura 7-2.- Escala internacional de 6 grados



En el pastoreo rotativo, el grado 1 o leve, a veces llamado crónico, es normalmente alcanzado por los animales durante el primer y segundo día de pastoreo de una nueva parcela, correspondiendo con un llenado ruminal completo, luego de cierta restricción sufrida durante el último día de pastoreo en la parcela anterior. Las molestias que causan al animal la distensión del rumen hace que deje de comer durante varias horas, hasta que las burbujas de la espuma se rompen y puede eliminar los gases, volviendo el rumen a su tamaño normal. Esto sucede en cualquier época del año y es una situación considerada normal dentro de estos sistemas de pastoreo.

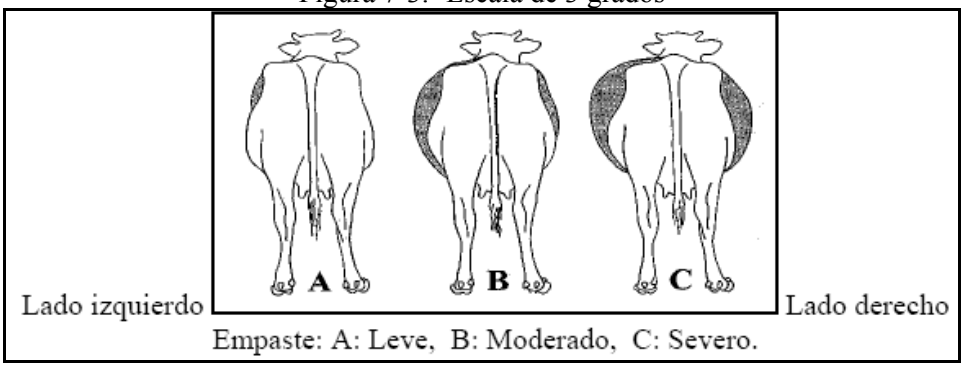
Escala de cuatro grados

(Adapt. de O. Ferrari, 1996)

- **Ligera**: Dilatación visible del lado izquierdo, que origina a la percusión en la región paralumbar izquierda un sonido timpánico característico, de timbre metálico.
- **Mediana**: Evidente dilatación ruminal de ambos lados con frecuente emisión de orina y defecación de heces semilíquidas.
- **Intensa**: Malestar del animal con respiración acelerada, se echa y levanta con frecuencia, camina hacia atrás y se arrodilla.
- **Mortal**: El animal está echado y no puede pararse, se detiene la respiración y muere si no se punza el rumen.

Escala de tres grados (A, B y C)

Figura 7-3.- Escala de 3 grados



- **Leve**, la fosa paralumbar izquierda está distendida, es posible pellizcar fácilmente 5-7 cm de piel sobre ella y el animal no presenta signos de sufrimiento.
- **Moderado** es evidente una mayor distensión del abdomen, el animal presenta ansiedad y molestias, la piel de la fosa paralumbar izquierda está tensa, aunque aún es posible pellizcarla en cierta medida.
- **Severo** la distensión es prominente en ambos lado del abdomen, respira por la boca y presenta protrusión de lengua. Signos de sufrimiento y ansiedad, se puede tambalear. La piel que cubre el flanco izquierdo está muy tensa y no se puede pellizcar.

Escala de dos grados

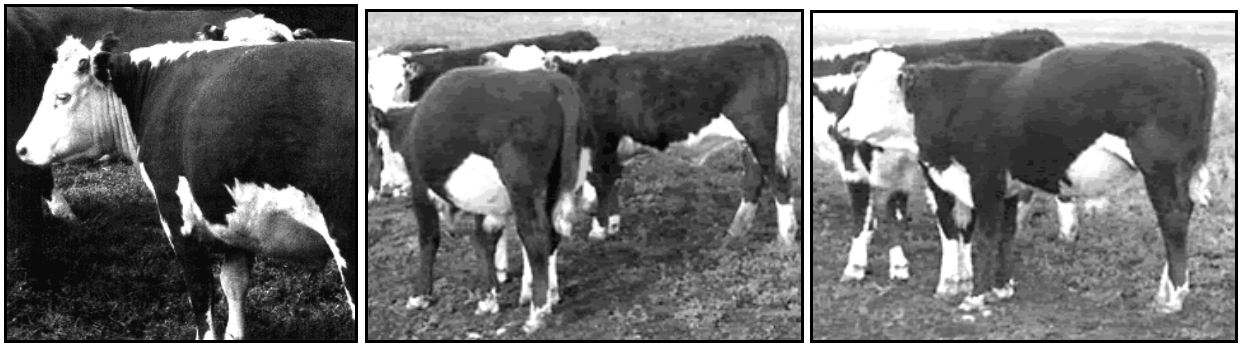
El **grado 1** es **timpanismo clínico**, que correspondería a los grados 3 a 5 de la escala de 6 grados. En este estadío es característico el abultamiento del flanco izquierdo; inquietud; disnea; boca abierta; lengua afuera; miembros anteriores separados; disminución de su capacidad de desplazamiento; salivación intensa; mucosas cianóticas; cesa la ingestión y la rumia; emisión frecuente de materia fecal semilíquida y de orina; a veces prolapso rectal y/o vaginal; en casos severos el flanco derecho dilatado; en casos terminales, caída y muerte por asfixia.

El **grado 2** de empaste es el **subclínico**. Es un estado de disturbio controlado que no desencadena la muerte, pero sí afecta el consumo de alimento y por ende la producción. A simple vista se observan animales con distintos grados de abalonamiento y molestos. Su capacidad de ingesta se reduce y, por consiguiente, vemos

disminuida su performance productiva, tanto sea en ganancia diaria, si se trata de animales de engorde, o en disminución de producción láctea, si se trata de vacas de tambo (García Mata, 2005).

Esta es la escala más simple, y es la que generalmente se enseña al personal de campo.

Figuras 7-4.- Novillos y vaquillonas en alfalfa en el mes de octubre con grado 3 de empaste (escala de 6 grados)



Figuras 7-5.- Novillos y vaquillonas en alfalfa en el mes de octubre con grado 4 de empaste (escala de 6 grados)

Figuras 7-6.- a) Vaca con grado 3 de empaste; b y c) Vaquillona con grado 4 de empaste (escala de 6 grados).

Figuras 7-7.- a) y b) Cabras preñadas con grado 4 de empaste; c) Ovejas con grado 3 y 4 de empaste; otras sin síntomas; al fondo una empastada muerta (escala de 6 grados).

SÍNTESIS COMPARADA DE LAS CUATRO ESCALAS DE EMPASTE

Tabla 7-8.- Síntesis comparada de las cuatro escalas de empaste

<table>
<tr><td rowspan="2"></td><td colspan="4">Escalas de</td></tr>
<tr><td>6 grados</td><td>4 grados</td><td>3 grados</td><td>2 grados</td></tr>
<tr><td>Normal: sin timpanización; ijares o vacíos marcados.</td><td>0 - Normal</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>Ligera timpanización: leve distensión del flanco izquierdo.</td><td>1 - Lleno</td><td>1 - Ligera</td><td>A</td><td rowspan="2">2</td></tr>
<tr><td>Timpanización moderada: creciente distensión del flanco izquierdo y leve en el derecho; se afecta el consumo y la producción</td><td>2 - Leve</td><td rowspan="2">2 - Mediana</td><td>B</td></tr>
<tr><td>Timpanización severa: Muy distendido el flanco izquierdo y lleno y firme el derecho, con micción y defecaciones frecuentes semilíquidas, cesa la ingestión y la rumia.</td><td>3 - Moderado</td><td rowspan="3">C</td><td rowspan="3">1</td></tr>
<tr><td>Timpanización peligrosa: Ambos flancos muy distendidos y a nivel con la espina dorsal, arqueamiento dorsal, animal angustiado, inquieto, regurgitación de alimento, prolapso de recto y/o vaginal, violentos movimientos de cola, disnea, ollares distendidos, boca abierta, lengua afuera, extremidades recogidas bajo el abdomen, miembros anteriores separados, pataleo abdominal, salivación intensa, mucosas cianóticas, marcha tambaleante.</td><td>4 - Grave</td><td>3 - Intensa</td></tr>
<tr><td>Caída: tratamiento o muerte por asfixia.</td><td>5 - Muerte</td><td>4 - Muerte</td></tr>
</table>

DIAGNÓSTICO POSMORTEM

Un error común es excluir el empaste como causa probable de muerte por considerarlo controlado con los métodos de prevención en uso o porque la muerte no ocurrió en primavera, aunque un buen número de casos sobreagudos ocurren en otoño y fines de primavera.

En los casos agudos y sobreagudos, en los que se encuentran varios animales muertos sin síntomas en el resto del rodeo, se pueden plantear dudas sobre la causa de la muerte. Sobre alfalfa o trébol, el meteorismo es una de las noxas a considerar.

Hay que tener en cuenta la ocurrencia del síndrome de muerte súbita. Se pueden hallar uno o varios animales muertos en las recorridas, pero también debe prestarse atención a las muertes por goteo, que generalmente ocurren en otoño, con poca sintomatología de timpanismo o una rápida desaparición del mismo en el resto de la tropa.

Hay que valorar las alteraciones que presenta el animal muerto, lo que permite identificar al meteorismo. La rápida putrefacción y/o una necropsia incompleta pueden confundir el diagnostico.

La responsabilidad inherente al personal a cargo de la vigilancia puede hacer que el mismo distorsione u oculte información referida al manejo o visualización de los síntomas de timpanismo, por una predisposición a cubrir su responsabilidad.

Ante una mortandad considerable, la posibilidad que sea una enfermedad infecciosa predispone al productor a aceptar medidas de control (vacunaciones, antibióticos, cambio de potrero), lo que está justificado cuando no hay un diagnóstico definitivo, pero que en el caso de muertes por meteorismo produce un efecto negativo.

Los animales pueden ir a otro de similar riesgo de timpanización, y/o asumir que el tratamiento fue correcto cuando sólo disminuye por el momento el riesgo al acceder a una pastura no meteorizante. Esto lleva a un error sobre la causa real del problema, ya que se espera a que las medidas y tratamientos produzcan los supuestos efectos para volver al potrero problema, que puede o no seguir siendo timpanizante.

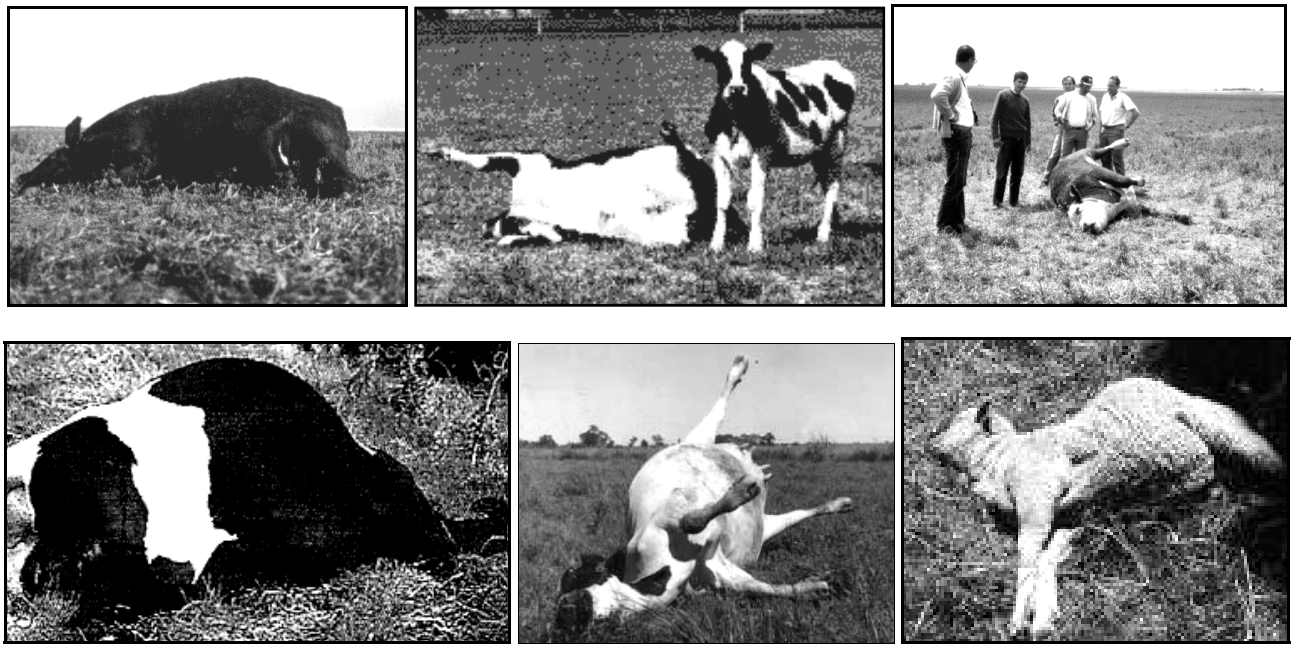
En los casos de muerte aguda en esquemas intensivos de invernada, donde generalmente la alfalfa es el principal recurso forrajero, el meteorismo debe ser investigado para disminuir la considerable imprecisión en el diagnóstico de ese tipo de muertes. El análisis de la casuística por muerte súbita de la Unidad de Diagnóstico de la EEA Marcos Juárez del INTA, indica que en un 40 % de los casos con diagnóstico presuntivo de enfermedades metabólicas, tóxicas e infecciosas, las muertes fueron causadas por meteorismo (Latimori, 1997).

Antes de 1 hora de muerto:

Protrusión y congestión de lengua, congestión importante y hemorragias en los ganglios linfáticos de la cabeza y cuello, epicardio y sistema respiratorio superior, riñones friables e hiperemia mucosa en el intestino delgado. pulmones comprimidos y congestión y hemorragia en la porción cervical del esófago; la porción toráxica del esófago pálida y blanquecina. En general, la congestión es menos marcada o ausente en los cuartos traseros. Rumen distendido, pero contenido menos espumoso que antes de la muerte. Bajo mucosa ruminal hay eritema marcado, especialmente en los sacos ventrales. Hígado pálido, debido a la salida de sangre del mismo. En ocasiones, rotura del rumen o del diafragma.

Varias horas de muerto:

Enfisema subcutáneo, ausencia casi completa de espuma en el rumen y descamación del epitelio córneo ruminal, con congestión marcada de los tejidos submucosos.



Figuras 7-9.- Todos estos animales murieron de decúbito lateral derecho; b) Vaquillona muerta por empaste y otra a su lado sin síntomas; c) Observar la zona de sacrificio que han efectuado el resto de los animales del rodeo alrededor del muerto; d y e) Observar el grado de timpanismo existente; f) Oveja muerta empastada.

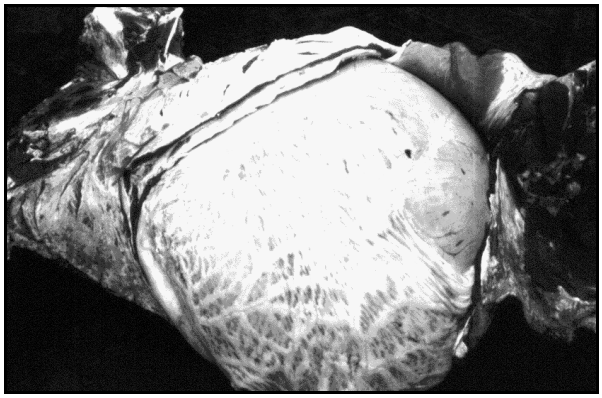


Figura 7-10.- Rumen en una necropsia de novillo muerto por empaste (menos de una hora de muerto)

El meteorismo agudo puede diagnosticarse sin dificultad, aunque las alteraciones circulatorias favorecen la rápida descomposición de los tejidos y pueden inducir a pensar en una clostridiosis. La posición del cadáver hace recordar a la del carbunclo bacteridiano, lo que hay que tener en cuenta antes de realizar la necropsia.

A veces hay una escasa evaluación de las alteraciones que presenta el animal muerto que permiten identificar ciertamente al meteorismo, por lo que una necropsia incompleta pueden orientar erróneamente el diagnóstico.

Se deben considerar los siguientes signos en los animales muertos:

Examen externo

1) Decúbito lateral derecho. Excepto que haya ocurrido una rotación en el estado agónico, el animal mantiene la principal zona de dilatación, es decir, el rumen, sin la resistencia que le ocasionaría el suelo.
2) Lesiones muy leves en piel y una alteración moderada del estado del piso y follaje adyacente que indican el movimiento de las extremidades anteriores y posteriores durante una breve agonía.
3) Mucosas cianóticas, lo que se aprecia principalmente en esclerótica y conjuntiva. La lengua puede estar protruida y azul violácea.
4) Prolapso de recto y/o vagina, hemorragia de sangre negra e incoagulable por la muerte por hipoxia y/o exteriorización de contenido ruminal por la nariz, y/o por boca. Estos signos, especialmente la salida de liquido ruminal por nariz, nos están indicando una compresión extrema.
5) Dilatación del flanco izquierdo, lo que es valido solo en casos de muerte muy reciente. Generalmente el cadáver se encuentra muy distendido debido a que sufre una rápida descomposición.
6) Ubicación en el potrero o parcela en un lugar poco frecuente para la postración. Esto es muy común cuando los animales accedieron a una nueva parcela con abundantes rebrotes.
7) A diferencia de otras causas de muerte, como ser las enfermedades infecciosas, los animales pueden llevarse por delante los alambrados eléctricos y morir en parcelas cercanas, sin ingerir pasto de ellas (Latimori, 1997).

Necropsia

Se encuentra una distribución anormal de grandes volúmenes de sangre por delante y detrás de una línea separatoria de rumen y tórax, debido a la excesiva presión intraruminal que dificulta la circulación. El animal timpanizado retiene adelante casi toda la sangre venosa de sus órganos digestivos y músculos posteriores, que no reciben sangre arterial, por lo que la mitad anterior del animal presenta una intensa congestión en todos sus tejidos, con hemorragias difusas a nivel de la musculatura cervical y pectoral. La coloración de la piel, los músculos y todos los órganos, van a estar más oscuros, por la acumulación de sangre en los mismos. En cambio, las masas musculares del tren locomotor posterior están de color normal o algo pálidas.

Los ganglios linfáticos anteriores (preescapulares, submaxilares y retrofaríngeos) suelen estar aumentados de volumen y a veces congestionados o hemorrágicos. Los posteriores (precrurales y poplíteos) están normales o algo pálidos.

Algunos órganos internos, como tráquea, esófago, hígado, presentan alteraciones circulatorias que coinciden con las diferencias de irrigación sanguínea entre los músculos anteriores y posteriores al diafragma. Bazo e hígado generalmente isquémicos, pálidos. El hígado casi siempre autolítico. Palidez renal con hemorragias subcapsulares. Tráquea con hemorragias petequiales y equimosis. Pulmón, especialmente en los lóbulos apicales, con zonas de atelectasia. Frecuentemente hay hemorragias epi y endocárdicas.

Es patognomónico y fácil de observar en la porción cervical del esófago congestión, equimosis o petequias y palidez en la porción toráxica. Estas dos zonas están separadas por una línea neta o gradual denominada línea timpánica o del meteorismo (fig. 7-11).

Figura 7-11.- Línea del meteorismo o timpánica en el tercio inferior del esófago, bien demarcada entre la zona anterior (en la foto, arriba) y posterior (en la foto abajo).

El rumen, muy distendido, al ser incindido expulsa violentamente material espumoso y gas libre, pero si la necropsia se realiza después de unas 10 horas de la muerte, no hay espuma en el rumen. La espuma también desaparece en unos 10 minutos de exponer el contenido ruminal al medio ambiente. El color del contenido ruminal es verde pálido con tonalidad amarillenta, distinto al normal de un animal pastoreando esa misma pradera. La diferencia es debida, en parte, al efecto físico de las burbujas de gas, especialmente las amarillas, dentro de la masa sólida, lo que confiere el color más pálido.

Por la elevada presión intraruminal, a veces se puede encontrar el rumen y/o el diafragma rotos. La congestión ruminal y la descamación de su epitelio son frecuentes, esta última posmortem.

Puede encontrarse contenido espumoso en el cuajo por su pasaje desde rumen. Es común el intestino dilatado por gases y algunas zonas con contenido sanguinolento.

Diagnóstico diferencial

Es una de las situaciones mas difíciles en veterinaria. Si bien tiene escasas posibilidades de ser confundido con otras enfermedades, a veces hay que diferenciarlo de algunas causas importantes de muerte súbita. El rayo, carbunco, intoxicaciones, mordedura de serpiente, son causas comunes de animales que son hallados muertos, pero las lesiones son características de estas noxas. El diagnóstico de empaste puede depender de la ausencia de las lesiones características de estas enfermedades, de la presencia de timpanismo ruminal intenso en ausencia de otros signos de descomposición postmortem, de la palidez relativa del hígado y de otras lesiones descriptas.

El **carbunco bacteridiano** (*Bacillus anthracis*) se asemeja al meteorismo en que animales de todas las edades son susceptibles y el curso es muy rápido. Sin embargo, en el carbunco:

a) la sangre se presenta incoagulable, sin la distribución del meteorismo (hemorragias generalizadas);
b) el bazo está agrandado, semidesintegrado y el análisis de su tejido revela bacterias características y
c) los órganos internos posteriores al diafragma (hígado, riñones y ganglios) están usualmente agrandados y congestivos.

El **carbunco sintomático** o **mancha** (*Clostridium chauvoei*) puede considerarse si las muertes correspondan a animales jóvenes, existan alteraciones musculares y el curso sea rápido. No obstante, en la mancha:

a) el curso es más lento, febril, suele haber renguera o manquera, en pocos días aumenta la cantidad de enfermos y no se afectan bovinos adultos;
b) los animales muertos presentan lesiones musculares características en las grandes masas musculares, sin discriminar entre región anterior o posterior;
c) no hay lesiones de asfixia de la magnitud del meteorismo y
d) puede haber inflamación en el pericardio.

La **enterotoxemia** (*Clostridium perfringens*) en su presentación sobreaguda, puede afectar animales de cualquier edad bien alimentados. En esta enfermedad existen posibilidades de síntomas digestivos y/o nerviosos y hay lesiones gastrointestinales (enteritis segmentaria). Si la necropsia se efectúa después de unas siete horas de la muerte, puede encontrarse el riñón pulposo.

PRONÓSTICO

El pronóstico depende del grado de evolución de la enfermedad en el momento de intervenir. Cuanto más avanzado está el cuadro, más reservado o grave es el pronóstico. Por otra parte, si el número de animales afectados es elevado, el pronóstico se agrava por la imposibilidad práctica de atender a tiempo y correctamente a todos ellos.

Ultimamente se ha presentado en Francia un nuevo invento, que consiste en un tubo que se introduce á la oveja con un aparato adecuado para que mantenga la boca abierta, facilitando de ese modo la espulsion de los gases que la ahogan; pero este medio, que por otra parte no es nuevo tampoco, no promete resultados; pues la muerte es casi instantánea, y muy generalmente el empaste no dá tiempo para practicar operaciones que demandan una ejecucion lenta.

Hemos dicho que el mejor remedio para el empaste, es apartar las ovejas del peligro; no obstante, cuando el mal dá tiempo debe tentarse el medio de salvarlas - que es hacerlas mover, dentro del corral ó en el campo. El animal vacuno empastado se sangra en el maslo, cerca del tronco de la cola, donde tiene una venita que dá mucha sangre. Es necesario hacerlo correr y agitarlo para facilitar la espulsion de los gases. Tampoco esto dá resultado seguro, pero es el medio empleado con mejor éxito.

José Hernández, 1882. Instrucción del estanciero, Bs. As., Ed. Carlos Casavalle, 84-86.

Capítulo VIII

TRATAMIENTOS

INTRODUCCIÓN

El objetivo de los tratamientos es aliviar la presión intrarruminal por eliminación del gas libre y del retenido en la espuma. Para eliminar el gas libre basta con proporcionar una vía de salida, pero para eliminar el gas retenido por la espuma se debe modificar la tensión superficial de las burbujas mediante el empleo de productos específicos.

El meteorismo espumoso es esperable en determinadas condiciones de producción, por lo cual es importante que el productor tenga preparado y a disposición permanente del personal de campo, instruido en su empleo, el equipo y los medicamentos adecuados para actuar ante la urgencia.

Por otra parte, el tratamiento posible depende del grado de meteorización del animal.

En la escala de 6 grados:

Grados 1 y 2:

Los animales deben ser vigilados.

Grado 3:

Si el empaste avanza a grado 3, los animales deben ser retirados de la pastura en forma muy lenta, a su paso, sin apurarlos, para evitar que se agiten, y vigilarlos permanentemente hasta que se deshinchen, lo que generalmente, sin tratamiento, ocurre en dos a tres horas.

Ofrecerles heno y agua con producto antiempaste en las dosis curativas indicadas por el laboratorio fabricante.

Hacerlos caminar muy lentamente y evitar que se echen o acuesten. El caminar los hace eructar después de unos minutos. La agitación de la espuma produce pérdida de la estabilidad de la misma y las burbujas pequeñas coalescen en otras más grandes.

Si buscan la sombra, dejarlos descansar en ella sin que se echen.

Es recomendable aplicar un tensioactivo (ver cap. XI) por vía bucal con un dosificador común o intraruminal con jeringa-pistola recargable automáticamente, en ambos casos diluido en agua para favorecer la difusión del producto en el rumen y en la dosis de tratamiento indicada por el laboratorio fabricante. Los tensioactivos sintéticos actúan más rápido que los aceites.

Como aceites pueden usarse los de origen vegetal, que en caso de urgencia y a falta de productos específicos, son fáciles de conseguir en una cocina de campo. La dosis sería de un litro.

Otro producto casero que se puede emplear es el detergente doméstico, en dosis de 150-200 gramos en dos litros de agua.

En un establecimiento agropecuario también se pueden encontrar y emplear crema de leche o manteca derretida (grasa).

Es preferible la vaselina líquida que no es biodegradable. Para un animal de 400 kg se emplean dosis de 500 a 1000 cm^3, que pueden repetirse.

Colucci y Sienra (1979) citan que, en Italia, se emplea la llamada "ensalada" de bajo costo y eficaz, compuesta de 500 g de aceite de cocina, 330 g de vinagre y 50 g de sal, por vía oral o intraruminal. Cumple dos funciones: antiespumante mediante el aceite y antifermentativa por el vinagre y la sal.

La dosificación bucal o intraruminal en nuestras condiciones de campo es bastante teórica, ya que en la mayoría de los casos a campo es impracticable, pues significa correr a los animales para sujetarlos, lo que conlleva una mayor necesidad de oxigenación y puede producir la muerte por agravamiento del cuadro respiratorio-circulatorio.

La dosificación intrarruminal se puede hacer a campo desde el caballo mediante el empleo de equipos con pistola recargable, del tipo de las empleadas para los antiparasitarios, conectada a un bidón con el producto tensioactivo.

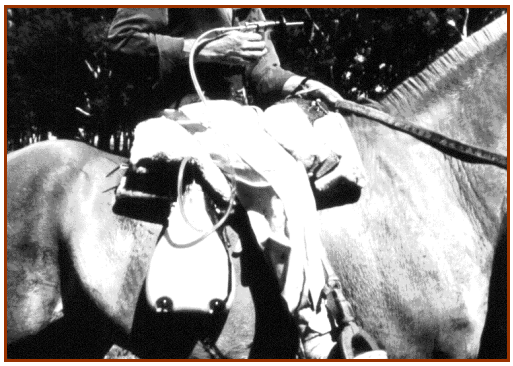


Figura 8-1.- Peón recorredor con equipo para inyectar intraruminalmente, compuesto de bidón con tensioactivo y jeringa tipo pistola recargable automáticamente conectada al bidón.

En feedlot se ha logrado cierto éxito con la administración intramuscular de penicilina en casos de meteorismo leve. Probablemente una buena proporción del antibiótico es secretado hacia el rumen actuando sobre los microorganismos que promueven la formación de espuma.

En casos menos graves, en animales mansos, se puede colocar una lazo en la boca, a modo del freno de los equinos, para obtener una producción en exceso de saliva.

Grado 4:

Con grado 4, con síntomas de asfixia, la única solución para evacuar el gas es la punción (ruminocentesis) o chuceado del rumen (rumenotomía o ruminotomía), a campo, con trocar o con cuchillo de hoja de 10-15 cm, con punta aguda muy afilada y 4 cm de ancho en la base de la hoja, incindiendo en el centro de la fosa paralumbar, hueco del vacío o fosa del ijar izquierdo (lado de montar), es decir, del lado izquierdo unos 4 dedos detrás de la última costilla, unos 4 dedos por debajo de las apófisis transversas de las vértebras lumbares y por delante de la cuerda del ijar. La punción se debe realizar orientando el cuchillo hacia abajo, en dirección a la rodilla (patela, rótula o articulación femoro-tibio-rotuliana) derecha (lado del lazo). Esta orientación es necesaria porque al deshincharse el rumen, la herida en el mismo, en el plano muscular y en piel quedan aproximadamente superpuestas.

Muchos animales pueden morir de manera innecesaria porque el personal no comprendió la necesidad de una rumenotomía de urgencia.

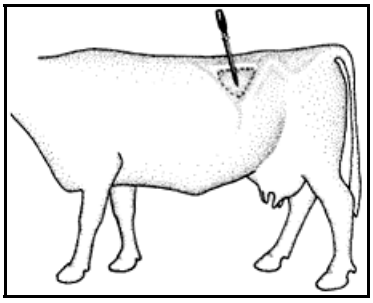


Figura 8-2.- Zona del flanco izquierdo donde se debe trocar o chucear y ángulo del trócar o del cuchillo.

Para trocar o trocarizar (punzar con trocar) o ruminocentesis primero se debe efectuar una pequeña incisión en piel y luego punzar. La cánula, de un diámetro superior a los 2,5 cm, debe permanecer en posición y libre de obstrucciones hasta que se produzca la salida del gas atrapado en la espuma. Una vez introducido lo mantendremos pegado a la piel, sujetándolo firmemente, pues los movimientos del rumen podrían desubicarlo.

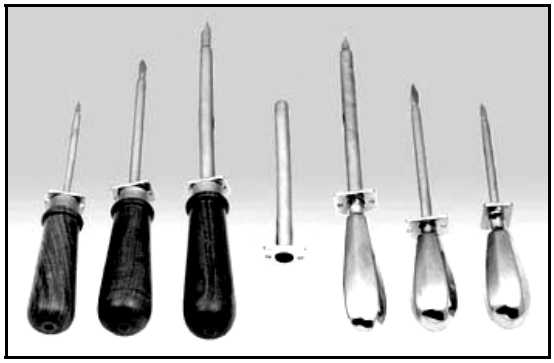
Si el trocado es suficiente, extraído el gas libre, se inyecta por la incisión o por la cánula uno de los agentes antiespumantes. La permanencia de la cánula en posición es útil por si hay que repetir el antiespumante.

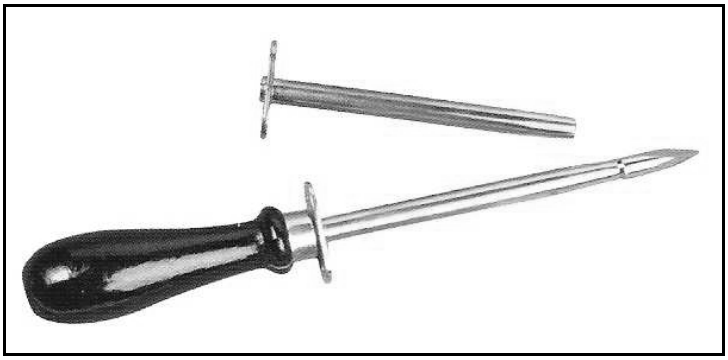
Es común que el trocar, a pesar de su calibre, se tape con el contenido ruminal, por lo que se debe destapar continuamente con su vástago interno. Si esto no es suficiente, si no da resultado, es imprescindible una urgente rumenotomía o ruminotomía, ampliando la incisión (chuceando) con cuchillo. Si los animales empastados son muchos, el cuchillo se debe fijar a un palo o caña larga, a modo de lanza, para poder trabajar desde el caballo en forma rápida.

Siempre que sea posible, el empleo del trócar es conveniente, pues la cicatrización es más rápida que con el chuceado.

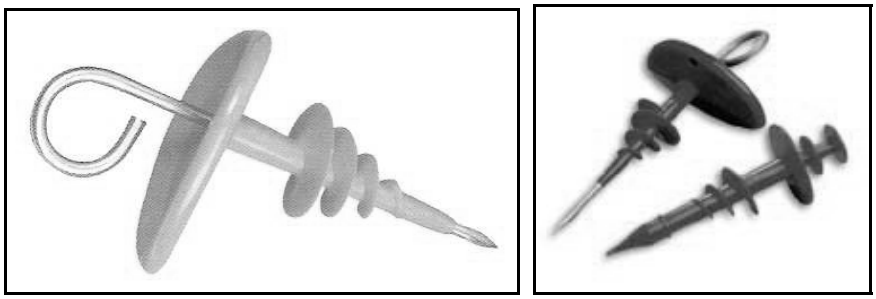
El trocar de buff, de tornillo o tipo sacacorchos, que se introduce como un barreno, es uno de los mejores disponibles, pudiendo quedar en el lugar varios días sin salirse. Se aconseja para una inserción a largo plazo en los casos de meteorismo crónico.

Tanto por chuceado como por trocarización, si el volumen de espuma es muy grande y la incisión resulta insuficiente, debe agrandarse la rumenotomía hasta el tamaño de un puño (unos 10 cm) para extraer con la mano contenido ruminal, hasta aliviar la presión.





Figuras 8-3.- a) Trócares con mango de madera y de metal de 9 a 10 cm de largo para ovinos y de 12 a 15 cm para bovinos, con cánula colocada; en el centro una cánula sin trócar; b) Algunos trócares se venden con 2 cánulas. El diámetro externo de la cánula varía entre 10 y 25 mm.



Figuras 8-4.- Trócares a tornillo o tipo Buff: a) de 13,5 cm de largo, cánula de plástico y estilete de metal; b) el superior, cánula de plástico y estilete de metal y el inferior cánula y estilete de plástico, ambos de 11 cm.

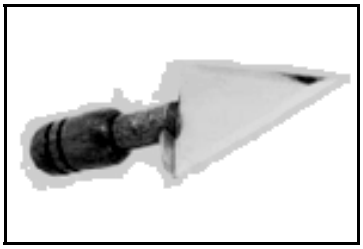


Figura 8-5.- Cuchillo para empaste hoja triangular

Completada la salida de la espuma y el gas, aplicar antimiásicos en la herida y un antibiótico inyectable intramuscular, necesarios hasta la intervención veterinaria.

Todas estas maniobras las deben realizar un personal de vigilancia debidamente capacitado, ya que por la urgencia, es imposible la presencia a tiempo del veterinario. Esta urgencia, ante la presencia de muchos animales empastados, hace necesaria gran cantidad de mano de obra, que por lo general, es escasa en un campo.

Normalmente la motilidad ruminal retorna cuando se elimina el gas y el rumen recupera su tamaño normal. Si ello no ocurre, debe tratarlo el veterinario.

La alimentación a partir de este momento debe ser con heno de buena calidad y fibra larga.

Si bien el peritoneo visceral (del rumen) y el parietal (de la pared abdominal) se adhieren entre sí alrededor de las heridas del rumen y muscular del abdomen, saliendo líquido ruminal por dicha herida y ensuciando la piel bajo la misma, siempre algo del mismo cae en la cavidad abdominal.

Los animales no suturados y tratados que sobreviven retrasan notoriamente su engorde y las vacas en ordeño se secan rápidamente, ya que continuamente eliminan gases por la herida, parte de los cuales son ácidos grasos volátiles, energía que pierde el animal.

Intervención veterinaria:

Entre el 30 y el 50 % de los animales chuceados o trocarizados mueren en las siguientes semanas por infecciones o daños en órganos vecinos, mientras que los restantes atrasan su engorde si no hay intervención profesional veterinaria inmediata. Lo antes posible, el veterinario debe limpiar, desinfectar y suturar la herida de rumen, músculos y piel y aplicar los antibióticos, curabicheras y otros medicamentos que considere necesarios.

Capítulo IX

PREVENCIÓN MEDIANTE LA SIEMBRA Y FERTILIZACIÓN DE LAS FORRAJERAS

INTRODUCCIÓN

Vimos que el meteorismo espumoso es una enfermedad digestiva que depende de distintas variables (botánicas, edáficas, climáticas, alimenticias, de los animales y de manejo) y de acuerdo a la forma en que se combinen las mismas puede presentarse repentinamente o desaparecer súbitamente, creando confusión en el responsable del rodeo.

De acuerdo a los factores predisponentes y a los mecanismos de acción, se pueden implementar algunas prácticas de siembra, fertilización y manejo de las pasturas, de la alimentación en el feedlot y de los animales, que si bien no dan total seguridad sobre la no ocurrencia del empaste, disminuyen considerablemente su incidencia.

Actualmente no existe un procedimiento o un producto único 100 % efectivo para la prevención, siendo recomendable la utilización combinada de la mayor parte posible de las diferentes alternativas disponibles para aumentar la eficacia del control.

El uso de estos métodos preventivos no hace desaparecer completamente el problema, especialmente si existen condiciones de alto riesgo. Es decir, que el empaste puede seguir apareciendo en un rodeo, aunque esporádicamente y con menor severidad que cuando no se emplean medidas de prevención.

En épocas de riesgo es indispensable estar alerta y tomar las medidas preventivas con la debida anticipación, ya que una vez presentada la enfermedad, el costo puede ser elevado. El conjunto de medidas preventivas no son extrapolables de una situación a otra, dentro o no del mismo establecimiento, debiendo tratarse cada caso y momento en forma particular. La selección de la estrategia debe responder a las posibilidades operativas y económicas de cada empresa. En las condiciones en las que generalmente se trabaja en nuestros sistemas, y debido a la dificultad para predecir la aparición del empaste, siempre conviene prever medidas apuntando al máximo nivel de riesgo. A la estrategia elegida se le debe sumar calidad de aplicación y continuidad en su ejecución, en lo cual tiene gran importancia la experiencia del personal actuante.

En todas las técnicas preventivas que signifiquen trabajos sobre la pastura (siembra, manejo, tratamiento en pie) cuanto mayor sea la receptividad, menor será el costo de aplicación de las mismas, ya que se prorrateará en mayor número de animales por hectárea. Por ello es importante tener un elevado stand de plantas de alfalfa en la pastura y emplearla como un forraje de buena calidad y no con alta acumulación de materia seca, pasada de su punto óptimo de calidad.

ELECCIÓN DE LAS FORRAJERAS A SEMBRAR

Equilibrio de las especies forrajeras

En general, la inclusión de gramíneas en una pastura de leguminosas reduce el riesgo de empaste. Los problemas se relacionan con la productividad de las pasturas consociadas, que depende en gran medida de la participación de la alfalfa. Hemos visto que si las leguminosas no superan el 40 % de la mezcla forrajera, hay una seguridad mediana, pero es difícil establecer un límite de seguridad con respecto al porcentaje máximo de leguminosas en la pastura, ya que aún con porcentajes muy bajos, menores al 15 %, el riesgo de meteorismo existe si el ganado pastorea selectivamente.

Como la composición de la pastura es un sistema dinámico, el porcentaje inicial puede variar debido a la agresividad de las distintas especies que la componen, de las adaptaciones de las mismas a los distintos relie-

ves y microrrelieves, a la humedad, a la fertilidad del suelo, y a la predilección de consumo por parte de los animales, en las distintas estaciones y a través de los años. Rutter (2006) estudió la preferencia de rumiantes por gramíneas y leguminosas, encontrando que los bovinos preferían el trébol (70%). También observó que la preferencia de esta leguminosa fue mayor en la mañana, aumentando el consumo de gramíneas por la tarde. Estos datos de la conducta alimenticia pueden ser utilizados para implementar la estrategia alimenticia del ganado, aunque debe considerarse la especie de que se trate porque en algunas leguminosas tropicales no siempre ocurre así (Sampedro y Cabezas, 2010).

Esto hace que un sistema equilibrado en el corto plazo, pueda mostrar una dominancia hacia especies timpanizantes en el mediano plazo.

Exclusión de leguminosas

Al no haber leguminosas el riesgo prácticamente no existe. Nos otorga una alta seguridad, pero se pierde el beneficio de las leguminosas bajando la calidad de la dieta.

Aumento en la proporción de gramíneas

Si predominan las gramíneas disminuye el riesgo, lo que nos da una mediana seguridad, pero, como en el caso anterior, se pierde el beneficio de las leguminosas al bajar la calidad de la dieta.

De todos modos, ciertas gramíneas, como el raigrás, y en menor medida el trigo, el centeno y la avena no granada, pueden favorecer el empaste por exceso de proteínas.

Festuca

La festuca es una gramínea perenne que se caracteriza por aportar gran cantidad de fibra, lo que favorece la producción de saliva, por lo que es de utilidad incorporarla a la pastura de alfalfa. Como desventaja presenta su lenta implantación y que es superada en velocidad de crecimiento por la alfalfa sin latencia en el momento en que ésta es más peligrosa. Si bien permanece verde en el verano, no crece en esta estación, y por lo tanto son las leguminosas las que dominan el tapiz.

Distribución de las especies en la pastura

Hay que evitar que en una pastura consociada las leguminosas queden aisladas, y por lo tanto, fácilmente accesibles. Esto solo puede hacerse si se siembran leguminosas y gramíneas en la misma hilera, lo que nos otorga una seguridad mediana.

De todos modos, las condiciones climáticas inducen distintas velocidades de crecimiento en las forrajeras, las que además concentran la mayor parte de su biomasa a diferentes alturas.

En las pasturas en base a alfalfa, la presencia de trébol blanco, que suele darse en manchones, generalmente cuando comienzan a perderse otras especies, puede complicar el manejo preventivo cuando se usan productos aplicados por aspersión, ya que se torna difícil penetrar el perfil de la pastura hasta los niveles más basales. Esta característica lo hace poco deseable para su inclusión en las mezclas teniendo en cuenta que su aporte productivo no es tan importante.

Uno de los problemas que se presenta en los lotes de praderas de gran extensión es la variabilidad del terreno. Aún predominando en general las gramíneas, por la composición y estructura del suelo puede haber zonas en que predominen las leguminosas. Es decir, que en muchos casos es difícil lograr una homogeneidad de la pastura mixta, lo que agregado a la selectividad que efectúan los animales, puede dar lugar a meteorismo.

Manejo desde el otoño

El control del empaste en primavera debe comenzar en el otoño anterior, con un buen manejo de la pastura, para evitar las zonas peladas, que si no son sembradas, en algunas zonas pueden ser invadidas por tréboles en la primavera, aumentando el riesgo de empaste.

Mayor superficie de verdeos de invierno

Si se aumenta la superficie con verdeos de invierno, es posible atrasar los momentos del año de mayor riesgo, especialmente con avena granada en el principio de la primavera, antes de entrar a pastorear las leguminosas, cuando ha pasado su mayor peligrosidad de empaste.

Empleo de especies leguminosas no meteorizantes

Si bien la productividad es menor, garantizan por su contenido de tanino y su menor velocidad de digestión, la ausencia del problema. Donde no funcione la alfalfa pero sí los tréboles, se puede incorporar *Lotus corniculatus*, *Lotus pedunculatus*, *Lotus subbiflorus* o *Lotus tenuis* a la mezcla forrajera, en los ambientes donde los mismo prosperen.

El alto nivel de taninos del lotus precipita las proteínas solubles y disminuye el riesgo. Este contenido de tanino del lotus es aceptable, pero en condiciones de estrés de la planta puede aumentar mucho, superando el 5 %, con lo que actuarían como depresores de la digestión de los hidratos de carbono, y por lo tanto, disminuirían la palatabilidad y el consumo. Se debe trabajar con alta carga para evitar la selección del forraje. Nos otorga una alta seguridad.

La serradella es una leguminosa anual que no causa empaste debido a que contiene niveles moderados de taninos condensados en el forraje. Actualmente existe una serradella híbrida producto de la cruza de *Ornithopus compressus* ("serradella amarilla") y *Ornithopus sativa* ("serradella rosada") con interesantes características agronómicas.

Otras leguminosas no meteorizantes son la lespedeza (*Lespedeza stipulaciea*), la esparceta (*Onobrychis viciifolie*) y la *Cornilla varia*.

De todos modos, las leguminosas de bajo potencial meteorizante, como el Lotus sp. y la Vicia sp., no se adecuan a los requerimientos de producción de materia seca en la mayoría de los sistemas de invernada, siendo menor la productividad animal.

Importancia de la dormancia

Si bien hay una mayor incidencia del empaste en las alfalfas sin dormancia o sin latencia (grupos 8 y 9) en relación con las de los restantes grupos, realizados los cálculos de costos/beneficios, éstos son altamente favorables a la inclusión de alfalfas sin latencia, a pesar de los problemas de empaste que puede representar su uso.

Observando el crecimiento que se produce en los meses con mayor incidencia de empaste (octubre-noviembre) vemos diferencias en los siguientes parámetros:

- días de crecimiento para alcanzar inicio de floración.
- días entre inicio de floración y plena floración.
- aparición de rebrotes de corona.

En los meses de octubre y noviembre una alfalfa sin dormancia alcanza inicios de floración y aparición de rebrotes a los 25 días y plena floración a los 32 días.

En el otro extremo una alfalfa con dormancia alcanza inicios de floración en 32 días, aparición de rebrotes a los 35 días y plena floración 42 días (Cuadro 3-5). Además, la aparición y la velocidad de crecimiento de los rebrotes de corona son mucho más rápidos en las alfalfas sin dormancia. Los rebrotes son el inicio de un nuevo ciclo de crecimiento y, por lo tanto, no debieran ser consumidos por el animal y de ser así, con seguridad tendríamos problemas de empaste. Un manejo adecuado de la pastura significa comer la alfalfa en inicios de floración o estados de madurez equivalentes sin decapitar los rebrotes de corona, si es que ya están presentes.

En base a lo expuesto podemos decir que en una alfalfa con dormancia (GRI 3 y 4) el período de pastoreo con una baja incidencia de empaste iría desde los 32 a los 42 días de iniciado el crecimiento (durante 10 días tenemos una alfalfa madura con pocos rebrotes de corona), mientras que en una alfalfa sin dormancia (GRI 8 y 9) el período de pastoreo con una baja incidencia de empaste iría desde los 23 a los 28 días de iniciado el crecimiento (5 días). Debemos considerar que las condiciones climáticas pueden acelerar o retrasar la madurez fisiológica de la planta de alfalfa.

Una alfalfa madura (inicios de floración o equivalente) no debería producir el trastorno. Lo que sucede con las alfalfas sin dormancia es que se mezclan el crecimiento de 25 a 28 días (planta madura), con vigorosos

rebrotes de corona. Esta característica hace que con ellas debamos poner especial atención en los estados de madurez y presencia o no de rebrotes en el momento del pastoreo.

Alfalfas de bajo poder meteorizantes

Existen dos formas principales de disminuir genéticamente el potencial timpanizante de una alfalfa:

1º- promover la síntesis de taninos condensados en el follaje a través de la ingeniería genética; y

2º- reducir la velocidad de desaparición inicial ruminal (DIR) o desaparición inicial ruminal de la materia seca (DIMS), a fin de disminuir su tasa inicial de digestibilidad pero sin alterar mayormente su alta digestibilidad final.

El primero de los caminos es costoso y complejo, pero tiene la ventaja indirecta de aumentar la proporción de PB pasante al precipitar las proteínas presentes en el rumen. Para su concreción exige la dilucidación de todos los pasos metabólicos en la síntesis de los taninos condensados y la identificación, clonación y transferencia, desde otra especie, del gen (o los genes) responsable/s de los pasos metabólicos interrumpidos en el follaje de alfalfa. Existen actualmente en el mundo sólo dos proyectos que están trabajando en este sentido: uno en Australia (CSIRO) y otro en EE.UU. (compañías privadas).

Respecto del segundo camino (reducción de la tasa inicial de desaparición ruminal o DIR), en Canadá se ha desarrollado una variedad de reposo invernal sumamente largo que posee 15 % menos de DIR y que ha disminuido la incidencia del empaste en 62 % (valores promedio) (Basigalup, 2000). Puestos en condiciones de pastoreo, estos materiales redujeron en aproximadamente un 80 % los casos de animales empastados. Estas variedades seleccionadas poseen un grado de reposo invernal extremadamente largo (GRI 2) y no se adaptan a nuestras condiciones locales.

En 1991 se inició en la E.E.A Manfredi-INTA, dentro del marco del Convenio de Vinculación Tecnológica INTA-Produsem S.A., un programa de mejoramiento con el objetivo de desarrollar un cultivar de alfalfa sin reposo invernal con bajo poder meteorizante.

Esta primera alfalfa desarrollada en la Argentina con menor potencial meteorizante es ProINTA Carmina, que posee un 22,6 % menos DIR que la población original de la que deriva.

Este bajo poder meteorizante se basa fundamentalmente en la lenta ruptura de la pared celular y baja DIR, hechos debidos a que sus hojas poseen paredes celulares más gruesas, lo que retarda la acción de la microflora ruminal e impide una liberación explosiva de los contenidos celulares al rumen. De esta manera, al tener una tasa de degradación 25-30 % más lenta, se puede mantener una relativamente baja concentración de agentes espumógenos (proteínas solubles, restos de cloroplastos, etc.) en el rumen, haciendo que la producción de gas por la fermentación microbiana se mantenga por debajo de los umbrales críticos para causar meteorismo.

Es una variedad sin reposo invernal (GRI 8), similar a Monarca SP INTA. Presenta porte erecto, coronas de tamaño intermedio, buena cantidad de tallos, buena foliosidad, muy buen comportamiento frente a plagas y enfermedades El color de las flores es predominantemente púrpura oscuro, con presencia de flores púrpura claro y variegado (púrpura oscuro) (Basigalup. 2007). Tiene alta resistencia a la fusariosis y al pulgón moteado; moderada resistencia a la podredumbre húmeda (fitóftora) y a los pulgones verde y azul (Basigalup, 2008).

El empleo de estas forrajeras brinda una alta seguridad. En 2001, se inscribió en el Registro Nacional de Propiedad de Cultivares (RNPC). Su uso está recomendado para la producción intensiva de leche y de carne en todas las áreas alfalferas del país.

En varios ensayos de pastoreo, tanto del tipo “desafíos” en unidades del INTA (donde el sistema de evaluación fuerza la ocurrencia de empaste) como en campos de productores (sistemas reales de producción), ProINTA Carmina ha sido capaz de disminuir el número de animales empastados respecto de las variedades testigo utilizadas; y, dentro de los empastados, ha sido capaz de disminuir la intensidad del problema.

En ensayos de producción secundaria y en ausencia de empaste, Carmina tuvo la misma capacidad productiva (aumentos individuales y producción de carne/ha) que los testigos usados. En otro ensayo, y en presencia de un caso de empaste agudo, Carmina exhibió una mayor productividad de carne/ha y una mayor eficiencia de stock que el testigo.

La producción de forraje de Carmina tiende a ser algo inferior que la de cultivares líderes seleccionados por un muy alto potencial forrajero. Sin embargo, esas diferencias no siempre fueron significativas ni consis-

tentes a lo largo de los años y/o las localidades. Exhibe una gran plasticidad de comportamiento agronómico, dado que en los diferentes ambientes o zonas sigue las mismas tendencias de producción que el resto de las variedades del ensayo. Respecto de Monarca SP INTA, el rendimiento de Carmina fue estadísticamente igual en Manfredi y Marcos Juárez (Córdoba), General Villegas e Hilario Ascasubi (Buenos Aires) y Villa Mercedes (San Luis).

Las evaluaciones de calidad de Carmina respecto de Bárbara arrojan conclusiones no siempre consistentes. En general, los contenidos de fibra y proteína bruta no han diferido en algunos casos. En otros ensayos se ha detectado una mayor concentración de FDN en Carmina al estado de prebotón a botón floral. Esto sería consecuencia de la selección por menor desaparición inicial en el rumen y estaría relacionado a su menor potencial timpanizante. No obstante, la digestibilidad final no se ha visto afectada ni tampoco su potencial para la producción de carne.

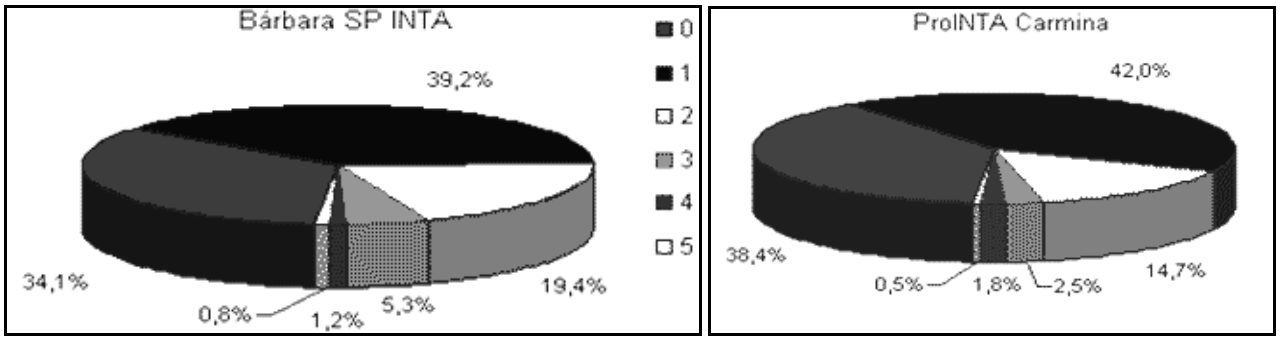


Figura 9-1.- Frecuencia de grados de meteorismo (Escala de 6 puntos) detectados en el ensayo de evaluación conducido en la E.E.A Manfredi (Ings. Agrs. Laura Bernáldez y Jorge Martínez Ferrer, EEA INTA Manfredi).

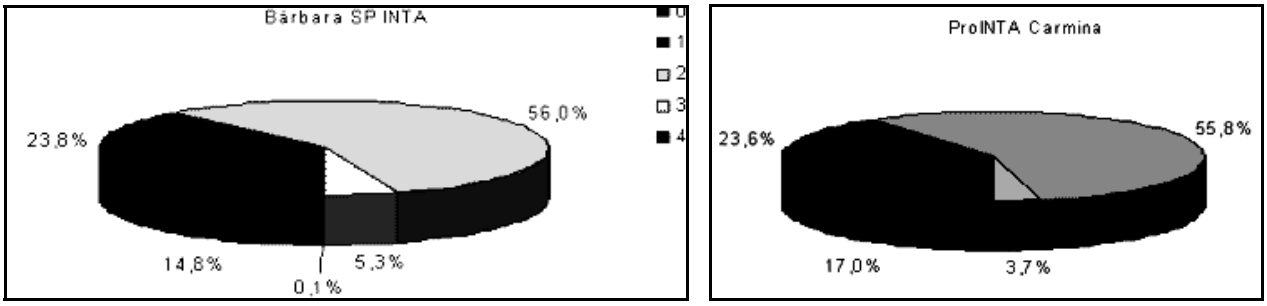


Figura 9-2.- Frecuencia de grados de meteorismo (Escala de 6 pntos) detectados en el ensayo de evaluación conducido en la E.E.A General Villegas (Dr. Patricio Davies).

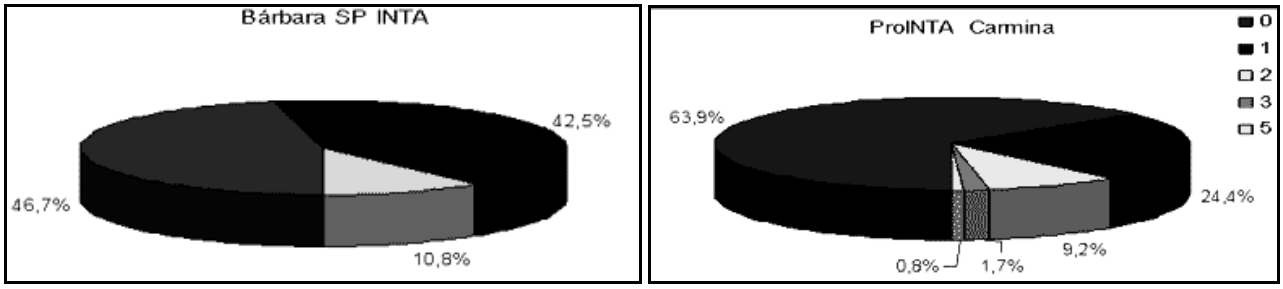


Figura 9-3.- Frecuencia de grados de meteorismo detectados en el ensayo de evaluación conducido en la E.E.A Marcos Juárez (Dres. Néstor Latimori y Andrés Kloster).

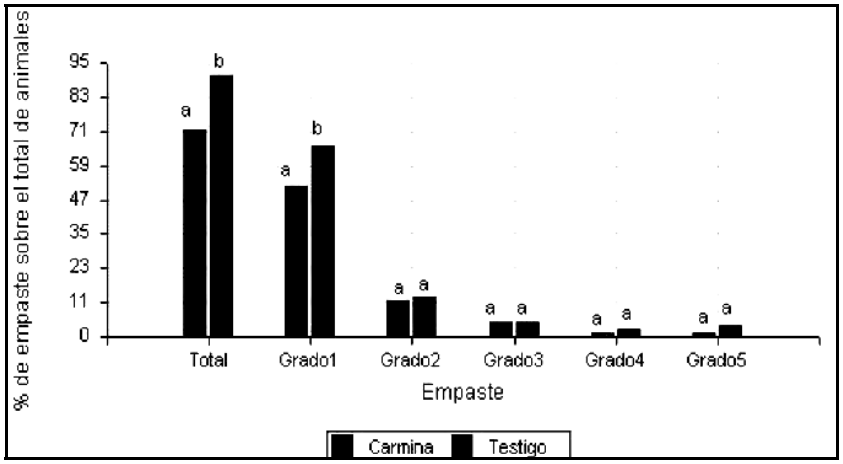


Figura 9-4.- Frecuencia de grados positivos de meteorismo (1=empaste leve a 5= tratamiento o muerte) en el ensayo de Cabaña "Las Lilas" durante la temporada 2004-2005. Barras con la misma letra no difieren estadísticamente (Krusjal Wallis, α = 0,05) (Cit. por Basigalup D. y A. Odorizzi. 2009).

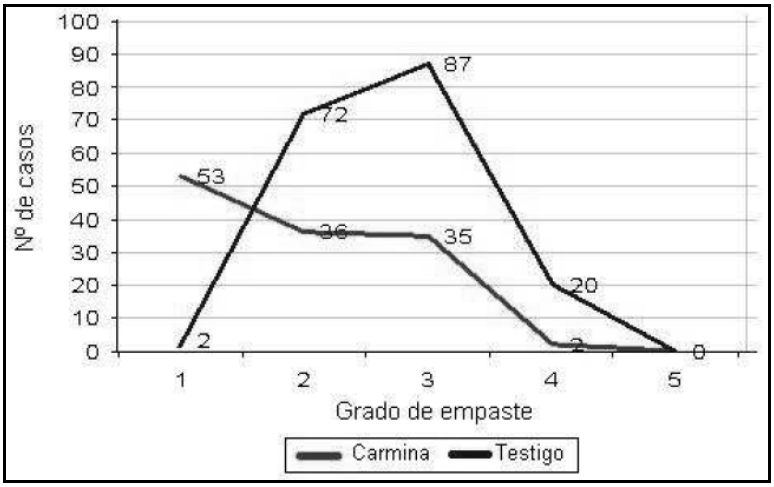


Figura 9-5.- Grados de empaste Estancia "La Angelita". Temporada 2007/2008 (Basigalup D. y A. Odorizzi. 2009).

En el ensayo "Evaluación en pastoreo de la productividad primaria y secundaria del cultivar de alfalfa ProINTA Carmina", en la EEA INTA General Villegas, comparándola con Monarca SP INTA, Basigalup (2009), encontró que:

- La productividad primaria y la distribución de la producción de materia seca no fueron diferentes entre cultivares.
- De acuerdo a lo esperado, se detectó efecto de períodos en las variables evaluadas.
- La productividad secundaria fue similar entre cultivares.
- Las condiciones climáticas determinaron, desde el punto de vista de las precipitaciones, una temporada más seca que lo normal, lo que pudo haber influido en la presentación de casos de empaste.
- Al ingresar los animales a una nueva franja siempre se les suministraba tensioactivo en el agua de bebida los tres primeros días de pastoreo y el último antes del ingreso a la siguiente franja. Se registró un episodio de meteorismo en el mes de diciembre que afectó a la mayoría de los animales que pastoreaban ambas repeticiones del cv Monarca, mientras que no estuvieron afectados los animales en pastoreo con el cv Carmina, por lo que el cv Carmina mostró ser más seguro ante el riesgo de empaste que el cv Monarca.

Bernáldez y col. (2007), encontraron que ProINTA Carmina exhibió menor DIR en hojas que el cultivar testigo. La diferencia de DIR entre los cultivares se reflejó en una menor concentración de AGV totales para los animales pastoreando Carmina, pero no se observaron diferencias estadísticamente significativas cuando se analizaron pH, concentración de HN_3 y proporción de los principales AGV.

En el promedio de nueve ensayos realizados en igual número de localidades por la Red de Evaluación de cultivares de Alfalfas, entre los años 2002 al 2006, ProINTA Carmina presentó una producción promedio acumulada de 44 Tm de materia seca por hectárea y un porcentaje de persistencia al final del ensayo del 77.08 %.

Basigalup y col. (2007) de toda la información presentada concluyeron que:

- En condiciones de sistemas de pastoreo para la producción de carne y en comparación con otras variedades comerciales, ProINTA Carmina ha sido capaz de disminuir la incidencia del meteorismo espumoso en un 25 % promedio, con un rango que osciló entre el 5 % y el 57 %.
- En ensayos de producción secundaria y en ausencia de empaste, Carmina tuvo la misma capacidad productiva (ADPV y producción de carne ha^{-1}) que los testigos empleados.
- En general, no se registraron diferencias de calidad forrajera entre ProINTA Carmina y los testigos utilizados en las comparaciones bajo corte o pastoreo. No obstante, en un ensayo bajo corte, se detectaron en ProINTA Carmina mayores ($p<0,05$) concentraciones de fibra en el estado de botón floral. Esta situación, que tendió a desaparecer en otros estados de madurez, estaría asociada al momento de selección de sus genotipos parentales. De todos modos, ni su digestibilidad final ni su potencial de producción de carne se vieron afectados.
- La contribución de ProINTA Carmina al control del empaste es importante, pero es fundamental tener en cuenta que no elimina totalmente el problema ni significa que el productor que la utilice deba desentenderse del mismo. ProINTA Carmina debe usarse en un contexto donde no se excluyan otras medidas de prevención.

FERTILIZACIÓN

La fertilización se puede efectuar durante la siembra o en años posteriores, y puede o no ser selectiva.

Nitrogenada

El nitrógeno favorece el desarrollo de las gramíneas sobre las leguminosas y reduce la concentración de nitrógeno soluble en la leguminosa, por lo que puede ser usado como medida de prevención del empaste, pero no asegura que las leguminosas remanentes en la pastura sean inocuas.

Por otro lado, el raigrás natural fertilizado puede ser un factor coadyudante para la aparición del meteorismo espumoso al dominar el tapiz.

Fosfatada

El uso de fertilizantes fosfatados por lo general provoca un aumento del porcentaje de leguminosas, aumentando los riesgos de meteorismo. Si se utiliza fosfato de roca en lugar de solubles en agua, se producirá pasto más firme, ayudando a impedir la producción de espacios que se puedan colonizarse con tréboles.

En Uruguay la fertilización fosfatada ha llevado a que el trébol de carretilla (Medicago polymorpha) se extendiera y haya generado algunos problemas de meteorismo (Colucci y Sienra, 1979).

El empleo de las fertilizaciones nitrogenada y fosfatada asociadas elimina la dominación temprana de las leguminosas.

Potásica

Se debe evitar los niveles altos de potasio y bajos en sodio. La pastura tiene que tener un porcentaje de 2,8 % de potasio y 0,2 % de sodio.

Hasta tanto que no se descubra un remedio eficaz, ó un preservativo seguro, lo mejor para el empaste, es evitarlo, y esto solo se consigue con el cuidado y proligidad del pastor, cuando hay en el campo otros pastos de que disponer.

Cuando no hay sino de los que producen empaste, todo está, puede decirse, librado á la providencia.

José Hernández, 1882. Instrucción del estanciero, Bs. As., Ed. Carlos Casavalle, 84.

Capítulo X

PREVENCIÓN MEDIANTE EL MANEJO DE LOS ANIMALES Y DEL FORRAJE

INTRODUCCIÓN

Las variables de manejo, por la importancia que tienen en la prevención del meteorismo, se deben conocer y comprender su razón a la luz de todo lo visto anteriormente, ya que el manejo es de implementación rápida y un error puede producir pérdidas inmediatas.

MANEJO DEL PASTOREO

Pastoreo de leguminosas pasadas

Obliga al animal a comer una planta con menor concentración de hidratos de carbono altamente fermentecibles y menor contenido proteico, especialmente de proteínas solubles, lo cual disminuye las posibilidades de empaste, pero baja la productividad animal por menor digestibilidad.

Cuadro 10-1.- Promedio de variación nutricional de alfalfa según estado vegetativo

Alfalfa	% MS digestible
Prefloración	62,7
Floración 10 %	61,6
Floración 50 %	52,2

Cuadro 10-2.- Probabilidad de empaste (Fay et al, 1992)

Altura de las plantas de alfalfa cm	Digestibilidad de la materia seca %	Probabilidad de empaste %
20 – 25	62,7	43
26 – 50	61,6	33
51 - 75	52,2	22

Este estado de madurez de la alfalfa y su menor porcentaje de humedad pueden ser indicadores de bajo riesgo de empaste de la pastura, pero alfalfas con más de 50 cm de altura pueden tener un alto potencial meteorizante, especialmente en el primer pastoreo. Es decir, que una observación visual no puede prever el riesgo de meteorismo.

Las pasturas consociadas, luego de un pastoreo o de un corte pueden ser muy peligrosas por tener la alfalfa una mayor rapidez de rebrote que las gramíneas. En este caso, es necesario esperar a que la gramínea aumente su participación en la mezcla antes de volver a pastorear, aunque la leguminosa disminuye su calidad por mayor maduración.

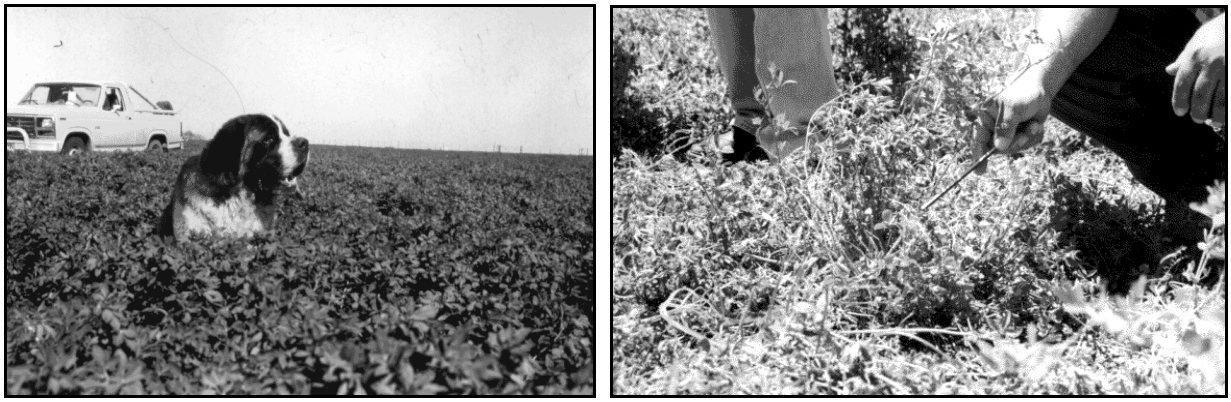
Estado de las pasturas

No es recomendable el ingreso a parcelas muy tiernas ni tampoco en estados de madurez avanzada y muy florecidas (20-30 % de floración), debido a que los rebrotes en la corona de la alfalfa alcanzan alturas considerables y son muy peligrosos, ya que el animal los prefiere por su mayor palatabilidad.

Se considera que el peligro ha disminuido cuando la pastura presenta por lo menos un 10 % de floración o 35 días de un crecimiento activo.

Pero durante los rebrotes de otoño, como los días son decrecientes en cuanto a la cantidad de luz solar, no se disparan los mecanismos de floración, que nos protegen en parte de los problemas de meteorismo.

Si se pastorean muy pasadas es conveniente pasar una desmalezadora inmediatamente de retirados los animales para cortar todo el material sobrante.



Figuras 10-3.- a)-Alfalfa sin florecer es un gran peligro para el empaste; ver altura, frondosidad y calidad; el perro tiene 90 cm de alzada; Establ. Los Césares, Justo Daract, San Luis. b)-Alfalfa florecida con rebrote en la corona; peligrosa.

Acostumbramiento lento

Una causa de empaste es cuando la flora y fauna del rumen no están adaptadas a las pasturas con alfalfas tiernas. Conviene avanzar gradualmente sobre el lote problema, comenzando con 15-30 minutos y aumentar paulatinamente la permanencia de los animales en el potrero, controlando permanentemente. Dicho de otra forma, los cambios bruscos de tipo de alimento y fundamentalmente de disponibilidad, aumentan los riesgos de empaste, ya que el animal entra con gran avidez.

Dieta invariable

En un esquema que apunte a altas performances se debe mantener tanto como sea posible una dieta permanente en calidad y cantidad para alcanzar altos niveles de consumo y evitar los altibajos que, al provocar cambios drásticos en el ambiente ruminal de los animales, aumentan el riesgo de empaste (Majak y otros, 1995).

Los manejos que promueven un recambio rápido del contenido ruminal tienden a aumentar la incidencia del meteorismo. Por lo tanto, es fundamental mantener un esquema de pastoreo con la menor cantidad posible de alteraciones, por lo que se deben programar la carga y los movimientos de los animales.

Este objetivo es factible de lograr utilizando alfalfa en prefloración con un esquema de pastoreo donde los cambios de franja se produzcan a intervalos cortos, lo que permite controlar mejor la cantidad de forraje disponible.

Ayuno previo al pastoreo

Cuando el animal consume leguminosas de alta calidad, cada vez que el animal come se establece en el rumen una fase de material particulado fino que facilita la estabilización de la espuma. Por ello se recomienda efectuar una sustitución, anticipada al pastoreo, con suplementación de fibra de alta calidad, como el silaje de maíz, y con concentrados, como los granos, lo que contribuye a disminuir los riesgos.

Los vacunos no deben entrar hambreados o con sed a una parcela sospechosa de ser timpanizante, como cuando se realiza encierre nocturno, después de trabajos en corrales (vacunaciones, desparasitaciones, pesadas, etc.), sobrepastoreo, traslados, etc. Toda ocasión de ayuno favorece la presentación de empaste.

Los animales hambreados tienen menor actividad proteolítica, lo que contribuye a crear condiciones propicias para el desencadenamiento del empaste al permitir una mayor vida media de las proteínas solubles y favorecer su efecto espumógeno y la persistencia de la espuma.

Cuando el animal hambreado comienza a comer, se libera en el rumen mayor cantidad de dióxido de carbono que en un animal saciado, y si esa comida es alfalfa o algunos tréboles, la liberación de gas es mayor.

Con encierre nocturno, al ingresar los animales a la pastura se producen niveles de consumo muy altos, con mayor riesgo de empaste.

Este contexto suele darse en el pastoreo rotativo, denominado efecto serrucho, si el nivel de pasto asignado a cada animal es bajo, ya que se produce una baja disponibilidad en los últimos días del pastoreo de la parcela, con poco remanente, corriendo riesgo de empaste al pasar, hambrientos, a una nueva parcela.

Es común ver a la salida del invierno que en los presupuestos forrajeros la demanda es mayor que la oferta. Los verdeos no rebrotaron lo esperado y las pasturas en descanso empiezan a rebrotar. Ante esta situación, la decisión es empezar a pastorear las pasturas, y es en ese momento cuando empiezan los problemas de empaste que se dan, no sólo por el cambio de alimentación, sino que cuando se toma la decisión del cambio, los animales no están comiendo bien y por lo tanto están con hambre. Por ello es conveniente administrar heno de fibra larga y de buena calidad (rollos o silo de maíz) antes de entrar a la pastura.

Evitar encierros prolongados

En épocas de alto riesgo, trabajando con invernada, se deben evitar los encierros prolongados para el manejo sanitario o pesadas, y en caso de ser imprescindibles, conviene realizarlos con tropas pequeñas, para que los animales no se desbasten.

Cuando se producen ayunos por interrupciones en el pastoreo normal (trabajos en corrales, etc.) se provoca un pastoreo más intenso al reiniciar el mismo, lo que puede resultar en empaste.

Como en el caso anterior, es conveniente administrar heno de fibra larga y de buena calidad (rollos o silo de maíz) antes de volver a la pastura.

Factores climáticos

Los bovinos no deben ingresar a una parcela hasta que se haya levantado la helada, el rocío o la lluvia. Esto restringe el excesivo ingreso de agua fría al rumen, que predispone a la formación de grandes volúmenes de espuma. Además, el pasto se torna más frágil y se mastica más fácilmente, disminuyendo el estímulo para la salivación.

Las heladas no eliminan totalmente el riesgo de empaste, ya que con temperaturas de -2 ºC durante varios días, se han comprobado empastes.

Si el clima obliga a retirar los animales de la pastura, se deben suministrar reservas forrajeras de alta calidad, preferentemente silajes, por el aporte de volumen.

Debe extremarse el control en los cambios posteriores a lluvias, y en general, cuando hay condiciones para un rápido crecimiento de la pastura.

Cuando los animales vuelven al pastoreo, si los cambios en la dieta fueron muy pronunciados, el rumen no recupera rápidamente las condiciones ideales, por lo que se debe acrecentar el manejo preventivo y la vigilancia.

Encierros nocturnos preventivos

En épocas de riesgo aumenta el ímpetu ingestivo de los animales en su retorno a la pastura, pudiendo dar lugar a cuadros severos. Por ello, es preferible que pasen la noche en una pastura no muy comida, que aún tenga forraje disponible, y suplementar con silo, concentrados y/o heno de fibra larga.

Los sistema de alimentación que propician un acceso por horas a pasturas con potencial meteorizante, salvo que limiten fuertemente el consumo, elevan los riesgos de timpanismo.

Si el riesgo no es muy grande, pueden permanecer en la parcela que pastorearon a la tarde.

Cuando es imprescindible realizar el encierro, con las recomendaciones mencionadas anteriormente, es fundamental que luego de encerrados la vigilancia continúe, al menos por una hora más, porque es posible que alguno se hinche con riesgo de muerte.

Figura 10-4.- Suministro de silo grano húmedo con monensina después del encierre nocturno y antes de entrar a la siguiente parcela de alfalfa.

Pastoreo complementario con avena

Al comienzo de la primavera la avena está granada y es un excelente forraje de buena palatabilidad, en el mismo momento en que la alfalfa es muy peligrosa, pues está rebrotando. Este método significa aumentar la superficie implantada con verdeos de invierno, pero aumenta la seguridad.

Un sistema lógico de pastoreo empleado en estos casos es la avena a la mañana y la alfalfa a la tarde.

Pastoreo complementario con verdeos de verano

Se pueden emplear verdeos de verano (maíz, sorgo), que tienen muy buena palatabilidad y calidad, a la mañana, y por la tarde alfalfa.

Alambrados electrificados

Debe controlarse periódicamente el funcionamiento adecuado del boyero eléctrico, la carga de las baterías, el aislamiento y el mantenimiento de las líneas. No asegura soluciones pero puede evitar graves accidentes de empaste. Uno de los accidentes mas comunes es el ingreso no deseado de una tropa a una parcela con forraje peligroso y fuera del control del personal.

Ante una corrida (perros, vehículos, etc.) los animales atropellan y cortan el alambrado eléctrico, y una vez recuperada la tranquilidad, comen con voracidad parcelas timpanizantes, sin que el personal pueda tomar medidas preventivas, ya que generalmente, el hecho sucede de noche.

Correcto apotreramiento

Debe realizarse teniendo en cuenta la calidad y cantidad del forraje ofrecido, para así uniformar la ingesta y evitar el efecto serrucho que se produce en los pastoreos rotativos intensivos, debido a los ciclos hambre-saciedad.

Clasificación por edad, sexo y raza

Aunque los vacunos pastoreen libremente, siempre existe competencia entre ellos respecto de la selección y el consumo de forraje de mejor calidad. Clasificar la hacienda, de manera que no pastoreen juntos animales mochos y astados, grandes y chicos, machos y hembras.

Bebederos y comederos

La dominancia también puede darse en el bebedero o en el comedero. Esto debe evitarse, dimensionándolos bien respecto del número de animales, ya que si se medica el agua de bebida o la ración con productos antiempaste, todos los animales tienen que tener acceso simultáneo a los comederos y cómodo y permanente a los bebederos, para lograr la mejor dosificación posible.

Si el producto antiempaste se dosifica en agua de bebida, es de mayor utilidad si el sistema de bebederos está en la parcela, ya que el animal toma menos agua por vez pero más veces, con lo que la dosificación es mas eficaz (Bavera, 2009).

Agua de bebida

El agua fresca de bebida es sumamente útil para mantener o reducir la temperatura del rumen (que normalmente oscila alrededor de los 39º C) y mejorar por ende la fermentación y la digestibilidad. En el meteorismo, cuando la temperatura del rumen aumenta por sobre los 39º C disminuye la estabilidad de la espuma (se destruye), pero cuando disminuye por debajo de los 37º C, la espuma se estabiliza y resulta muy difícil que se destruya. Esto explica porqué cuando el animal ingiere agua muy fría o vegetales mojados por helada o rocío hay mayor empaste, ya que disminuye la temperatura del rumen y aumenta la estabilidad de la espuma (Bavera, 2009). Por esta razón, y salvo que se esté medicando en el agua de bebida, no conviene que tomen agua durante el pastoreo de las leguminosas y hasta unas tres horas después de retirarlos del potrero.

Vigilancia con personal capacitado

Aunque se extremen todas las medida para un correcto manejo y prevención, la vigilancia permanente de los animales que están sobre pasturas peligrosas es imprescindible. Debe comprender a los animales, a la pastura y su relación con el clima y a la correcta dosificación y/o empleo de productos. Debe ser constante, con personal dedicado y con experiencia, lo que es fundamental para prevenir o actuar sobre animales afectados, ya que nada asegura en qué momento del día puede ocurrir la aparición de animales empastados o cuanto tiempo después del ingreso a la pastura, ya que el empaste puede ocurrir a los 10-15 minutos, unas horas después o en días posteriores.

La adecuada relación entre la cantidad de cabezas por cada recorredor es de fundamental importancia para la toma de decisiones rápidas y efectivas en los momentos de mayor riesgo (cambios de parcela, después de lluvias, descensos de temperatura y condiciones de rápido crecimiento de las pasturas). Cada recorredor no debe tener a su cargo más de 300 a 500 animales, según las características de la pradera que se esté pastoreando.

Extremar el control en los cambios de potrero posteriores a lluvias, en condiciones de rápido crecimiento de la pastura, luego de heladas y después de ayunos (encierros por vacunaciones, pesadas, etc.).

Ante la aparición de los primeros síntomas, es aconsejable retirar el rodeo del lote o parcela.

Personal no experimentado puede caer en la psicosis del animal hinchado, al confundir llenado ruminal con empaste, lo que hace que se retiren constantemente los animales de la parcela, creando un peligroso círculo vicioso “hambre-voracidad”.

El personal a cargo de la vigilancia debe estar provisto de un trócar y un cuchillo afilado para “chucear” en casos extremos, jeringa con carminativo intrarruminal para evitar el punzado si es posible, tenaza con mangos aislantes para cortar rápidamente los alambres eléctricos o unirlos en caso de rotura por parte de los animales, guantes aislantes para anudar el hilo del carretel cortado y equipos móviles de radio o teléfonos celulares para comunicarse entre los distintos recorredores de a caballo o con la camioneta, que debe estar provista de pasaalambres (trineos) para cruzar rápidamente sobre los alambrados eléctricos.

Retiro de animales que se empastan

Siendo heredable la propensión al empaste, en los rodeos de cría se deben refugar las vacas que hayan sufrido empaste y también sus crías.

En invernada, separar los animales que se han empastado o que se empastan en forma crónica, sin responder a las medidas preventivas. Generalmente son un bajo porcentaje del total, facilitando así el manejo del resto de la tropa.

Estos animales pueden integrar un lote separado de invernada más larga, cosechando el excedente de menor calidad que deja el lote de invernada rápida, o utilizando recursos forrajeros con baja participación de alfalfa o entrar en un planteo intensivo con alimentación a corral.

Lo importante es no supeditar el manejo de todo el lote a la existencia de estos animales susceptibles al empaste.

Animales probadores

Se pueden echar a la pastura unos pocos animales probadores para conocer si la misma empasta antes de exponer a todo el rodeo. Si es posible, estos animales deben haber sido identificados previamente como susceptibles al empaste, aunque estos animales susceptibles pueden inducirnos a error por su facilidad para empastarse.

Hacer caminar a los animales mientras se observan

Se efectúa especialmente en las primeras horas de pastoreo para disminuir la velocidad del consumo y favorecer la eructación. No hacerlos correr pues haciéndolos agitar se corre el riesgo de que mueran por asfixia. Moverlos despacio**.**

Estrés

Los animales que se estresan por corridas, perros, vehículos, gritos, etc. cuando están pastando, están más predispuestos a empastarse por interrupción de la rumia, lo que favorece la retención de gases.

Métodos de pastoreo

El riesgo de empaste se reduce en el pastoreo continuo (las 24 hs) en comparación con pastoreo de 6 horas (Majak et al, 1995). La probabilidad de empaste aumenta en: 1º) pastoreo continuo (24 hs), 2º) pastoreo de 6 horas o alimentación una vez al día y 3º) pastoreo de 1 a 3 horas o alimentación dos veces al día.

Para cada situación o explotación en particular se debe idear un método de pastoreo.

No se deben retirar repetidamente a los animales de la parcela pues puede aumentar el hambre de los mismos al alterar el hábito normal de pastoreo. Es prioritario que los vacunos no consuman con voracidad leguminosas peligrosas. Al reiniciar el pastoreo, la tasa de consumo (kg de MS/minuto) de ingestión es mayor y por ende la liberación de CO_2. Prestar atención: no confundir timpanismo con llenado ruminal.

Cuando se ingresa a una nueva parcela y en los casos en los que el riesgo no es tan alto, se recomienda evitar retirar los animales sólo por precaución. Cuando éstos ingresan nuevamente luego de una cierta restricción (generalmente vuelven a la parcela anterior) consumen grandes volúmenes de forraje en un tiempo más corto.

Un manejo del pastoreo inadecuado puede hacer desaparecer en el corto plazo alguna de las especies integrantes de la consociación. Como ejemplo podemos citar que una pastura de alfalfa y festuca sometida a un pastoreo continuo no intenso, terminará en un festucal puro. A la inversa, sometida a un pastoreo rotativo con alta intensidad de defoliación, no frecuente, se transformará en un alfalfar puro.

Pastoreo mixto

Una forma de pastoreo con buenos resultados sobre el empaste, empleado especialmente en Uruguay, es el pastoreo mixto con vacunos y ovinos simultáneamente o vacunos a posterior de los ovinos. Colucci y Sienra (1979) indican que dada la menor susceptibilidad del ovino al empaste y su selectividad que le lleva a consumir las partes foliares más peligrosas de la pastura, disminuye el riesgo de empaste para los bovinos.

El inconveniente es que este sistema solo puede ser aplicado en establecimientos de producción mixta.

Pastoreo por horas

El pastoreo por horas en pasturas con potencial meteorizante, salvo que se limite fuertemente el consumo, eleva el riesgo de meteorismo.

Horario del cambio de parcelas

El momento de ingreso a la nueva parcela es muy importante. El pastoreo temprano en la mañana aumenta el riesgo de meteorismo con respecto al pastoreo tarde en la mañana (entre las 11 y las 12). Esto indica que es aconsejable el cambio de parcela después del mediodía cuando el rocío se haya secado o se haya "levantado" la helada; alejarse de las primeras y las últimas horas del día, ya que el agua aumenta la turgencia y la fragilidad de las hojas de alfalfa, aumentando el riesgo.

Estos horarios permiten hacer el despunte bajo vigilancia, y al atardecer, volver a los animales a la parcela anterior, para que pasen la noche en un lugar seguro, con disponibilidad suficiente como para mantener el nivel de consumo sin restricciones. Este sistema permite tener un llenado ruminal más parejo en el tiempo y que los animales pasen a la próxima parcela sin excesivo apetito.

No cambiar los animales a una parcela nueva a última hora. Cambiar a la tardecita es complicado para controlar lo que pasa a la noche. En cambio a primera hora de la tarde, cuando la gente entra a trabajar, la pastura no tiene el rocío de la mañana y hay muchas horas de luz para controlar a los animales. Si la carga animal está bien ajustada en la parcela, para cuando cae la tarde los animales ya desfloraron la pastura, están llenos y el forraje remanente no es peligroso.

Presión de pastoreo o carga

Se debe trabajar con altas cargas instantáneas, ya que con cargas moderadas no necesariamente disminuye la proporción de alfalfa en la dieta, pues los animales pueden ejercer un alto nivel de selección, por lo menos en los primeros días de pastoreo de una parcela o un lote.

Al aumentar la carga instantánea, disminuye la selección del animal, consumiendo por igual hojas y tallos, leguminosas y gramíneas, pero no debe subestimarse la capacidad de selección de los animales que muchas veces consumen sólo las hojas de las leguminosas timpanizantes, los rebrotes de corona o el trébol blanco de hábito rastrero. Una carga moderada, con un nivel de asignación de pastura del 3 % del peso vivo (para un animal de 300 kg es equivalente a 9 kg de materia seca de pasto por día), permitiría una eficiencia de cosecha del 55-60 %, la cual sería la máxima utilización para mantener un alto nivel de calidad de la dieta.

El aumento de la presión de pastoreo hace que el animal recoja la mayor cantidad de tallos, que son los que contienen la mayor cantidad de materia seca. Con altas cargas y menores asignaciones de pastura, se logran eficiencias de cosecha mayores (70-80 %), lo que es indicado cuando se utilizan alfalfas en avanzado estado de floración, impidiéndose que el animal seleccione los rebrotes basales con alto riesgo de empaste, aunque la dieta tendría menor calidad.

La eficacia de la intensificación del pastoreo en la disminución del riesgo de empaste, se demostró en una experiencia realizada en la EEA INTA Gral. Villegas (Davies y col., 2000), sobre una pastura base alfalfa, que se utilizó con un nivel de asignación de forraje equivalente al 3,5 % del p.v. Se comparó un sistema de pastoreo tradicional en los planteos de invernada (3-4 días de permanencia en cada franja,) versus un sistema intensivo de pastoreo diario, en donde cada franja estaba dividida en cuatro sectores que se utilizaban sucesivamente cada dos horas, con lo que se lograba el pastoreo del horizonte superficial de la pastura durante la mayor parte del día y los animales disponían del forraje menos peligroso para la noche. El nivel de grado de empaste, medido en la escala de de 6 puntos, fue significativamente menor en el pastoreo intensivo (1.05) con respecto al pastoreo tradicional (1.44). La incidencia de meteorismo (relación entre los animales afectados y el total) no fue diferente entre tratamientos (85 %) y el momento del día no influyó en la presentación del problema.

Cuando se trata de alfalfa en estados fenológicos más tempranos, si bien este manejo evita que los animales seleccionen el estrato superior, que es el más peligroso, en condiciones de campo este sistema de pastoreo suele provocar restricciones en el consumo, que aumentan el riesgo de empaste,

Si el nivel de pasto asignado a cada animal es bajo, puede derivar en baja disponibilidad de forraje hacia el final de la utilización de cada franja (efecto serrucho).

Remanente adecuado

Es peligroso si los animales pasan con hambre a la próxima parcela. Un nivel moderado a alto de remanente en la parcela significa que los animales no están hambrientos al pasar a la siguiente.

No demorar a los animales en una parcela a la que le queda un remanente, es decir, acelerar la rotación. El remanente normalmente es de baja calidad. Si mantenemos los animales en la parcela, comenzarán a tener hambre y cuando los cambiemos de parcela vamos a tener mayor riesgo de empaste.

Figuras 10-5.- Mucho remanente en el lote pastoreado; se trabajó con baja carga instantánea.

Figuras 10-6.- Bajo remanente en el lote pastoreado; se trabajo con carga instantánea alta; cuidado si los animales pasan con hambre a la siguiente parcela.

Zonas con montículos

La existencia de estas zonas en un potrero, cerca de bebederos, saladeros y tranqueras, donde los animales pueden pararse con sus manos más altas que las patas, son lugares útiles para permitir que los animales eliminen gases.

Zonas con pendiente

Cuando la hacienda se está empastando, arrearla despacio hacia lugares con pendiente en subida, donde se puedan parar con la cabeza más elevada que la cola.

Tener donde volver o trasladar los animales

Es sumamente importante planificar siempre un potrero, una ensenada o por lo menos un corral a donde trasladar todos los animales del lote en caso de que comience el empaste y los métodos preventivos empleados no sean suficientes para detener el problema.

Debe ser un potrero con buen forraje o donde se pueda suministrar heno y/o ración, para evitar las pérdidas de aumentos diarios de peso consecuentes.

SUMINISTRO DE SUPLEMENTOS

Silo o heno previo al pastoreo

La sustitución de forraje peligroso por otro alimento que aporte volumen y calidad es eficaz en la prevención del empaste.

Previo a la entrada por primera vez a la pastura conviene hacer una etapa de acostumbramiento suministrando a los animales heno de alfalfa de buena calidad durante 5 a 7 días.

Antes de ingresar los animales a las parcelas riesgosas de la pastura, se debe suministrar a la mañana, luego del encierre nocturno, heno o silo de fibra larga, preferentemente de gramíneas, bajos en proteínas, de buena digestibilidad (60-65 %) y palatabilidad, para asegurar un consumo significativo (henos de avena, moha; silos de maíz). Dicha medida estimula más la producción de saliva que con alimentación de alfalfa fresca cortada, aumenta el pH y la temperatura del rumen y disminuye el consumo inicial de alfalfa, reduciendo la capacidad fermentativa ruminal y la degradación inicial de la alfalfa (no la total).

Cuadro 10-7.- Producción de saliva en relación con el tipo de ración (Church, 1979).

Alimento	Producción de saliva g/g de comida
Forraje fresco	0,94
Silaje	1,13
Heno	3,63

Se debe lograr un consumo mínimo de 1 % del peso vivo y asegurar una disponibilidad muy elevada (un rollo cada 50-70 animales).

Es difícil lograr un consumo de 8 kg/an/día de heno de gramíneas, que según Howarth (1975), es la cantidad mínima necesaria para prevenir el meteorismo. Cantidades menores solamente pueden reducirlo temporalmente, aunque no eliminarlo o prevenirlo.

También, previo al cambio a una nueva parcela, se puede suplementar en los últimos días de pastoreo en la actual parcela.

La calidad de la reserva de heno de pasturas suele ser muy variable, y en condiciones de campo por lo general es baja (alrededor del 50 % de digestibilidad). Dado que la sustitución de pastura por este forraje puede originar una depresión del consumo y afectar la performance de los animales, es conveniente disponer de otro tipo de reservas. Es más adecuado el silaje de maíz, cuya calidad es más alta y más estable (65 % de digestibilidad) que la del heno.

El heno de leguminosas, principalmente de alfalfa o de trébol rojo, puede provocar empaste de acuerdo a distintas observaciones, entre otros, de Carámbula, en Uruguay.

En sistemas intensificados de producción de carne, la suplementación con silaje de maíz a razón del 0,5-1 % del PV en MS/animal/día, previo al pastoreo de alfalfa, ha sido empleada exitosamente como una medida de manejo para controlar el empaste.

En vacas de tambo se debe dar abundante materia seca antes de largarlas al pastoreo directo de la alfalfa. La suplementación con silaje de maíz en una proporción no inferior al 40 % (5 Kg MS/animal/día) de la dieta total ha logrado controlar el meteorismo espumoso en vacas lecheras. El pastoreo directo conviene que sea por poco espacio de tiempo (40 a 60 minutos), 2 veces por día, mañana y tarde.

La suplementación con silaje de maíz, previo al pastoreo de alfalfa, disminuyó la espumosidad del contenido ruminal y previno el timpanismo espumoso bovino, infiriéndose que los compartimientos microbianos funcionales del rumen se mantuvieron estables, sin reducir la degradabilidad ruminal inicial de la alfalfa. Se

sugiere que el efecto preventivo del silaje de maíz podría deberse a una menor tasa de consumo inicial de la pastura (Peralta, 2002).

Bretschneider (2000), probó la suplementación con silaje de maíz a niveles equivalentes al 0.5 y al 1 % del peso vivo y registró un grado de empaste de 1.8 y 1.5, sin diferencias entre niveles de suplementación, mientras que el testigo alcanzó un grado de 2.7, demostrando la eficacia de esta técnica en el control del empaste.

Peralta y col. (2002) también comprobaron que la suplementación con silaje de maíz en pequeñas cantidades prepastoreo previno el meteorismo espumoso sin modificar los parámetros de ambiente ruminal y que a pesar de reducir la capacidad fermentativa del licor ruminal, no disminuyó la tasa desaparición inicial (DIR) de la alfalfa.

Esta alternativa no es la más adecuada en las épocas de mayor crecimiento de la alfalfa, donde la sustitución de forraje de alta calidad por suplemento puede afectar la eficiencia de utilización del pasto. Tal como ocurre con otras, esta práctica puede integrar estratégicamente un esquema preventivo.

Al margen de lo anterior, el silaje es de gran ayuda para cubrir eventualidades tales como las lluvias, que complican la prevención del empaste en la mayoría de los casos. En tales circunstancias, se puede pasar del pastoreo a la alimentación con silaje en confinamiento, sin necesidad de realizar acostumbramiento a la nueva dieta y, al restablecerse las condiciones normales, volver rápidamente al pastoreo.

Suplementación con concentrados y/o subproductos

En los animales a los que se les suministra ración, la misma es una herramienta importante para prevenir el empaste, ya que se pueden manejar los horarios y cantidades de ingesta. Es conveniente emplear concentrados y subproductos con tanino o alto porcentaje de grasa.

Vacas lecheras en sistemas mixtos que recibieron una ración con 11 % de proteína consumida, pasaron más tiempo pastoreando trébol (alta proteína) que gramíneas. No obstante, cuando la concentración de proteína consumida de la ración subió a 21 %, las vacas aumentaron la preferencia por gramíneas (menos proteína) y disminuyeron la preferencia por trébol (Villalba, s/f).

El sorgo granífero favorece el control del empaste por su contenido en tanino, especialmente los cultivares antipájaros. Disminuye la palatabilidad, el consumo y la asimilación, por lo que también disminuye la productividad.

El afrechillo de arroz tiene un alto contenido de grasa, que actúa como antiespumante.

No suplementar con granos si la pastura es muy riesgosa para evitar acidosis.

Pastoreo combinado

Otro sistema sería efectuar un pastoreo combinado, es decir, por ejemplo, el pastoreo de un verdeo invernal, antes del ingreso a la tarde a la parcela peligrosa.

Suplementación con sales minerales

Ad libitum en saladeros

La suplementación con sodio permite establecer un mejor equilibrio iónico con K, Ca y Mg en rumen y permite la absorción del Mg.

La suplementación mineral en general aumenta la producción de saliva, el primer inhibidor del empaste, enriquece el líquido ruminal, promoviendo la multiplicación y la capacidad de predigestión sobre las leguminosas, contribuye a activar la flora, la normalización de las secreciones a nivel intestinal, la actividad enzimática celular y provoca el tono necesario a nivel de los preestómagos, cuajo e intestino, mejorando las contracciones y movimientos peristálticos.

Los consumos son variables en cantidad y frecuencia, dependiendo de múltiples factores (Bavera, 2002).

Inyectables

Ante casos moderados de empaste, la aplicación de sales de magnesio inyectables puede ayudar, pero ante casos severos clínicos no es útil. Su efecto es de shock y no es perdurable en el tiempo.

PREMARCHITADO DE LAS PASTURAS POR CORTE

Una técnica que se adapta bien a los planteos intensivos, con alta demanda de maquinaria, personal y tiempo que requiere, es el marchitamiento del forraje por corte o por aplicación de un desecante, que resulta muy eficaz para prevenir el empaste, en tanto se use el procedimiento correcto en cada caso. Esta técnica puede producir pérdidas en cantidad y/o calidad de forraje de magnitud variable, que dependen de la forma de aplicación de las mismas.

Con clima seco los resultados son muy buenos, aún con gran volumen de forraje. Precaución en épocas de temporales.

Cuanto mayor sea la receptividad del recurso forrajero, menor será el costo de aplicación de esta técnica, ya que se diluirá en una mayor cantidad de animales por unidad de superficie.

El concepto de receptividad apunta, en este caso, a tener un elevado stand de alfalfa en la pastura, que resulta en un alto aporte de forraje de buena calidad y no a utilizar la pastura con un alto nivel de acumulación de materia seca ("pasada") que tendrá una calidad inferior a la deseada.

Corte y oreo con entrega en el lugar del corte

Los cortes se realizan en cada franja diaria con cortahileradora con hélice o guadaña, bien abajo, a 5-7 cm del suelo, en estados del cultivo que varían entre botón floral y 10 % de floración. Conviene que se realicen al atardecer, cuando los azúcares están en un nivel alto y los nitratos más bajos. El forraje se corta depositándose en andanas lo más amplias posible, para que se marchiten parejo, ya que sino hay que darlas vuelta con rastrillo en el mismo lugar del corte, con un tiempo de oreado de 24 a 48 horas, lo que varía en función de la temperatura y la humedad relativa ambiente, pudiendo requerirse 12 a 24 horas más en días de alta humedad y nubosidad. Se echan los animales luego que se levantó el rocío.

El corte debe ser bien bajo para evitar que queden expuestos los rebrotes, que son los mas peligrosos de empastar. No hay que preocuparse por la pastura porque el corte es bajo, salvo en alfalfas en su primer año, que aún no han enraizado bien.

La pastura cortada debe alcanzar un contenido de agua inferior al 50 %, lo que se puede comprobar apretando un puñado de alfalfa en la mano, que al soltarla se expande lentamente y no queda humedad en la piel. En este estado, produce en el rumen menos gas que la pastura fresca. No hay que secar demasiado la pastura. Cuando está muy seca buscan comer el pasto que queda verde.

El corte evita la selección y el oreo altera el perfil químico de las plantas, disminuyendo la degradabilidad de la proteína. Por lo tanto, hay menor cantidad de proteína que se degrada en rumen y mayor cantidad de proteína by pass.

Conviene acelerar el oreado con rodillos acondicionadores en la maquinaria, pues cuanto mayor sea la rapidez de oreado, más se mantiene la calidad original de la alfalfa cortada, ya que las pérdidas por respiración o lavado se reducen.

La superficie a cortar debe ser calculada para no más de dos días de utilización. Al respecto, Allí y col. (1985) midieron entre las 0 y las 52 hs desde el momento del corte una disminución del contenido de proteína cruda (18.5 a 15.1 %), carbohidratos totales (9.1 a 8.0 %) y carbohidratos solubles (44.6 a 37.3 %), que atribuyeron, en el caso de los carbohidratos, a la respiración post-corte y a la caída de hojas en la manipulación del forraje, y en el caso de las proteínas, a este último factor. Cuando los animales remueven el forraje al pastorear directamente de las andanas, se produce un efecto similar.

Puede colocarse un alambre eléctrico temporario, de manera que los animales coman el pasto cortado primero, antes de seguir con el resto de la parcela con la pastura en pie. Se va aumentando gradualmente el área de pasto cortado hasta llegar a un tercio de la parcela, ya que una vez que se acostumbren, los animales comerán primero el pasto cortado sin necesidad de colocar el alambrado eléctrico.

Los primeros días puede existir una disminución del consumo, pero luego los animales se acostumbran y el consumo resulta igual o superior al esperable con la utilización de la alfalfa en pie (Guaita y Gallardo, 1997). Por ello, una vez comenzada está práctica, conviene seguirla sin descontinuarla.

Cuando el riesgo es alto, el ingreso de los animales sin un suficiente secado del forraje ha dado lugar a la aparición de casos de empaste de moderada a elevada intensidad.

Cuando el forraje es suministrado en la parcela (en andanas) resulta inseguro cuando se corta para más de tres días, pues los animales suelen seleccionar los rebrotes tiernos, que ya al tercer o cuarto día pueden resultar peligrosos. Tomando la precaución de cortar sólo la asignación diaria, y cuando la práctica se mantiene por algunas semanas, los animales se adaptarían al consumo en la andana mejorando la eficiencia de cosecha de los primeros días.

Además de prevenir el empaste, el corte sistemático de la pastura permite mantener una adecuada limpieza de la misma, que es importante para la obtención de reservas forrajeras de alta calidad.

Como precaución, se debe verificar que no existan sectores con trébol o con rebrotes de alfalfa que no hayan sido cortados (irregularidades del terreno, cerca de alambrados, rincones) y que puedan representar un riesgo cuando los animales ingresan a la parcela.

El inconveniente de esta técnica radica en que es necesario equipo de corte, personal y combustible.

Como en las vacas en ordeñe se está buscando la máxima calidad de alimento y el cuidado del pastoreo es más preciso que en novillos, probablemente en tambos no convenga cortar, salvo en momentos de mucha peligrosidad.

Corte y oreo con entrega fuera del lugar del corte (pastoreo mecánico)

El tratamiento del pasto en pie es similar al anterior, pero se carga en un carro forrajero y se entrega fuera del lugar de segado, con oreo previo o posterior a la carga.

Es una práctica más segura que la entrega en el lugar de corte, siendo igualmente indispensable un buen oreado, porque de lo contrario se pueden producir casos de meteorismo.

DESECAMIENTO CON HERBICIDAS

Es un método que genera menos complicaciones operativas que los de marchitado anteriores y que realizados correctamente son de alta efectividad. Algunos autores sostienen que disminuye el consumo de las pasturas por parte de los bovinos, aparte de afectar la persistencia de las especies forrajeras, principalmente las gramíneas.

Es importante asperjar debajo de los alambrados eléctricos y aún fuera del perímetro de la parcela que se está pastoreando, porque los vacunos tienen la costumbre de comer por debajo del alambrado, y así corren el peligro de ingerir forraje sin tratar.

Son métodos muy confiables cuando no se cometen errores en el procedimiento.

Fumigación con desecante de contacto (paraquat)

Es un herbicida orgánico de contacto, derivado de los amonios cuaternarios (dicloruro de paraquat) que actúa afectando los procesos de respiración y fotosíntesis. En las pasturas tratadas se produce un moteado moderado característico (parcial desecamiento). A las dosis recomendadas para prevenir el empaste no tiene efectos fitotóxicos sobre las pasturas tratadas ni deja residuos en los tejidos de los animales que consumen forrajes tratados, según los niveles establecidos en el Codex Alimentarius FAO/OMS 1984.

Para un adecuado marchitamiento y con el objetivo de utilizar la menor dosis de herbicida posible, éste puede aplicarse con un 0,2 % en el volumen total de surfactante no iónico, lo que permite reducir no menos del 25 % del paraquat a utilizar, manteniendo el nivel de efecto. Si no se utiliza coadyuvante, se recomienda trabajar con una dosis de 55 a 70 g/ha de producto (ver la concentración comercial a utilizar), con un caudal de 100 lt/ha y con 45 libras de presión. Se recomienda utilizar pastillas de cono hueco, para mejorar la distribución del producto. En caso de utilizar coadyuvantes en la forma indicada, puede reducirse la dosis de herbicida en alrededor de un 25 % (Latimori, 1977).

Aplicar con equipos que copien el terreno para evitar el cabeceo de los botalones, lo que provoca que queden áreas sin pulverizar (chanchos), y utilizar la tecnología antideriva.

Los días con viento producen una deriva del herbicida que puede provocar que queden áreas sin tratar; lo mismo si se tapa un pico de la aspersora y no es advertido por el tractorista o los banderilleros, dando lugar a los “chanchos”. Ante un volumen importante de forraje de la alfalfa pueden quedar los estratos inferiores, rebrotes y el trébol blanco sin tratar, constituyendo un peligro potencial para los animales.

Es por lo tanto imprescindible realizar una buena fumigación, uniforme y con buen mojado en los niveles inferiores de la pastura, lo cual es muy importante cuando hay trébol o rebrotes basales en la alfalfa.

El agente humectante facilita el contacto del producto con las hojas, por lo cual su uso es recomendable.

La lluvia no disminuye en forma importante su efecto, pero cuando el ambiente es extremadamente seco puede disminuir su eficacia y afectar las especies gramíneas.

Hay caída de hojas y disminuye el contenido de agua hasta un 35 a 40 % de materia seca, aumentando levemente la cantidad de fibra. Por lo tanto, disminuye la velocidad de digestión del forraje evitando el empaste, pero también disminuye la producción, ya que la calidad del forraje pulverizado con paraquat disminuye. En algunas mediciones se ha comprobado que la digestibilidad baja del 75 al 70 %; la pérdida de hojas de 65 kg/ha a 98 kg/ha; el volteo de hojas por lluvia aumentó de 67 kg/ha a 358 kg/ha (Davies, 1994; Latimori y col., 1997). Todo esto se asoció con un menor aumento de peso diario de los animales, por lo que si bien disminuye el riesgo de empaste y no contamina la carne de los animales, no es un sistema muy compatible con los sistemas intensivos de producción de carne.

Las fallas mas comunes de este tratamiento derivan de errores en la dosificación, equipo mal acondicionado, mal funcionamiento de los picos, fallas entre vueltas (chanchos), falta de pulverización debajo de alambrados tradicionales y eléctricos y rincones, mala cubrición de los rebrotes o del estrato inferior de la canopia. Especialmente cuando la pastura esta pasada con abundantes rebrotes y estructura aérea muy densa, no rociar toda la parcela. Las partes o lugares de la pastura a los que el producto no llegó, son los mas apetecidos por los animales, que los consumen en forma diferencial, ya que el paraquat baja la palatabilidad.

Cuando se quiere tratar una parcela demasiado pasada, con abundantes rebrotes a los que difícilmente llegue el producto, se recomienda "saltear" esta parcela, que podrá destinarse a corte para reservas, y tratar la siguiente, que debido a su menor desarrollo asegurará un mejor resultado del método.

Figuras 10-8.- Alfalfa con festuca pulverizada con paraquat; a) Zona verde (adelante) sin aplicación de paraquat; zona amarilla (atrás) con aplicación de 250 cc/ha de paraquat, 3 días post fumigación; Detalles: b) Sin aplicación; c) con aplicación, premarchitada.

Figuras 10-9.- Alfalfa mal pulverizada con paraquat por botalón muy bajo y picos a 70 cm entre ellos; quedaron zonas sin pulverizar (chanchos). La solución es subir el botalón o colocar picos a 35 cm entre ellos.

Respecto a las ganancias de peso, en un ensayo se observó que eran menores sobre alfalfa tratada con paraquat (561 g/día) que sobre alfalfa sin tratar (662 g/día) y se atríbuyó la diferencia a la mayor caída de hojas provocada por el herbicida (Latimori y col., 1992), pero en otros ensayos, el desecamiento con paraquat, permitió aumentos de peso similares a los obtenidos con otras técnicas de control, como son el uso de poloxaleno en ración o siliconas en agua de bebida, pero no se evaluó el efecto del herbicida sobre la pastura (Correa Luna y col., 1991).

Esta técnica debe ser reservada para situaciones de real riesgo de empaste, a fin de no aumentar innecesariamente los riesgos ecológicos y de toxicidad de la práctica.

Fumigación con desecante sistémico (2-4 D)

Es un herbicida orgánico (ácido diclorofenoxiacético), fitohormona de síntesis que se trasloca por la planta. Se emplean bajas dosis (100 a 200 cc/ha) en 80-100 litros de agua con 50 libras de presión y pico de abanico plano de gota fina, produciendo un marchitamiento hormonal parcial, con 6 a 48 horas de anticipación al ingreso a la parcela. Se considera que el marchitado es mejor que hacer un corte, porque en ambos casos hay baja de nivel proteico, pero en el corte se pierde más volumen.

Determina sobre la parte superior de la leguminosa un efecto de ligera rotación del tallo sobre su eje y leves arrugas en las hojas de ese sector.

Se reduce la calidad del forraje y los efectos sobre la pastura no están totalmente evaluados. No superar los 7 días de ocupación de la parcela por el inicio de los rebrotes.

Respecto del empaste de trebol, debo decir aquí, que he leido que en Luisiana, uno de los Estados de la Union del Norte, todos los potreros son de trebol y sin embargo, no se infla nunca el ganado ni las ovejas, y se cita esta especialidad, atribuyendo que esto es debido al uso de la sal, que allí se dá á los animales con mucha abundancia.

En otras partes donde abunda el trebol, como en Colombia por ejemplo, los animales se inflan lo mismo que en nuestra Provincia, especialmente, dice, que les es mortífero allá, cuando lo comen húmedo por el rocio, y se hace notar que en Colombia tampoco se les proporciona sal á los ganados.

José Hernández, 1882. Instrucción del estanciero, Bs. As., Ed. Carlos Casavalle, 86.

Capítulo XI

PREVENCIÓN MEDIANTE PRODUCTOS QUE ACTÚAN A NIVEL DEL RUMEN

INTRODUCCIÓN

La ocasión de uso de productos para reducir la incidencia o la severidad del empaste no es siempre la misma, ya que, según hemos visto hasta el momento, las condiciones varían. Deben conocerse las ventajas y desventajas de cada producto y su forma de empleo, para tomar decisiones de acuerdo a la mejor oportunidad de uso de cada uno para que actúen previniendo el empaste con la mayor eficiencia. No existen recetas a aplicar, sino que los productos se deben emplear con razonamiento y criterio.

Simultáneamente, las medidas de manejo de pasturas, raciones y animal siempre deben implementarse, es decir, se deben efectuar combinaciones de métodos de control.

La mayoría de los productos antiempaste utilizados son efectivos si pueden ser dosificados y consumidos por el animal correctamente, pero no existe un método de administración de un producto que nos otorgue el 100 % de efectividad en el control del empaste.

Es fundamental asegurarse que todos los animales ingieran la cantidad recomendada del producto antiempaste. La dosis varía con el producto, pero debe ser suficiente para que en el rumen en todo momento exista una concentración capaz de impedir la formación de espuma.

Los productos antiempaste interactúan de distintas maneras con los mecanismos de formación de espuma que hemos visto. En la Universidad de Kansas, EE.UU., Bartley (1965), consideró que deberían cumplir los siguientes requisitos:

- Una sola dosis del agente debe ser efectiva para prevenir el meteorismo al menos por 12 horas.
- Debe actuar rápidamente (dentro de los 10 minutos).
- Debe mantener una concentración ruminal adecuada en el período de mayor peligro.
- Debe ser palatable.
- Debe ser económico.
- Debe ser fácil de administrar.
- No debe tener efectos nocivos para la salud, reproducción, función ruminal, consumo de alimento, calidad o cantidad de leche.
- No debe eliminarse por leche.
- No debe encontrarse en tejidos corporales 5 días después de su administración.

Se han probado muchos compuestos, pero sólo algunos cumplen con todos estos requisitos.

CLASIFICACIÓN DE LOS PRODUCTOS ANTIEMPASTE POR SU COMPOSICIÓN Y ACCIÓN

Tensioactivos sintéticos

Los tensioactivos, detergentes sintéticos, agentes de acción superficial o surfactantes (del inglés surface-active-agent) han demostrado ser, cualquiera sea la vía de suministro, más eficaces y de efecto más persistente que los antiespumantes (Laby, 1991). Los más usados son los detergentes poco espumantes, no iónicos. Entre ellos están los plurónicos (polímeros de polioxipropileno-polioxietileno), que presentan distintas características según la proporción de los componentes del polímero.

Se emplean principalmente el Poloxaleno y los Plurónicos L61, L62 y L64, que muestran una alta efectividad; el alcohol etoxilado, como ser los Terics (Teric 12A12, Teric 12A23 y Teric 15A11, según su estructura molecular) y Marlophene y detergentes iónicos. Son hidrosolubles, no iónicos y no degradables en el medio ruminal, no presentando efectos adversos en las dosis recomendadas. Son algo amargos, pero los animales se acostumbran fácilmente. Todos son formulados como líquidos en distintas concentraciones para incorporar al agua de bebida o asperjar sobre la pastura, y en polvo (premezcla) para incorporar a raciones.

La aparición del empaste está precedida por una inactivación de las propiedades antiespumantes de los lípidos vegetales que normalmente actúan en el rumen y por una reducción gradual en la densidad del contenido ruminal.

Los tensioactivos sintéticos permiten controlarlo al ejercer un efecto antiespumante indirecto. Se asocian a fragmentos vegetales del contenido ruminal, provocando una humectación de la superficie del forraje en digestión y por sus propiedades detergentes baja espuma liberan o emulsionan los lípidos vegetales o sus productos de degradación, que son antiespumantes naturales. Al reducir la tensión superficial de las burbujas, disminuyen la estabilidad de la espuma y liberan el gas atrapado, impidiendo la formación de las burbujas amarillas, que son las que contienen los antiespumantes naturales físicamente inactivos, permitiendo que los mismos ejerzan su acción antiespumante al reactivar sus propiedades y aumentar la densidad del contenido ruminal.

El poloxaleno es el único aprobado por el F.D.A. (Food and Drug Administration) en Estados Unidos y no presenta efectos deletéreos sobre el consumo de alimentos, ganancia de peso, reproducción o producción de leche.

Generalmente se administra incorporado en la ración, rociado sobre granos y en bloques de sal y melaza. Las asociaciones entre monensina y tensioactivos son mas eficaces, ya que los efectos de ambos tratamientos se potencian: por un lado, la monensina baja la producción de gas, y por el otro lado, los tensioactivos rompen las burbujas que se forman

En Australia y Nueva Zelandia se emplean los plurónicos administrados en tomas individuales diariamente o incorporados en el agua de bebida; también se emplean asperjandos en la pastura o aplicados en el flanco del animal.

Agentes antiespumantes

Los antiespumantes actúan directamente sobre la espuma, rompiendo las burbujas grandes e impidiendo su formación al mezclarse con los constituyentes que la generan. Es como agregar aceite a agua con espuma de jabón; la espuma desaparece. La acción se mantiene mientras en el rumen se encuentren concentraciones efectivas del antiespumante

Los aceites vegetales y minerales (vaselina líquida, parafina) y las grasas animales emulsionadas se cuentan entre los primeros antiespumantes utilizados para controlar el empaste.

Las grasas y aceites animales desaparecen rápidamente del rumen dando una protección de 2 a 4 horas, por lo que para obtener una protección más larga debería darse una cantidad grande a intervalos amplios o pequeñas cantidades de manera continua con el consiguiente problema de manejo.

En el feedlot, la vaselina líquida al 4-8 % en la ración reduce la incidencia del timpanismo. La grasa animal es generalmente inefectiva.

Los aceites vegetales no se emplean porque pueden ser metabolizados por los microorganismos ruminales, por lo que contribuirían a agudizar o a provocar meteorismo. Cuando se da aceite de soja mezclado con la ración, absorbido en la misma, aumenta la incidencia de meteorismo en el feedlot, debido a su rompimiento metabólico en el rumen. Pero si el aceite de soja se administra como toma, se comporta como antiespumante, porque la cantidad de aceite libre es suficiente para que actúe inhibiendo la formación de espuma.

En Argentina, el más difundido de los antiespumantes es el dimetilpolisiloxano (siliconas o carminativos) que tiene un bajo costo por dosis.

Nunca deben emplearse aceites para motores, gasoil, querosén, líquidos para hidráulicos, etc., ya que pueden ser tóxicos para los animales.

Antibióticos (penicilina, eritromicina)

La penicilina (por vía oral diaria) reduce la incidencia y severidad de meteorismo, pero su acción declina en unas dos semanas por desarrollo de resistencia de los microorganismos ruminales al antibiótico, al producir una penicilinasa, que destruye la penicilina unas horas después de administrada.

Una combinación de Penicilina con Eritromicina puede controlar el meteorismo por un período más largo que cuando se dan solos o en rotación, pero su efectividad también disminuye después de 3 a 4 semanas.

Aparentemente la penicilina previene el meteorismo por dos acciones, ya sea afectando la fermentación ruminal, con lo cual disminuye la producción de gas, o inhibiendo bacterias que modifican los lípidos; de este modo éstos quedan disponibles como antiespumantes.

En feedlot se ha logrado cierto éxito administrando penicilina intramuscular en casos de meteorismo leve. Una parte del antibiótico es secretado hacia el rumen actuando sobre los microorganismos que promueven la formación de espuma.

Antibióticos (ionóforos)

Estos antibióticos tiene la propiedad de poder formar complejos liposolubles (ionóforo) con iones sodio (Na^+) y potasio (K^+) en el hospedador y en los microorganismos que habitan el rumen. Su éxito se basa en su capacidad de inhibir específicamente a bacterias gram-positivas, cuyo producto de fermentación es principalmente el acetato, el butirato, el hidrógeno y la producción de ácido láctico e inhibir la proteólisis y la desaminación, resultando una reducción de la concentración de amoníaco y una mejora en la utilización de la proteína en el rumen, reduciendo el riesgo de acidosis y timpanismo espumoso.

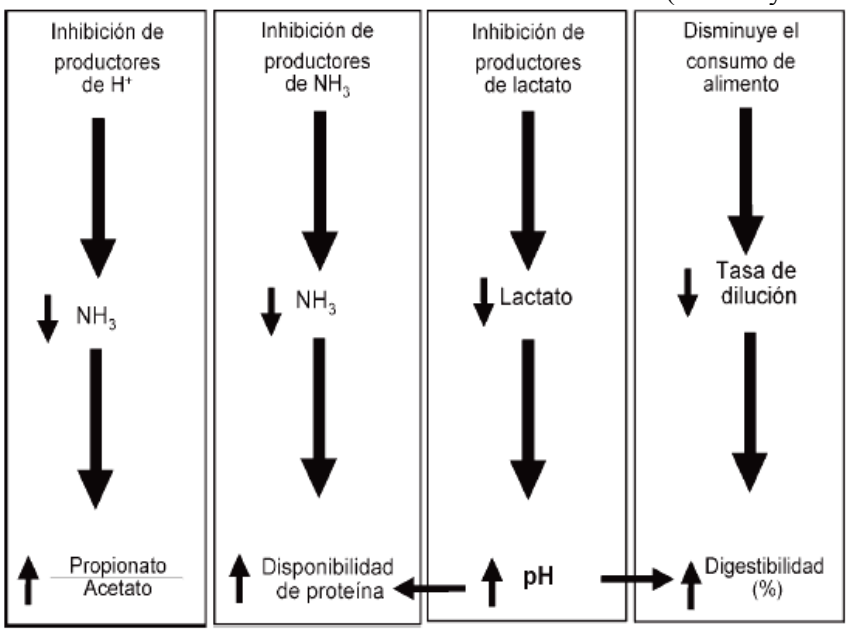
Son varios los ionóforos con posibilidades de ser empleados para modificar indirectamente el ambiente ruminal al cambiar el ecosistema: monensina, lasalocid, salinomicina, tetranosin, lysolecellin. Sintéticamente, producen los siguientes efectos biológicos en los rumiantes:

1. Mejoran la proporción acetato-propionato, incrementando la producción de propionato.
2. Al afectar las poblaciones bacterianas, promueven una fermentación de mayor captura de energía en formas de ácidos débiles más reducidos (propiónico vs. acético) (Pordomingo y col., 1990; Santini y Di Marco, 1983), lo que incrementa la digestibilidad del alimento (Russell y Strobel, 1989).
3. Incrementan la concentración de lactato usado para propionato vía acrilato (disminuyen el lactato libre).
4. Disminuyen la desaminación y degradación de proteínas en el rumen (menor producción de amoníaco y menor tasa de proteólisis ruminal), resultando una mejora en el metabolismo proteico (Bergen y Bates, 1984).
5. Inhiben la producción de formato en bacterias Gram positivas.
6. Reducen la producción de metano, como resultado de la menor cantidad de bacterias (menor metanogénesis) y porque priva a los metanogénicos de hidrógeno y ácido fórmico, los principales precursores del metano en el rumen (McGuffey y col., 2001), produciendo un incremento en la eficiencia de utilización de la energía consumida por el animal.
7. Disminuyen la producción de ácido láctico en condiciones de acidosis (se incrementa el pH) y se limita la formación de espuma en el rumen, lo que reduce la incidencia de acidosis y empaste.
8. Deprimen el crecimiento de bacterias Gram negativas productoras de succinato.
9. Inhiben el recambio del contenido ruminal regulando la ingesta de alimentos al reducir los movimientos ruminales, con lo cual la velocidad de pasaje disminuye y el llenado ruminal aumenta, llevando a un menor

consumo por un efecto de llenado físico. Por permanecer más tiempo expuesto a la acción bacteriana hay una mayor digestión del alimento. Por lo tanto, hay un menor consumo de alimento con igual producción.

10. Provocan una leve inhibición de protozoarios (disminuye su población).
11. Reducen la viscosidad del fluido ruminal en animales timpanizados al atacar selectivamente a bacterias que producen los mucopolisacáridos que incrementan la viscosidad del fluido ruminal.
12. Intervienen en el balance de algunos minerales y en su absorción en las bacterias del rumen (afecta la bomba de sodio y potasio) (Pordomingo et al., 1990).
13. Reducen las poblaciones de coccidios y la degradación de vitaminas y provitaminas (Duff y col., 1990).

Figura 11-1.- Resumen de los efectos de los ionóforos en el rumen (Russell y Strobel, 1989).



El mecanismo de acción de estos compuestos lipolíticos (ionóforos) se basa en alterar el pasaje de cationes a través de las membranas celulares, a favor de un gradiente eléctrico y en contra de un gradiente homeostático normal, lo que se adapta a la teoría quimiostática de Mitchell (1961), que establece que las bacterias utilizan ATPasa para transportar protones a través de la membrana celular, lo que origina potenciales eléctricos y químicos, que forman la fuerza motriz de protones. Algunas bacterias dependientes del gradiente iónico a través de su membrana celular, generan energía (ATP) a partir de la fuerza motriz de protones (Russell, 1987). Son capaces de transportar y ligar iones y cationes como K^+, Na^+, Ca^{2+} y Mg^{2+} (Russell y Strobel, 1989) a través de la membrana celular de organismos procariotes y eucariotes.

Los ionóforos afectan a algunas bacterias ruminales, debido a que interrumpen el intercambio iónico y modifican los gradientes protónicos y catatónicos de la membrana celular. Como respuesta a esta modificación de gradientes, las bacterias inician un bombeo activo de protones al exterior que les permite mantener las concentraciones iónicas y el equilibrio ácido-básico en su interior; sin embargo, estos procesos requieren suficiente energía metabólica extra (Henderson y col., 1969; Russell, 1987).

Las bacterias Gram positivas, además de carecer de membrana externa, dependen del nivel de fosforilación de substratos para generar ATP. Esto origina que la energía generada por la fuerza motriz de protones utilizada por estas bacterias para su crecimiento, sea utilizada para contrarrestar los efectos de los ionóforos, lo que finalmente resulta en la reducción del desarrollo celular (Chen y Wolin, 1979; Bergen y Bates, 1984; Russell y Strobel, 1989).

Por otra parte, la mayoría de las bacterias ruminales Gram negativas son más resistentes a los ionóforos, debido a que no dependen de la energía generada por la fuerza motriz de protones.

Streptococcus bovis, una bacteria Gram positiva de rápido crecimiento que prolifera en dietas ricas en almidón produciendo lactato, es muy sensible a la monensina; sin embargo, *Megasphaera elsdenii*, principal

especie utilizadora de lactato, y *Selenomonas ruminantium,* son resistentes a la monensina. Esta es una de las razones por las que algunos autores (Russell y Strobell, 1989) le han atribuido a los ionóforos el efecto controlador de la acidosis ruminal.

Otros autores (Nagaraja y col.,1982), encontraron que los ionóforos regulan el pH ruminal, debido a que reducen la mayoría (excepto *Selenomonas*) de las bacterias ruminales productoras de lactato, sin afectar su fermentación; en consecuencia, los ionóforos disminuyen la producción de lactato, mejoran su utilización y controlan la acidosis láctica.

A través de estos efectos combinados, como efecto secundario económicamente importante, los ionóforos mejoran la eficiencia productiva de bovinos en terminación con alta cantidad de granos debido a que inducen un metabolismo energético y nitrogenado más eficiente, se homogeniza y regula el consumo, y disminuyen los desórdenes metabólicos, especialmente la acidosis láctica crónica y el timpanismo.

Los carboxílicos (monensina y lasalocid) son los que se han utilizado con mayor frecuencia en la alimentación de rumiantes. Estos ionóforos tienen una estructura lineal, con varios grupos funcionales de oxígeno, grupos carboxilo, hidroxilo y amino (Pressman, 1976). Los ionóforos y los iones que transportan, se unen a través de interacciones dipolo, enlaces de H y fuerzas de Van der Waal. Cada uno tiene mayor afinidad por uno u otro catión. La monensina se une preferentemente a cationes monovalentes, mientras que el lasalocid se une a iones monovalentes y bivalentes (Elsaser, 1984).

Monensina

El más utilizado es la monensina, que es un ionóforo monovalente biológicamente activo producido por el hongo *Streptomyces cinnamonensis*, que opera como protector del sobre-consumo y modula la fermentabilidad de las proteínas y la producción de metano. La regulación del consumo y el mantenimiento de la función de las paredes del rumen son fundamentales para evitar caer en un síndrome acidótico.

Además de facilitar el intercambio H^+ y Na^+ a través de las membranas celulares, también facilita el intercambio de K^+ y H^+ y el flujo de iones, lo cual ocasiona la salida considerable de K^+, acumulación de H^+ y disminución del pH intracelular (Russell, 1987). Una vez que el pH intracelular es invertido, la monensina provoca la salida de H^+ y la entrada de Na^+. Como se mencionó anteriormente, estos mecanismos gastan energía (ATP) para expulsar el exceso intracelular de H^+, por lo que la energía disponible para el metabolismo y crecimiento bacteriano se reduce considerablemente (Russell, 1987).

Afecta el desarrollo de la flora ruminal disminuyendo el número de bacterias Gram+ y aumentando el de las Gram-. Además destruye la escasa población de hongos y disminuye la de los protozoarios.

Reduce la digestibilidad de la proteína y de los aminoácidos libres del rumen (Surber y Bowman, 1998), así como la concentración de amoniaco (Che-Ming y Russell, 1993).

Zinn y col. (1994) observaron un incremento en el flujo de nitrógeno del alimento hacia el duodeno, en novillos alimentados con una dieta alta en granos y con monensina.

Niveles de 0,075 a 0,100 g de monensina por cada 100 kg de peso vivo serían los recomendados para controlar los factores de riesgo citados en dietas con consumos de 2,8 a 3 % del peso vivo (base seca) con escasa o nula fibra larga (menor al 10 %) (Pordomingo, 2005).

Es el ionóforo más utilizado en feedlot como aditivo antiempaste, coccidiostático, antiácido y mejorador de la eficiencia de conversión. Se han determinado mejoras en la conversión entre el 8 y el 12 % y eliminación del 100 % del riesgo de acidosis con la adición recomendada y rutinaria de monensina en las dietas de alto contenido de grano en feedlot (Suber y Bowman, 1998). En estos sistemas con alimentos rápidamente fermentecibles, la monensina disminuye el consumo pero mantiene la ganancia de peso.

En sistemas pastoriles de producción de carne, a dosis óptimas, se puede esperar una diferencia en más de 10 a 15 % en ganancia de peso diaria comparada con un lote control.

En tambos, si bien disminuye la concentración de grasa en leche, se compensa por una mayor producción en litros.

La monensina es menos palatable que el lasalocid sódico. No obstante numerosos ensayos le adjudicaron un mejor desempeño.

Lasalocid

El lasalocid producido por el hongo *Streptomyces lasaliensis* tiene alta afinidad por K^+, por lo que la difusión del intercambio K^+/protón parece ser su efecto principal en la célula (Russell y Strobel, 1989). Este ionó-

foro, al igual que monensina, modifica el potencial electroquímico de la membrana celular, aunque su eficacia depende de las concentraciones de K^+. Altas concentraciones extracelulares de K^+ disminuyen la actividad del lasalocid en el transporte de protones (Russell, 1987; Schwingel y col., 1989).

El lasalocid es más lipolítico que la monensina, lo que ocasiona que penetre menos ionóforo a través de la membrana celular de la bacteria. A la vez, concentraciones bajas de monensina se han encontrado mucho más efectivas contra *Fibrobacter succinogenes* que el lasalocid (Chow y Russell, 1992).

Es menos tóxico que la monensina.

Salinomicina

La salinomicina es unas tres veces más potente que la monensina o el lasalocid, pero la monensina es más efectiva contra el timpanismo por reducir la variabilidad en el consumo de carbohidratos rápidamente fermentecibles.

Tetranosina

La tetranosina actúa como un antiportador de cationes bivalentes. Es 10 veces más potente que la monensina, como resultado de la gran sensibilidad de las bacterias ruminales al agotamiento de cationes bivalentes (Newbold y col. 1988).

Presentación

La presentación de los ionóforos puede ser en polvo para mezclar en la ración o en cápsulas de liberación lenta que se implantan en el rumen. También se presentan, para mezclar en la ración, peleteados junto con un tensioactivo para potenciar su efecto.

En la ración debe efectuarse un mezclado perfecto para evitar intoxicaciones por sobredosificación y obtener un consumo homogéneo que asegure la eficacia del producto.

El ganado comúnmente exhibe un consumo de materia seca diario menor cuando se los alimenta con dietas conteniendo monensina que con salinomicina. La monensina, también tiene acción para disminuir la variabilidad en el consumo de materia seca. Esta disminución del consumo de carbohidratos rápidamente fermentecibles explica parcialmente la disminución en la incidencia de timpanismo entre animales recibiendo estos ionóforos.

Toxicidad de los ionóforos:

Tabla 11-2.- Toxicidad (expresada en mg/kg de PV) de los ionóforos más comunes (Odriozola, 2004)

Ionóforo	Equinos	Bovinos	Ovinos	Porcinos	Caninos	Aves
Monensina	2 -3	30	12	17	15-50	200
Salinomicina	0.6	---	---	---	---	---
Lasalocid	21.5	50 - 150	75 -350	---	---	---

Dosis y toxicidad de la monensina:

La dosis recomendada varía de 1 a 3,5 mg/kg PV, considerándose el nivel tóxico en 30 mg/kg PV. Esto habla de su grado de seguridad sobre el nivel terapéutico en bovinos, y así mismo se registran casos de mortandad (Odriozola, 2004). También es tóxica para los seres humanos, equinos y perros,

Se suministra como aditivo en la ración, a razón de 100 a 300 mg/animal/día, o mediante capsulas intraruminales de liberación lenta, que liberan unos 300 mg/día durante unos 100 días. Se han logrado reducciones del 50 al 80 % del meteorismo, aunque en condiciones de alto riesgo este tratamiento no impide totalmente la aparición de algunos casos agudos.

La dosis tiene que ser la indicada en el marbete del producto adquirido. El mezclado con la ración tiene que ser muy bien efectuado para que la monensina se distribuya en forma homogénea. Si esto no ocurre en alguna parte del comedero quedará grano con una dosis mayor a la aconsejada, con el consiguiente peligro de toxicidad.

La intoxicación se produce por errores en la formulación, en el cálculo de la dosis a incorporar, en la preparación de la premezcla, en el mezclado en el mixer o en la distribución en el comedero. Se puede presentar

en forma aguda o crónica, dependiendo del nivel de ingesta. Los animales afectados suelen ser del 1 a 3 % del total del lote. Los animales más afectados suelen ser los dominantes del rodeo.

Los casos crónicos son consecuencia del consumo continuo de niveles 5 veces superiores a los recomendados y producen una anorexia menos marcada.

En los casos de intoxicación aguda, los signos clínicos son muy diversos e inespecíficos o pueden estar ausentes, comenzando alrededor de las 72 horas de la ingesta: anorexia y diarrea, posteriormente depresión, disnea, debilidad, ataxia y decúbito. El tiempo de aparición de los síntomas disminuye al aumentar la dosis.

La lesión observada en el músculo cardíaco y en algunos casos en el esquelético, es explicada por una interferencia en el transporte normal de sodio:calcio (Na^{+}:Ca^{2+}) a través de la membrana celular. La monensina produce un aumento en la concentración de Ca^{2+} intracelular y el aumento masivo del ión dentro de la mitocondria altera la fosforilación oxidativa por una alteración en las cargas eléctricas. Cuando el aumento del calcio llega a un punto en el que la función normal es alterada, la mitocondria expulsa al ión hacia el citoplasma, produciendo una hipercontracción en la célula muscular previo a la muerte de la misma.

La lesión pulmonar se produce por la miopatía cardiaca, que lleva a un éstasis sanguíneo con la producción de edema intersticial, que se intensifica llevando a una acumulación de líquido en cavidad torácica (hidrotórax). Ésta lesión es predisponente para una invasión bacteriana secundaria, razón por la cual, muchas veces se arriba a un diagnóstico equivocado, dando como patología primaria una neumonía (Odriozola, 2004).

Las alteraciones hepáticas se consideran en gran medida a causa de la falla cardíaca previa.

El diagnóstico de esta intoxicación requiere de una muy buena anamnesis y resultados histopatológicos que corroboren las lesiones producidas en los distintos tejidos.

La utilidad de este ionóforo hace que su uso sea cada vez más frecuente, por lo que se están registrando mayor cantidad de casos de intoxicación.

Costa (2003), informa que fue la principal causa de muerte registrada en el período de adaptación (inferior a 30 días en el feedlot) que se registró en un establecimiento de engorde de nuestro país.

Rodríguez Armesto y col. (2004), describen un caso, en la provincia de Santa Fe, con una morbilidad del 15,42 % y una letalidad del 100 % en un lote de 1900 terneros destetados en recría, habiendo constatado lesiones macro y microscópicas a nivel cardíaco, pulmonar, renal y hepático.

Sales

Mezclas de sales preventivas del timpanismo son parcialmente efectivas en las pasturas, pero los consumos son variables en cantidad y frecuencia, ya que varía según la composición nutricional de la pastura, la concentración de minerales del agua y del suelo, el estado de los animales, el clima, el manejo y la palatabilidad del compuesto mineral.

Los animales timpanizados tienen mayores concentraciones en rumen de potasio, magnesio y calcio y menores de sodio.

Se ha reducido la incidencia de meteorismo disminuyendo la acidez ruminal con piedra caliza (carbonato de calcio) y también con sal común (cloruro de sodio).

Sodio y Potasio

El sodio contribuye a mantener la presión osmótica del líquido ruminal y es necesario en el metabolismo de los microorganismos ruminales. Es necesario para la absorción del magnesio a través de las paredes ruminales (bomba de sodio).

Una relación Na:K de casi el doble de la encontrada en pasturas no timpanizantes fue medida en forrajeras con alta incidencia de timpanismo. Ello se debe a la influencia del potasio, ya que en suelos con alto nivel del mismo se presentan casos importantes de empaste.

La suplementación mineral con cloruro de sodio contribuye a prevenir el meteorismo espumoso.

Magnesio

El magnesio cumple un papel relevante en la actividad de la flora celulolítica del rumen, mejorando significativamente la digestibilidad de la celulosa e incrementando el consumo de materia seca (Ruiz Moreno y col, 1998) y el desarrollo bacteriano. Promueve la normalización de las secreciones a nivel ruminal e intestinal.

Incide en la actividad enzimática celular y provoca el tono necesario a nivel de los preestómagos, cuajo e intestino, mejorando las contracciones y movimientos peristálticos. Por saliva enriquece el líquido ruminal, por lo que promueve la multiplicación y la capacidad de predigestión sobre las leguminosas.

Disminuye la capacidad estabilizadora de la espuma producida por la fracción proteica soluble 1 o 18,5 de las pasturas meteorizantes.

El consumo de dietas con bajos tenores de magnesio producen una disminución en la actividad celulolítica de las bacterias ruminales, que resulta en una menor digestibilidad de la celulosa del orden del 24 al 30 % (Ledesma Arocena y col, 1994), con una disminución del apetito (Scott y col, 1980).

Debido a esta reducción del apetito y de la fermentación ruminal, se ocasiona una importante baja en la producción (Wilson, 1980), que Kronfeld (1980) considera de hasta un 20 %.

En casos de indigestión con alcalosis por exceso de sustancias nitrogenadas en la dieta, por gran producción de NH_3 se produce una indisponibilidad del magnesio al formarse el complejo insoluble fosfato amónico magnésico, lo que potencia el meteorismo.

La deficiencia de magnesio, cualquiera sea su causa, disminuye las contracciones ruminales y por lo tanto, la eliminación de gases, contribuyendo a producir el empaste.

Es conveniente que los suplementos minerales tengan en su composición magnesio, excepto que el mismo esté en cantidad suficiente en el agua de bebida.

Ante casos moderados de empaste, la aplicación de sales de magnesio inyectables puede ayudar, pero ante casos severos clínicos no es útil. Se aconseja una dosis al entrar al potrero y repetir cada unos 10 días.

Fósforo

El fósforo disponible para los microorganismos del rumen tiene un origen alimentario y otro salival. La saliva en condiciones normales de alimentación es rica en fosfatos (600 - 800 mg de fósforo por litro). Su presencia permite la neutralización de los componentes acidificantes del rumen, indispensable para asegurar la función celulolítica. Participa además en el mantenimiento de la tasa de renovación de la fase líquida (tasa de dilución). Con menor aporte fosfórico la tasa de dilución disminuye y con mayor aporte fosfórico aumenta. El incremento de la tasa de dilución aumenta el rendimiento de la proteosíntesis bacteriana. Los tenores de fósforo disponible en el medio ruminal son de 70 a 100 mg/l (Igarza, 1994) o 5 g de P/kg MO fermentada (Pagan Riestra y col., s/f).

La concentración de fosfato en el rumen es variable, dependiendo del alimento y del estado en que se encuentre la digestión del mismo. La tasa mayor se registra entre las 8 y 12 horas después de ingerido el alimento, es decir, cuando la destrucción y digestión de las células vegetales y bacterianas llegó a su máximo grado (Maidana, 1982).

Por la falta de fósforo en rumen, baja la eficiencia de utilización del forraje consumido y se dificulta el aprovechamiento de los elementos digeridos. Cuando la deficiencia no es muy grave, los animales aparecen desganados, sin deseo de consumir alimento. Fishwick y col. (1977) citados por Durán y Carugati (1988), trabajando sobre vacas con cría al pie, demostraron que la digestibilidad de la materia orgánica decrecía de un valor del 50 % a un 30 % cuando los aportes de fósforo por vía oral decrecían de 18 g a 5 g por día. Los mismos autores citan a Long y col. (1957) que trabajando sobre novillos Hereford determinaron que los que consumían un 0,07 % de fósforo sobre base materia seca (MS) requerían un 88 % más de alimento por cada kg de ganancia de peso corporal que aquellos que consumían un 0,15 % de fósforo sobre base MS, y que esta merma en la conversión alimenticia fue responsable del menor rendimiento de los animales.

Blood y Radostits (1992), postulan como efecto de la deficiencia de fósforo el aumento de la susceptibilidad al meteorismo.

Calcio

Los minerales relacionados con la formación de espuma son principalmente el calcio, cinc y níquel. Altos niveles de calcio forman jabones de calcio que originan burbujas amarillas.

No se conoce la forma de actuar del cinc y del níquel en el meteorismo.

Azufre

Es un elemento activante de la digestión de la celulosa, favoreciendo una mayor retención de la misma, ya que es necesario para formar aminoácidos azufrados en el rumen. La población microbiana ruminal puede convertir el azufre inorgánico, tanto el azufre elemental como el proveniente de los sulfatos, en compuestos de azufre orgánicos para ser utilizados por el animal.

Maidana (1982) indica que las bacterias reducen los sulfatos y sulfitos a sulfuros, que pueden ser absorbidos tanto por las bacterias como por la pared ruminal.

El azufre es necesario para los microorganismos del rumen para su crecimiento y metabolismo. Su deficiencia trae como consecuencia una reducción de los microorganismos ruminales y por consiguiente una síntesis de proteína microbiana reducida, predominando una población que no puede utilizar lactatos. Esto causa un incremento de lactatos en el rumen, sangre y orina, similar a la acidosis por láctico.

La eficiencia de conversión de los alimentos aumenta al suministrar azufre, por su contribución a reducir la producción de ácido láctico.

Cuando se emplea urea o biuret en la alimentación, se debe agregar azufre para permitir la síntesis de estos aminoácidos azufrados, lo mismo que cuando se emplean solamente proteínas pasantes que no suministran azufre al rumen.

La adición de azufre bloquearía algunas sustancias tóxicas de los tréboles que afectan la motilidad ruminal y que pueden contribuir a producir empaste.

Cobre

La microflora y microfauna del mar ruminoreticular tienen requerimientos específicos de cobre, por lo que es necesario el ingreso, por lo menos de parte del cobre, por vía oral.

Se ha encontrado una correlación altamente positiva entre úlceras abomasales y deficiencia de cobre (Streitenberger y col., 1996).

Cobalto

El cobalto es requerido por los microorganismos del rumen para crecer y reproducirse normalmente y para producir vitamina B_{12} o cianocobalamina, por lo que los rumiantes no son dependientes de la ingesta de vitamina B_{12}, sino que la sintetizan en el rumen a partir del cobalto ingerido.

El rumen del bovino a las 6 a 8 semanas ya está en condiciones de sintetizar la vitamina B_{12}.

Hierro

Es importante para el crecimiento de la flora y se encuentra en cantidades variables según el tipo de alimento. La concentración media es de 1 a 6 ppm. Si el hierro supera una concentración de 900 ppm, inhibe el desarrollo bacteriano (Maidana, 1982).

Yodo

Produce un efecto levemente estimulante de la digestión ruminal (Maidana, 1982).

Níquel

Es un componente esencial de las ureasas de las bacterias ureolíticas y la suplementación con níquel ha aumentado la actividad ureásica en el rumen (NRC, 1996).

CLASIFICACIÓN DE LOS PRODUCTOS ANTIEMPASTE POR SU EFECTIVIDAD

EFECTIVIDAD DEL PRODUCTO POR SÍ MISMO

Efectividad alta

Si se asegura la ingestión de la dosis necesaria, son de alta efectividad los tensioactivos, que disminuyen la tensión superficial de las burbujas destruyéndolas (poloxaleno, alcohol etoxilado, plurónicos, etc.) y los antibióticos ionóforos que modifican la flora ruminal, disminuyendo la formación de gases de desecho (monensina).

Efectividad relativa a baja

Los que tienen acción antiespumígena ya sean administradas por vía oral en agua de bebida o con agentes oleosos por inyecciones intrarruminales (siliconas); sales de magnesio inyectables que no tienen un mecanismo propio que las relacione con una acción antiempaste, ni tiene órganos de depósito para una acción sostenida.

EFECTIVIDAD SEGÚN FORMA DE ADMINISTRACIÓN

No existe forma de administración de un producto que nos otorgue el 100 % de efectividad en el control del empaste. Se deben efectuar combinaciones de métodos de control, aplicándolos con razonamiento y criterio.

Efectividad alta

Todos los productos de alta efectividad por sí mismos, en que la llegada al animal se vea asegurada en dosis y frecuencia, como es el caso de los bien asperjados sobre la pastura, que aseguran que todo el forraje ofrecido contiene la dosis necesaria de producto antiempaste (alcohol etoxilado, plurónicos, aceite vegetal, etc.) y asperjados que reducen la peligrosidad de la pastura (Paraquat, glufosinato de amonio, etc.); también las cápsulas intrarruminales que dosifican en forma permanente por un largo período de tiempo (monensina).

Efectividad mediana

Con independencia de la eficacia del producto, la vía de administración no asegura su llegada en forma permanente, como es el caso de la dosificación mezclado en la ración, debido a la baja cantidad de droga que corresponde a la dosis diaria (monensina, alcohol etoxilado, plurónicos, etc.), por lo que con el mezclado es difícil asegurar la dosis por animal. No obstante, un buen vehículo del alcohol etoxilado es una suplementación con silo del 40 % de la dieta, porque también disminuye la voracidad de los animales.

Efectividad variable

Es la de los productos que se administran por medio de bloques para lamer y por agua de bebida con dosificadores (plurónicos, alcohol etoxilado, etc.). En estos casos se considera de efectividad variable porque depende exclusivamente de la voluntad del animal para ingerir la dosis necesaria del producto, más allá que el producto tenga excelente eficacia por sí mismo.

Cuando llueve excesivamente, los productos dosificados en agua de bebida tienen un consumo menor y hasta inexistente, debido a que hay días en que los animales ni siquiera van a la aguada.

MÉTODOS DE SUMINISTRO DE PRODUCTOS ANTIEMPASTE QUE ACTÚAN EN EL RUMEN

Todos los productos pueden suministrarse en forma individual o masiva, variando de acuerdo a esto su seguridad. Es de importancia el acostumbramiento por el animal al consumo del producto, cualquiera sea el vehículo utilizado. Debido a la baja palatabilidad es aconsejable unos 7 a 10 días de acostumbramiento antes de ingresar a la pastura peligrosa.

Es también una condición fundamental para lograr una buena efectividad asegurarse que la totalidad de los animales ingieran la cantidad recomendada del producto antiempaste, lo cual no siempre se logra. La dosis varía con la sustancia a emplearse y debe ser la suficiente para que en el rumen exista, en todo momento, una concentración capaz de impedir la formación de espuma.

Tabla 11-3.- Forma de suministro de tensioactivos y antiespumantes, de mayor a menor efectividad

Forma de suministro	Ventajas	Desventajas
Dosificación individual	Dosis segura en cada animal	Requiere alta mano de obra. En vacas en ordeño es más practicable que en invernada a campo o en feedlot.
Fumigado, asperjado o rociado sobre pasturas	Aplicable en sistemas de pastoreo intensivos	Requiere maquinaria y mano de obra permanente. Aumentan gastos operativos. Pueden quedar zonas sin rociar. Lluvias y rocío lavan el tensioactivo.
En raciones	Fácil suministro	Imprescindible un excelente mezclado.
En agua de bebida con dosificadores	Fácil de implementar en todos los sistemas	No asegura el consumo por todos los animales en las dosis y momentos correctos.
En suplementación mineral en saladeros	Aplicable al pastoreo extensivo e intensivo	Consumo variable; generalmente en alfalfa disminuye el consumo de suplementación mineral.
En bloques para lamer	Aplicable al pastoreo extensivo e intensivo	Consumo variable.

DOSIFICACIÓN INDIVIDUAL

Dosificación oral (drenching)

Es la forma más efectiva de control. La concentración desciende rápidamente a medida que el contenido ruminal va siendo reemplazado por el alimento ingerido, agua y saliva, por lo que es necesario repetir la dosis.

En los tambos, el producto se suministra en la sala de ordeño, una o mejor dos veces por día, mediante el empleo de una pistola dosificadora. Es prácticamente imposible de implementar en vacunos para carne a pastoreo o en feedlot.

a) Siliconas:

Aumentan su eficacia mediante esta metodología de uso.

b) Plurónicos:

Se deben suministrar cada 12 horas.

c) Alcohol etoxilado:

El poder residual y la palatabilidad es superior a la de los plurónicos y el poder residual alcanza las 24 horas.

Dosificación oral en gel viscoso (gel drenching)

Se suministra el producto antiempaste absorbido en un anillo elástico de gel viscoso, con lo cual se obtiene una disolución lenta en el rumen, con una protección de 48 a 72 hs, lo que es una ventaja con respecto a la dosificación oral común. Se agotan con mayor rapidez que las cápsulas.

Su elasticidad facilita su introducción por vía oral.

Cápsulas intrarruminales de liberación lenta

Son cápsulas de liberación controlada que se introducen en el rumen y allí liberan paulatinamente sustancias antiempaste, permitiendo el control por periodos variables. Fueron desarrolladas en Australia y durante muchos años se usaron con productos sintéticos tensioactivos (especialmente Terics y Plurónicos), evidenciándose como un método eficaz para reducir tanto la incidencia como la severidad del meteorismo espumoso.

Actualmente, su principio activo es la monensina o el lasalocid sódico, con actividad, según sus fabricantes, de unos 90 a 100 días, es decir, que con una aplicación se cubre todo el período más peligroso, la primavera. Deben aplicarse una semana antes del ingreso a la pastura, ya que actúan después de los siete días de ingeridas y previenen el 80 % de las muertes por empaste.

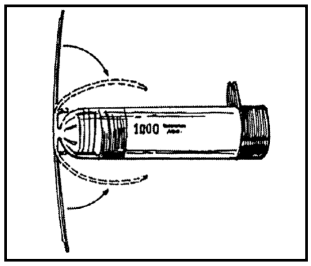


Figura 11-4.- Cápsula de liberación controlada de monensina. Se introduce en el rumen con un lanza bolos con las aletas plásticas dobladas (medidas aproximada 32 x 163 mm), las que una vez extendidas impiden su regurgitación.

Su actividad prolongada se debe a la lenta liberación, lo que es posible porque las dosis de monensina son mucho menores que las de detergentes y antiespumantes.

Es un método adecuado para nuestros sistemas de producción pastoriles, pero no asegura prevención absoluta. Su duración es una ventaja en algunos casos, pero cuando el peligro es de poco tiempo, se produce una pérdida económica, ya que los bolos no son recuperables.

Su inserción en el rumen es relativamente sencilla y en promedio, se realiza con 3 personas con unos 5 minutos por animal. Se comercializa un aplicador flexible que despide la cápsula con un botón a resorte, lo cual permite su aplicación aún por personal no especializado.

Se emplea en animales de más de 200 kg de peso.

Su principal inconveniente es la variabilidad de su duración, la cual se relaciona con el ímpetu ingestivo de los animales (a mayor velocidad y cantidad de forraje consumido, mayor velocidad de pasaje del principio activo de la cápsula al rumen).

Pueden existir pérdidas por regurgitación (alrededor del 1 % de las cápsulas), por lo cual es imprescindible observar a los animales luego de haber sido colocado el dispositivo.

En algunas oportunidades se han presentado problemas de diarreas. Si bien en ciertos casos se han advertido daños por llagas en el rumen (atribuidas a las aletas del bolo), nunca fue comprobado concluyentemente. Es el método más utilizado en explotaciones de carne de Australia y Nueva Zelanda.

En una experiencia (Rossi y col., 2000), los novillos que recibieron una cápsula de liberación controlada con 32 g de monensina sódica, tuvieron un incremento de peso vivo significativamente mayor en el periodo 2 (4 Kg), en el periodo 3 (5 Kg) y en el acumulado de los 3 períodos (14 Kg). Al final de los 75 días, el lote de novillos medicado tuvo en promedio 14 Kg o 23 % más de peso vivo que el lote testigo. El promedio de ganancia diaria de peso vivo fue de 0.987 g/día para el lote tratado versus 0.800 g/día para el lote testigo y también tuvieron un menor grado de empaste, ya que el número de animales afectados fue mayor en los testigos que en los tratados. Los resultados del grado de empaste se presentan en el cuadro 11-5.

Cuadro 11-5.- Grados de empaste en los grupos testigo y tratado (Rossi y col., 2000).

Grado de empaste	Testigos	Tratados
0	328[a]	370[a]
1	36[a]	30[a]
2	36[a]	0[b]

[a/b] Letras diferentes en una misma fila señalan diferencias significativas ($p > 0.05$)

Los datos obtenidos de las observaciones se analizaron por el método de Chi cuadrado y las diferencias fueron significativas ($p < 0.01$). Los animales tratados manifestaron signos de meteorismo, pero en ningún caso comprometieron la vida de los mismos. La disminución en la severidad de los cuadros clínicos se explicaría por la disminución en la producción de metano, debido a la acción de la monensina sobre la flora metanógena, que reduce la producción de este gas hasta un 30 % (Thornton y col., 1976).

En el lote testigo hubo una muerte y a un novillo se le realizó una ruminotomía, lo que motivó que fuera retirado de la experiencia. Además, se realizaron 36 observaciones de grado de empaste igual a 2 (grado máximo de meteorismo en la escala empleada). Los animales tratados en ningún caso fueron afectados por grado 2 de empaste. Estos resultados son semejantes a los obtenidos por Correa Luna y Damen (1994), cuando compararon los efectos de cápsulas antiempaste vs. vigilancia en novillos que pastoreaban una pradera de alfalfa y trébol blanco. A pesar de lo anteriormente citado, se han tenido referencias de animales tratados con problemas de meteorismo en pasturas de alfalfa en estado vegetativo temprano (Rossi y col., 2000).

No se conoce aún el efecto que pueda tener el uso continuado de la monensina sobre el medio ambiente a largo plazo y las consecuencias posibles en vacas lecheras de la acumulación de restos de cápsulas en el rumen durante la vida útil de las vacas.

La aplicación del bolo de monensina nos garantiza un 95 % de efectividad, con un porcentaje de mortandad menor al 5 % en algunos rodeos.

Pincelado en el flanco del animal

Se emplean agentes antiespumantes (siliconas y tensioactivos) aplicados sobre el pelo en un flanco del vacuno, con brocha grande, a medida que salen del ordeño o pasan por una manga, para que este los ingiera al lamerlos. El preparado debe tener sabor agradable para estimular al ganado a lamerse y aplicarse por lo menos una vez al día. Es de administración fácil y de bajo costo. Permite un suministro del producto más continuo que en tomas diarias.

Es un método empleado fundamentalmente en las explotaciones tamberas, casi imposible de implementar en la producción de carne.

Depende del lamido instintivo del animal sobre la zona tratada, por lo que no está garantizada la ingestión del antiespumante en la cantidad adecuada. Conviene asociarlo con otros métodos simultáneos.

ASPERJADO, FUMIGADO O ROCIADO SOBRE LA PASTURA

Es un método confiable, ya que los animales ingieren el producto antiempaste simultáneamente con la pastura. Es conveniente fumigar solo la parcela que se va a consumir en tres días como máximo, para evitar el lavado por precipitaciones o rocío del principio activo utilizado. Si esto ocurre, hay que repetir el tratamiento. Es decir, que uno de sus principales inconvenientes es la dependencia del clima.

Se calcula la dosis a asperjar por hectárea en función de la cantidad de animales y de las hectáreas de pastura a ofrecer por día, es decir, que si los animales permanecen dos días en cada parcela, se debe preparar la mezcla con dos dosis de producto por animal para rociar toda la parcela.

El producto se puede diluir en agua, siendo conveniente el agregado de un emulsionante para facilitar su dispersión en el agua y un humectante para facilitar la adherencia a las plantas. La disponibilidad de la pastura debe ser inferior a los 1200/1300 kg de MS/ha, para asegurar un buen mojado de la totalidad de la planta. El

rociado debe ser uniforme en toda la parcela. Si hay viento durante la aplicación o desniveles del terreno, la aplicación será despareja. Los animales pueden ingresar inmediatamente de aplicado el producto.

Algunos animales disminuyen significativamente el consumo del forraje tratado. El principal peligro es que los animales coman la parte inferior de las plantas, donde hay rebrote y no llegó el asperjado.

Es importante saborizarlos para asegurar el consumo. Se debe tener en cuenta que el agua de lluvia y el rocío lavan la melaza que se emplea como atractivo y adherente.

El principal problema de este método es el equipo necesario, la mano de obra y el combustible empleado.

Para reducir estos costos, en la EEA INTA Gral. Villegas, se llevó a cabo una prueba (Davies y col., 2001) utilizando, en una pastura base alfalfa, un sistema de pastoreo rotativo con 3 días de permanencia en cada franja y un nivel de asignación de forraje equivalente al 3.0 % del p.v. Los tratamientos consistieron en pastoreo según el esquema prefijado (testigo) versus el mismo sistema más la aplicación de un agente tensioactivo comercial (alcohol etoxilado 25 %) a dosis de marbete calculada para el total de animales, aplicada en la mitad de la superficie de cada franja de pastoreo (tratado). Los animales pastoreaban la mitad del tiempo en dicha superficie (o subfranja) y luego accedían a la mitad restante, que no había sido pulverizada. Mientras los animales tratados consumían forraje asperjado con el tensioactivo, el grado de empaste y la incidencia fueron significativamente superiores en el testigo (2.30 y 61.5 % versus 2.10 y 38.5 %). Al ingresar los dos grupos a la segunda subfranja, ninguna de las variables fue significativamente diferente entre tratamientos (promedios: 1.90 y 44.6 %). En conclusión, la pulverización del tensioactivo en una superficie reducida de la pastura no fue efectiva para disminuir la incidencia y la severidad del empaste.

No se emplean los detergentes pues pueden dañar la pastura. Se pueden emplear:

a) Siliconas: Mediana efectividad.

b) Aceites vegetales, grasas emulsionadas y vaselina líquida: actúan de igual forma que las siliconas. Se emplean a la dosis de 90 cc/cabeza/día fumigando la pastura que se va a consumir en el día con un removedor. Alta efectividad.

c) Tensioactivos sintéticos (poloxaleno): tomando todas las precauciones necesarias, es un método de alta efectividad, pero algunos no son bien aceptados por todos los animales y su costo es mayor que el de los anteriores. Se utiliza a la dosis de 7 cc/cabeza/día en 80-100 litros de agua/ha.

Figuras 11-6.- a) Equipo pulverizador con aceite vegetal; b) Pulverizando con Blocker (alcohol etoxilado).

PRODUCTOS MEZCLADOS EN RACIONES

Los tensioactivos sintéticos, siliconas e ionóforos en polvo, líquidos o pellets, se deben suministrar idealmente por lo menos cada 12 horas, en mezclas con suplementos normales o, si es necesario, con melaza para hacerlos más palatables.

No se trata de una ración para producir aumento de peso, sino la utilización de granos o subproductos que sirvan de vehículo para que los animales coman el producto antiempaste.

Es un método preventivo de fácil aplicación y efectivo, siempre que todos los animales ingieran la dosis completa en la forma ofrecida. Si esto no ocurre, no habrá protección contra el empaste, o solo se atenuará la severidad.

Es importante dimensionar bien los comederos en función del tamaño y número de animales, para que el consumo sea uniforme y simultáneo, evitando dominancias.

Se obtienen mejores resultados cuando la suplementación se viene realizando en forma regular en el lote, pues los animales están habituados al consumo de suplemento y no modifican su conducta ingestiva.

En los casos en que se comience a suplementar con grano a los animales para vehiculizar el producto, se debe realizar un correcto acostumbramiento al grano y luego al producto, ya que algunas disfunciones digestivas, como la acidosis, aumentan el riesgo de meteorismo (disminución de pH, parálisis ruminal).

Si se efectúa encierro nocturno, se suministra el suplemento medicado a la mañana, antes de echar los animales al pastoreo. El costo relativo es bajo.

PRODUCTOS EN EL AGUA DE BEBIDA

Es un método muy útil cuando las condiciones de riesgo son bajas, y es el más empleado en la Argentina. Es interesante complementarlo con otros métodos simultáneamente. Conviene aumentar la dosis por litro recomendada por el laboratorio, ya que es difícil lograr la dosificación ideal por animal, pues el consumo de agua es variable (temperatura, materia seca de la pastura, lluvias, etc.). No se debe dosificar en los tanques australianos, sino en los bebederos.

El agua de la bebida debe estar limpia, ya que algunos productos pueden ser secuestrados por partículas orgánicas de tierra, algas y plantas acuáticas que se encuentren en suspensión en el agua o adheridas al fondo y a las paredes del bebedero (verdín).

Es un método poco confiable pues su efectividad depende de que el animal consuma suficiente agua para que en el rumen haya siempre la cantidad mínima efectiva de producto. Esto puede no ocurrir cuando existen otras fuentes de agua en el campo (charcos, lagunas, por ejemplo), o cuando hay baja temperatura ambiente o el forraje tiene alto contenido de agua y por ello los animales reducen el consumo de agua de los bebederos.

La efectividad mejora cuando el agua de bebida se suministra en la parcela, ya que los animales beben más veces aunque menos en cada toma, porque se acostumbran a tener el agua a disposición cerca de ellos.

En alfalfas sin latencia, conviene aumentar al doble la dosis indicada por el fabricante.

Se deben emplear dosificadores automáticos en los bebederos, con lo cual se aumenta la eficacia del producto, o sino debe cerrare el paso del agua al bebedero cada vez que se efectúa la mezcla, lo cual no es aconsejable. Se emplean:

a) Siliconas (dimetilpolisiloxano):

Tienen un bajo costo por dosis. La dosis tradicionalmente empleada (50 cc/1000 litros de agua), ha sido ampliamente superada por las características timpanizantes de las alfalfas sin latencia. Por lo tanto, es necesario usar dosis mucho más altas. La droga no logra soluciones muy estables en las condiciones en que se encuentra el agua en los bebederos, ya que existe “secuestro” de la droga, por lo que deben mantenerse los bebederos permanentemente limpios.

b) Tensioactivos sintéticos (poloxaleno y sus derivados los plurónicos, alcohol etoxilado y grasa etoxilada):

Son formulados como líquidos o polvo y son más eficaces y persistentes que los antiespumantes.

El poloxaleno tiene mal sabor, lo que impidió su empleo en agua de bebida hasta la aparición del plurónico L64.

Figuras 11-7.- Dosificador en bebidas: a) Esquema del sistema; b y c) Vistas del bidón con el producto

Figuras 11-8.- a) Esquema de un sistema de válvula; b y c) Dosificación del producto al salir agua por la válvula

En la EEA INTA Gral. Villegas, se probó, durante 52 días un plurónico formulado comercialmente sobre la base de melaza, que fue suministrado en los bebederos de los animales (Davies y col., 1997). Se utilizaron novillos de tipo británico con un peso vivo inicial de 292 kg, en un sistema de pastoreo rotativo con un día y medio de permanencia en cada franja y 30 de descanso y un nivel de asignación de forraje equivalente al 2.5 % del peso vivo. El grupo que consumió agua con plurónico tuvo una menor incidencia y severidad del empaste; este efecto se reflejó en una mejora de la ganancias de peso, que fue de 0.903 kg/animal/día versus 0.246 kg/animal/ día del grupo testigo.

PRODUCTOS EN BLOQUES PARA LAMER

Tensioactivos sintéticos e ionóforos

Los bloques deben estar saborizados (con melaza) para asegurar el consumo, que puede ser variable, dependiendo de múltiples factores, por lo que no hay seguridad que todos los animales consuman la dosis correcta.

Los saborizados con melaza e integrados por un plurónico y sal, reducen la severidad y la incidencia de meteorismo.

Los bloques ya vienen preparados comercialmente, por lo que el sistema es fácil de implementar y requiere muy poco tiempo y mano de obra.

El método puede fallar, no por los detergentes en sí, sino porque no está garantizado que todos los animales consuman la dosis necesaria del producto.

Existe una tendencia de los productores a subdosificar el número de bloques respecto del número de animales.

Se pueden deteriorar con la lluvia, barro y sol.

El agregado de melazas para aumentar la palatabilidad de los bloques y el proceso industrial de preparación de los mismos, incrementan el costo.

Se deben emplear simultáneamente con otros métodos.

Figura 11-9.- Novillo lamiendo un bloque antiempaste

PRODUCTOS DOSIFICADOS EN SALES MINERALES EN SALADEROS AD LIBITUM

Se deben lograr consumos estables del producto. Por lo tanto, es necesario que los animales estén consumiendo con anterioridad suplementos minerales para conocer los consumos promedios diarios por animal y poder agregar al mismo la dosis correcta del producto. Esta dosis es promedio del lote, por lo que algunos animales consumirán más y otros no alcanzarán a cubrir el consumo necesario como preventivo. Se debe emplear simultáneamente con otros métodos.

Se emplean tensioactivos sintéticos e ionóforos, que potencian sus acciones. Hay productos que combinan poloxaleno y un antiespumígeno de siliconas, que por su acción tensioactiva rompen las burbujas grandes y también las pequeñas (lipófilas y estables). Se puede incorporar monensina, que contribuye como un pilar más en la prevención, y a su vez, permite aprovechar la energía en forma más eficiente.

Además conviene que las sales minerales posean un contenido adecuado de magnesio, que actúa como estimulante de la motilidad ruminal.

La combinación de carminativo en agua más un antiempaste en la suplementación mineral en saladeros ad libitum, amplía el margen de seguridad de la incidencia del empaste en el rodeo.

Se recuerda que la suplementación mineral, por sí sola, es necesaria para el buen funcionamiento del rumen, de su flora y fauna y del resto del tracto intestinal.

CONCLUSIÓN

Una vez elegida la combinación de métodos a emplear, evaluar si las condiciones generales ayudan a su implementación: si se eligen bloques para lamer, asegurarnos que los animales los consuman; si se aplican bolos, tener la seguridad de que no los regurgiten; si se aplica el antiespumante en el agua de bebida, considerar que en días de lluvia o fríos el consumo de líquido se reduce; si se asperjan desecantes para la pastura, que el ambiente no sea en extremo seco; que el personal sea eficiente y confiable; etc..

Capítulo XII

PREVENCIÓN EN EL FEEDLOT

INTRODUCCIÓN

Como el empaste, el meteorismo espumoso en el feedlot está influenciado por muchas variables, por lo que se deben tomar simultáneamente diversas medidas de control. La cantidad y calidad del forraje, el correcto procesamiento del grano, el tipo y mezcla de granos, el empleo de aditivos, una ordenada adaptación a dietas con alto contenido de concentrados, el correcto manejo del comedero y un adecuado asesoramiento técnico reducen las probabilidades de su aparición.

A diferencia del meteorismo producido por la ingesta de leguminosas, como consecuencia de componentes de la planta, en los feedlots se produce por el consumo excesivo de granos altamente digestibles y la causa de la espuma reside en componentes microbianos ruminales **(ver en Cap. II, pag. 24: Meteorismo espumoso por granos y en Cap. V, pag. 48: Microflora y fauna ruminal)**.

Los casos registrados de meteorismo espumoso se presentan sobre todo en animales en el período de terminación (Costa, 2003) **(ver en Cap. V, pag 44: Condición corporal)**.

MEZCLAS DE GRANOS

(Ver en Cap. IV, pag. 39: Tipo de grano)

La alimentación en feedlot conviene que sea una mezcla de granos de distintas variedades para regular su digestión, ya que la tasa de degradabilidad ruminal varía con cada uno. La matriz proteica que rodea los gránulos de almidón dentro del endosperma es la responsable de la diferencia de la digestión ruminal entre los cereales.

Trigo y cebada

Se recomienda su mezcla con granos de digestión retardada, como el de maíz o sorgo. Por ejemplo, alrededor del 80 % a 90 % del almidón de cebada y trigo son digeridos dentro del rumen y solo un 55 a 70 % del almidón del sorgo y maíz.

Por ello, el meteorismo espumoso ocurre más frecuentemente en dietas con alto contenido de grano de trigo, produciendo acidosis altas. Sobreproducción de trigo, dificultades para exportar o trigo "brotado" por grandes lluvias que no puede ser utilizado por la industria panificadora, hacen que en ciertos años el grano de este cereal se encuentre a precios ventajosos para la alimentación bovina, compitiendo con los cereales tradicionalmente empleados (maíz, sorgo). Justamente, porque la incorporación del grano de trigo en el mercado de granos forrajeros es esporádica, su manejo resulta en general poco conocido, y es así como surgen los problemas.

Las dietas con alta cantidad de trigo son menos consumidas, siendo mayor la disminución del consumo en relación directa al procesado más intenso del grano. El comportamiento ingestivo del animal cambia a comidas de menor volumen y más repartidas en el día ("nibblers" en USA). Estas alteraciones del consumo son consistentes con variaciones en la fermentación ruminal y aparecen como intentos de los animales para mantener el pH sobre 5,5 a 5,6. En general, la ganancia diaria de peso muestra una tendencia a ser ligeramente menor a la obtenida con maíz pero superior al sorgo. En dietas mixtas responde a los procedimientos físicos (quebrado, molido y aplastado) y a los hidrotérmicos con una mayor oferta de Energía Metabolizable, aunque estos procesos incrementan significativamente los riesgos de acidosis (Camps y González, 2001).

No debe olvidarse que existen otros factores a tener en cuenta cuando se formulan dietas basadas en grano de trigo (interacciones con los demás ingredientes de la mezcla, nivel y características físicas de la fibra, tipo y humedad del forraje, etc.) y que una misma dieta no se comportará de igual forma en todos los feedlots, por lo que deberá ser formulada de acuerdo a cada caso en particular (Camps y González, 2001).

Por otra parte, las variaciones ambientales del año de cosecha y de la zona de producción pueden también afectar la potencialidad del trigo para causar timpanismo.

Maíz y sorgo

El maíz y el sorgo tienen una estructura proteica entre gránulos que impide la rápida exposición al licor ruminal y retarda el ataque microbiano (Rooney y Pflugfelder, 1986). Entre los maíces hay diferencias al comparar dentados, semi-dentados y duros. Philippeau y col. (1999) reportaron rangos 40.6 a 77.6 % de fermentabilidad ruminal del almidón, con los maíces vítreos tipo flint en el extremo inferior y los más harinosos tipo dent en el superior. Similares resultados fueron obtenidos por Maresca y col. (2002).

MÉTODO DE PROCESAMIENTO

(Ver en Cap. IV, pag. 40: Procesamiento)

El grano entero promueve una mayor salivación (mayor efecto fibra efectiva) y mayor pH ruminal, con lo que se produce una reducción de la acidosis subclínica y un mayor consumo.

Procesar el grano incrementa la degradabilidad ruminal (velocidad de digestión) como así también la digestión ruminal del almidón (cantidad que es fermentada). La digestión del almidón en el rumen varia inversamente con el tamaño de la partícula del grano y directamente con el grado de gelatinización del almidón.

El nivel óptimo de procesamiento del grano debería mantener un aceptable nivel de digestión en el tracto total pero, al mismo tiempo, reducir la ocurrencia de timpanismo. Kim y Owens (1985) sugirieron que estos dos criterios pueden ser satisfechos por una partícula de grano de maíz entre 0,25 y 1 mm.

Cuanto más pequeñas sean las partículas, más almidón es expuesto a la digestión por las enzimas microbianas, acelerando la producción de ácidos orgánicos y mucopolisacáridos y llevando a un descenso del pH ruminal y aumento de la viscosidad del liquido ruminal.

De manera general, un procesamiento mínimo del grano conjuntamente con correctas prácticas de manejo es por sí suficiente para alcanzar la prevención del meteorismo espumoso en el feedlot.

El procesamiento simple de un grano (separación de pericarpio - cáscara) produce una digestión más lenta que otros procesamientos. Por lo tanto, las técnicas de procesamiento que signifiquen la remoción de solo una parte del pericarpio posibilitan un control del meteorismo.

Raramente el meteorismo espumoso del feedlot ocurre cuando se alimenta con grano entero

Se debe tener prevención en los procesos que involucran la gelatinización del almidón, ya que aumenta la accesibilidad del mismo a las enzimas bacterianas, que están presentes en la digestión en el rumen. Un grano en escamas se digiere más rápidamente que un grano molido.

El trigo responde a los procedimientos físicos (quebrado, molido y aplastado) y a los hidrotérmicos con una mayor oferta de Energía Metabolizable, aunque estos procesos incrementan significativamente los riesgos de acidosis y meteorismo.

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL GRANO

El tenor de humedad del grano es otro de los factores relacionados con la velocidad de su degradación. En virtud de que los procesos microbianos se desarrollan en un medio líquido, el grano húmedo posee una tasa de fermentación más rápida que la observada en el seco.

GRANO HUMEDECIDO O RECONSTITUIDO

El grano, especialmente de maíz, puede ser humedecido con agua o con vapor para aumentar su digestibilidad. Por lo tanto, este tipo de tratamiento aumenta el peligro de meteorismo espumoso.

RACIÓN HÚMEDA

La ración se puede humedecer para cohesionar sus componentes, aumentar la digestibilidad e impedir que el animal pueda seleccionar dentro de ellos y deba comerlos simultáneamente.

Se puede humedecer al agregar a la ración silaje de maíz de planta entera, que tiene un 67-70 % de humedad. En algunos casos, además del silaje, se le agrega un 10-20 % de agua.

Al aumentar la digestibilidad aumenta el riesgo de meteorismo.

SILO DE GRANO DE MAÍZ HÚMEDO

(Ver en Cap. IV, pag. 40: Procesamiento)

El silaje húmedo de grano de maíz tiene aumentada su digestibilidad en rumen, por lo cual aumenta la peligrosidad de producir meteorismo espumoso.

EMPLEO DE ADITIVOS

(Ver en Cap. XI, pag. 91: Antibióticos ionóforos)

Se pueden utilizar aditivos ionóforos para prevención (monensina, lasalocid, salinomicina), con un periodo de adaptación de la microflora del rumen.

PORCENTAJES DE GRANO Y FIBRA EN LA DIETA

(Ver en Cap. IV, pag. 41: Forraje, cantidad y tipo)

La formulación de raciones con granos debe tener muy en cuenta el contenido de fibra físicamente efectiva. El suministro de fibra o de forraje voluminoso ayuda a prevenir la producción de gas.

El meteorismo espumoso por grano ocurre en animales alimentados con dietas con más del 50 a 80 % de granos.

DURACIÓN DE LA ADAPTACIÓN

(Ver en Cap. IV, pag. 42: Adaptación)

Hemos visto que el meteorismo espumoso por grano ocurre frecuentemente durante la adaptación desde dietas altas en forraje a dietas altas en concentrados. El traspaso a grano debe transcurrir sin cambios bruscos, para que la población microbiana se ajuste y estabilice ante el nuevo sustrato.

Una de las secuencias más empleadas es suministrar al ingreso al feedlot y por unos 7 a 10 días una dieta mixta de 30-40 % de forraje y 50-60 % de grano (alto forraje). Si no hay problemas de acidosis y meteorismo, se va reduciendo el forraje un 10 % cada 3-4 días hasta alcanzar la proporción de granos deseada (alto grano).

La rapidez y seguridad en llegar a la dieta alta en granos está determinada por el tipo y calidad del forraje, el tipo de grano, el método de procesamiento, la frecuencia de la alimentación y la raza y tipo de ganado.

Con un adecuado procesamiento y un prudente manejo del comedero, la adaptación de una dieta "alto-forraje" a otra "alto-grano" puede ser alcanzada en unos 10 a 15 días, con dos a tres dietas escalonadas.

ACIDOSIS

(Ver en Cap. II, pag. 24: Acidosis y Cap. V, pag. 48: Microflora y fauna ruminal)

Si bien el timpanismo con frecuencia está relacionado con la acidosis, puede ocurrir también con pH superiores a 6.

PRODUCTOS ANTIEMPASTE

(Ver en Cap. XI, pag. 90: Clasificación de los productos antiempaste por su composición y acción)

La mayoría de los productos preventivos fueron desarrollados para controlar el meteorismo en las pasturas; en consecuencia hay muy pocos que hayan sido ensayados en feedlots.

Los plurónicos han disminuido pero no eliminado la presencia del timpanismo del feedlot (Clark y Reid, 1974).

La inclusión de aceite mineral (vaselina líquida) al 4 a 8 % de la dieta base materia seca reduce la incidencia de timpanismo espumoso en el feedlot.

La grasa animal es generalmente inefectiva.

El aceite de soja actúa como agravante, aumentando el número de casos observados.

La levadura de cerveza, cuando es incluida en dietas de feedlot, reduce la incidencia de acidosis ya que es un promotor de la utilización de lactato en el rumen, aunque en nuestro país su costo es elevado.

TASA DE DILUCIÓN O VELOCIDAD DE PASO DEL ALIMENTO

(Ver Cap. V, pag. 49: Tasa de dilución o velocidad de paso del alimento)

MEZCLAS MINERALES

(Ver en Cap. III, pag. 33: Minerales; en Cap. X, pag. 84: Suplementación con sales minerales y en Cap. XI, pag. 95: Sales)

La adición de un 4 % de cloruro de sodio (ClNa) a las raciones de feedlot ha mostrado cierta eficacia preventiva del empaste, porque actúa disminuyendo el consumo de MS y acelerando la tasa de pasaje de líquidos del rumen al aumentar la tasa de dilución.

Si las dietas poseen un muy alto contenido de sal, la performance animal se deprime. Lo mismo ocurre con aguas de bebida con alto contenido de sales totales.

RAZA

(Ver en Cap. V, pag. 43: Raza)

La incidencia de timpanismo en el feedlot es más alta en ganado Holando que en razas de carne; posiblemente esto pueda atribuirse a que los Holando son grandes consumidores y tambien al mayor tiempo que pueden permanecer en el feedlot si son llevados a elevado peso de faena.

HEREDABILIDAD

(Ver en Cap. V, pag. 45: Heredabilidad)

El componente genético juega un papel muy importante en la susceptibilidad, por lo que debemos retirar del feedlot a los animales que se hinchan con facilidad.

INDIVIDUALIDAD

(Ver en Cap. V, pag. 44: Individualidad)

Los animales con un historial de frecuente timpanización en el feedlot tienden a producir más espuma.

INSTALACIONES

Se sugiere planear el comedero con un frente de 30 cm por animal, dispuesto sobre una de las caras del corral (acceso de los animales por un lado solamente). Esto permitirá que al menos el 70 % de los animales tengan acceso al comedero al mismo tiempo.

Los comederos de bolsa o plástico funcionan bien para planteos temporarios o de baja escala.

Para la aguada se debe calcular 3 cm por animal.

MANEJO DE LOS LOTES

Los lotes de animales no deben ser mayores a los 200 individuos parejos en tamaño. Se deben apartar los que tienen cuernos o son dominantes.

La rutina de alimentación es importante. No debe alterarse o molestar a los animales con pesadas demasiado frecuentes u otros movimientos innecesarios. Toda pesada o vacunación debe ser planeada tratando de evitar ayunos prolongados, que puedan exponer a sobre consumos y empachos posteriores.

TEMPERATURA AMBIENTE

El meteorismo espumoso en los feedlot es más frecuente en épocas muy calurosas, lo que esta asociado a las fluctuaciones del animal en el consumo producidas por esas altas temperaturas.

SOMBRA

En épocas de calor y existiendo sombra en el corral, cuando el mixer pasa en horarios de altas temperaturas, los animales permanecen a la sombra, sin acercarse al comedero. Sólo lo hacen cuando la temperatura baja. Esto altera su rutina, y al pasar más horas de lo normal entre comidas, se acercan al comedero con mayor avidez, por lo cual, un mayor consumo puede conducir al timpanismo espumoso.

CONCLUSIÓN

Una dieta bien equilibrada, procesada y mezclada, el manejo del comedero y una bien implementada adaptación son claves para prevenir el timpanismo espumoso en el feedlot.

Varios aditivos pueden ser usados para reducir su incidencia, pero son de poca utilidad si el alimento no ha cumplido con las premisas indicadas.

Muchas páginas se han escrito sobre este punto tan importante; se ha buscado y se continúa buscando un remedio eficaz que preserve las ovejas de un mal tan peligroso, pero ningun resultado se ha alcanzado; pues ninguno de los remedios aconsejados es seguro, como tampoco no lo es la operacion de punzar las ovejas, que es la mas generalmente practicada.

Una oveja ó un carnero empastado, puede decirse que no salva, y si salva, jamás queda completamente bueno, es un animal perdido.

José Hernández, 1882. Instrucción del estanciero, Bs. As., Ed. Carlos Casavalle, 84.

Capítulo XIII

CONCLUSIONES GENERALES

La rigurosa síntesis que efectúa José Hernández en 1882 y que encabezan este capítulo, en gran parte aún mantiene su vigencia.

Lo más grave que tiene el empaste es la imposibilidad de determinar con seguridad cuándo y en qué condiciones aparecerá.

Cuando se comienza a ajustar el manejo, por aumento de la carga animal y el momento del pastoreo, buscando maximizar la producción a través de la calidad en el alimento, aparecen los mayores riesgos de empaste. Generalmente el mayor riesgo se da durante la primavera, pero no hay que descuidarse en el otoño y aún en invierno, con las variedades sin reposo invernal.

Si bien hoy en día los mecanismos que operan en la aparición del meteorismo son conocidos y se dispone de herramientas tecnológicas como para lograr un aceptable nivel de convivencia con el problema, aún no se dispone de un método para el control total, seguro y permanente del meteorismo espumoso, en forma práctica y económica, ni para conocer con certeza si una pastura es o no peligrosa en un momento determinado.

Actualmente la única manera segura para conocer la peligrosidad de una pastura consiste en observar si la misma produce empaste en animales de reconocida susceptibilidad (Fay, 1992).

Es importante conocer los factores de riesgo detallados en este trabajo relacionados a la aparición del meteorismo espumoso, ya que hemos visto que existe un importante margen de acción a nivel del manejo de los animales y de los recursos forrajeros para reducir el riesgo.

Como la aparición de meteorismo responde a un origen multifactorial, la interacción entre las variables propias del ambiente, las pasturas, los animales y el manejo, determina diferencias en la presentación del problema según regiones, años, establecimientos y sistemas productivos.

Muchas veces un exceso de confianza lleva a que las medidas de prevención recién se apliquen cuando se han producido los primeros casos de meteorismo, con lo que el apuro y el nerviosismo llevan a tomar medidas rápidas que pueden tener o no la eficacia esperada.

En un esquema planificado, donde el problema del empaste sea previsto con anticipación, es posible disminuir significativamente su incidencia, sin resentir los niveles productivos. No existen métodos aplicables en todos los casos; hay que actuar con criterio y razonamiento en cada establecimiento.

Considerando las alternativas de control que hoy están disponibles, no existe una que por sí sola evite el problema, por lo que es necesario adoptar varias simultáneamente, las cuales, aplicadas en su momento justo, se sinergizan entre sí. Ninguna de las medidas preventivas excluye a otra. En general se usan dos o más alternativas como norma de seguridad.

Suárez y Miranda (2007), en las encuestas que realizaron en la provincia de La Pampa, encontraron el siguiente uso de los métodos preventivos:

Departamento Capital

Productores que tratan preventivamente	50.0 %
Tratamiento en la bebida	20 %
Bloques para lamer	13.3 %
Defoliante, bloques para lamer, tratamiento en la bebida y retiro de los animales	6.7 %
Defoliantes, bloques para lamer y retiro de los animales	6.7 %
Bolos liberación lenta	13.3 %

Departamento Realicó

Productores que tratan preventivamente	65,7 %
Tratamiento en la bebida y vigilancia	42,3 %
Bloques para lamer	4,0 %
Defoliante, bloques para lamer, tratamiento en la bebida y retiro de los animales	6.7 %
Defoliantes, bloques para lamer y retiro de los animales	11,6 %
Bolos liberación lenta y otros métodos	7,8 %

A las prácticas de manejo deben superponerse algunos de los métodos de prevención relacionados con el uso de tensioactivos, antiespumantes ó ionóforos, a elección según la disponibilidad de infraestructura, recursos, operatividad, experiencia previa, etc.

Se pueden usar métodos de menor eficacia en condiciones de empaste leve, pero para períodos de alto riesgo o cuando las anteriores alternativas resulten sobrepasadas, el marchitamiento de la pastura y los tratamientos individuales quedan como recurso de mayor seguridad.

Los resultados de Bernáldez y col. (2007), indican que si bien ProINTA Carmina, no evita el empaste, reduce la incidencia del meteorismo leve a moderado. Estos autores proponen la utilización de este cultivar, combinado con otras técnicas preventivas.

La forma a veces sorpresiva en que aparece el meteorismo espumoso en muchos casos no da tiempo para actuar, por lo que es necesario prevenirlo antes que curarlo.

En caso de ser posible, todas las pautas de manejo que se han mencionado deben ser siempre puestas en practica durante los periodos de riesgo.

BIBLIOGRAFÍA

Allí, l.; E. Robidas; E. Noorozi; B. E. Baker. 1985. Some changes associated with the field drying of luceme and timothy. Grass and Forage Science, (40):221-226.

Arelovich, H. M., F. N. Owens, G. W. Horn y J. A. Vizcarra. 2000. Effects of supplemental zinc and manganese en ruminal fermentation, forage intake and digestion by cattle fed prairie hay and urea. J. Anim. Sci. 78:2972-2979.

Arelovich, H. M. 2008. Elementos minerales. Su impacto en la fermentación ruminal. Rev. Argentina de Producción Animal, 28(3):235-253.

Arroquy, José. 1998. Uso de Rumensin en sistemas de invernada a pastoreo con suplementación. Informe Técnico Rumensín Elanco Animal Health, 6 pag. y en www.produccion-animal.com.ar.

Bailey, C. B. y C. C. Balch. 1961. Saliva secretion and its relation to feeding in cattle. 1. The composition and rate of secretion of parotid saliva in a small steer. Br. J. Nutr. 15:371-382.

Barlet J. P., M. J. Davicco y V. Coxam. 1995. Physiologie de l'absorption intestinale de phosphore chez l'animal. Reprod. Nutr. Dev. 35:475-489.

Bartley, E. E. 1965a. Bloat in cattle. VI. Prevention of legume bloat with a nonionic surfactant. J. Dairy Sci. 48, p. 102.

Bartley, E. E. 1965b. An analysis of the bloat complex and progress toward its prevention. J. Amer. Vet. Med. Assoc. 147, p. 1397.

Bartley, E. E., G. W. Barr y R. Mickelsen. 1975. Bloat in cattle. XVII. Wheat pasture bloat and its prevention with poloxalene. J. Animal Sci. 41, p. 752.

Basigalup, Daniel. 2000. Mejoramiento de la calidad forrajera de la alfalfa. Agromercado, Bs. As., 16-18, y en www.produccion-animal.com.ar.

Basigalup, Daniel H.; Claudia V. Castell y Valeria Arolfo. 2002. Mejoramiento genético de alfalfa por menor potencial meteorizante E.E.A INTA Manfredi. www.produccion-animal.com.ar

Basigalup, Daniel H. 2007. Prointa Carmina, primera variedad argentina con menor potencial meteorizante. INTA E.E.A. Manfredi, Argentina y en www.produccion-animal.com.ar.

Basigalup D., A. Odorizzi, V. Arolfo, M. Correa Luna, J. Dupuy y G. Mascareño. 2008. Prointa Carmina, variedad de alfalfa con menor riesgo de empaste. Agromercado, Cuadernillo Clásico de Forrajeras N.° 143, y en www.produccion-animal.com.ar.

Basigalup D. y A. Odorizzi. 2009. Presente y futuro del cultivo de Alfalfa en Argentina. Conferencia. EEA INTA Manfredi. www.produccion-animal.com.ar

Basigalup, Daniel; A. Odorizzi y V. Arolfo. 2009. ProINTA CARMINA, Primera alfalfa con menor potencial timpanizante. EEA INTA Manfredi. www.produccion-animal.com.ar

Basigalup, Daniel. 2009. Evaluación en pastoreo de la productividad primaria y secundaria del cultivar de alfalfa Prointa Carmina. EEA INTA General Villegas. www.produccion-animal.com.ar

Bargo, Fernando. 2008. Rumensin abc (bolos de monensina). Producir XXI, Bs. As., 16(202):36-38 y www.produccion-animal.com.ar

Bartley, E. E., T. G. Nagaraja, E. S. Presuman, A. D. Dayton, M. P. Katz, y L. R. Fina. 1983. J. Anim. Sci. 56:1400-1406.

Bavera, Guillermo A. 2006. Suplementación mineral y con nitrógeno no proteico del bovino a pastoreo. 3ª ed. del autor, Río Cuarto, 284 pag.

Bavera, Guillermo A. 2009. Aguas y aguadas para el ganado. 3ª ed. del autor, Río Cuarto, pag. 18.

Bergen, W. G. y Bates, D. B. 1984. Ionophores: their effect on production, efficiency and mode of action. J. Anim. Sci. 58:1465-1883.

Bernáldez, M. L.; J. Martínez Ferrer; D. Basigalup D. Alomar; M. E. Terreno y M. S. Busceme. 2007. Ambiente y digestión ruminal de una alfalfa seleccionada por menor desaparición ruminal para reducir su potencial meteorizante. APPA–ALPA, Cuzco, Perú y en www.producion-animal.com.ar

Bernáldez, M. L., J. Martínez Ferrer, D. Basigalup, D. Alomar y Brunetti, M. A. 2007. Degradabilidad potencial de una alfalfa seleccionada por menor desaparición inicial en el rumen. APPA–ALPA, Cusco, Perú y en www.produccion-animal.com.ar

Bertín, O. y J. Josifovich. 1996. Evaluación de mezclas forrajeras bajo pastoreo. INTA, EEA Pergamino. Informe final del plan de trabajo, 60:1095.

Blood, D. C., J. A. Henderson, O. M. Radostits. 1981. Medicina Veterinaria. Quinta edición, Editorial Interamericana.

Blood, D. C. y O. M. Radostits. 1992. Medicina Veterinaria. Nueva Edit. Interamericana, 7ª edic., México, II:1237; 1296-1300.

Boeto, G. C. y O. E. Melo. 1990. Digestión ruminal del almidón en bovinos. I. Efecto del tipo de grano. II. Efecto del tratamiento físico. Informe de beca CONICOR.

Bosman, Danie. 2008. Seleccionando por eficiencia. Publicación Anual de la Asociación Sudafricana de Criadores Bonsmara. Traducción: Alfredo Esteves para la Asoc. Argentina Criadores de Bonsmara.

Boss, D. L. y J.G.P. Bowman. 1996. Barley varieties for finishing steers: I. Feedlot performance, in vivo diet digestion, and carcass characteristics. J. Anim. Sci. 74:1967.

Bretschneider, G. 2000. Efectos de la suplementación con distintos niveles de silaje de maíz previo al pastoreo de alfalfa sobre la presentación de meteorismo espumoso bovino. Tesis M.Sci., UNMDP, FCA.

Bretschneider, Gustavo. 2008. Cómo controlar el empaste. INTA EEA Rafaela. www.produccion-animal.com.ar

Broudiscou L. P., Y. Papon y A. F. Broudiscou. 1998. Effets de la supplémentation minérale sur le métabolisme azoté des micro-organismes du rumen, étude en fermenteur à effluent double. Renc. Rech. Ruminants. 5:249.

Bruno, O. A.; Romero, L. A.; Fossati, J. L. y Quaino, O. R. 1987. En: Vaz Martins, D.; Verde, L. y Molestina, C.J (eds.). Diálogo XIX. Producción de pasturas para engorde y producción de leche. PROCISUR IICA-BID. Montevideo, Uruguay. pp 121-125

Bryant, A. M. 1991. Bloat in New Zealand. En: Dairy Rescarch and Developement Corporation (DRDC ed.) Bloat JDRDC Bloat Workshop, Ellinbank, Australia, Agosto 5 y 6, 6 p.

Calsamiglia S. y A. Ferret. 2002. Fisiología ruminal relacionada con la patología digestiva: acidosis y meteorismo. XVIIIº Curso de Especialización FEDNA, Barcelona, España, 97-115. www.produccion-animal.com.ar

Calsamiglia, S., L. Castillejos y M. Busquet. 2005. Estrategias nutricionales para modificar la fermentación ruminal en vacuno lechero. XXIº Curso de Especialización FEDNA, Madrid, :161-185, y en www.produccion-animal.com.ar.

Cameron, A. R. y J. Malmo. 1991. A survey of the efficacy of sustained-release monensin capsules in the control of bloat in dairy cattle in Gisppsland. En: Dairy Research and Development Corporation (DRDC) (ed.). Bloat/DRDC Bloat-Workshop, Ellinbank, Australia, Agosto 5 y 6, 6 p.

Camps, Darío N. y Guillermo O. González. 2001. Grano de trigo en dietas para feedlot. Área de Nutrición y Alimentación Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias, UBA. www.produccion-animal.com.ar.

Camps, Darío N. y Guillermo O. González. 2003. Prevención del timpanismo en el feedlot. Área de Nutrición y Alimentación Animal, Facultad de Veterinaria. U.B.A. y en www.produccion-animal.com.ar.

Cangiano C. y P. Fay. 1994. Nutrición animal en rumiantes. EEA INTA Balcarce.

Cangiano, Carlos A. y Leandro O. Abdelhadi. 2002. Empaste, métodos de prevención. En: Manual de Alfalfa, Cap. 11, EEA INTA Balcarce.

Carnie, Antonio Guillermo. 1981. El meteorismo espumoso de los rumiantes. IDIA, Bs. As., 397/400:66-96.

Carruthers, V. R., M. B. O'connor, C. Feyter, M. P. Lipsdell y S. F. Ledgard. 1987. Resuits from the Ruakura bloat survey. Proceeding Ruakura Farmers Conference pp. 44-46.

Carruthers, V.R.. 1991. Pasture composition and grazing management in dairy farms differing in the incidence of bloat. En: Dairy Research and Developement Corporation (DRDC ed.) Bloat/DRDC Bloat Workshop, Ellinbank, Australia, Agosto 5 y 6, 8 p.

Castillo, A. y Gallardo, M. R. 1995. Suplementación de vacas lecheras en pastoreo de alfalfa. Concentrados y forrajes conservados. En: "La alfalfa en la Argentina", Ed. E. H. Hijano y A. Navarro, INTA, Subprograma Alfalfa.

Castillo, A. y Gallardo M. 1995. La alfalfa en la Argentina. Suplementación de vacas lecheras en pastoreo de alfalfa, concentrados y forrajes conservados. INTA, Cap. 10:195-207.

Che-Ming, J.Y. y B. Russell. 1993. The effect of monensin supplementation on ruminal ammonia accumulation *in vivo* and the numbers of amino acid-fermenting bacteria. J. Anim. Sci. 71:3470-3476.

Chen M. y M. J. Wolin. 1979. Effect of monensin and lasalocid-sodium on the growth of methanogenic and rumen saccharolytic bacteria. Appl. Environ. Microbiol. 38:72-77.

Cheng, K.J., T. A. Mcallister, J. D. Popp, A. N. Hristov, Z. Mir, y H. T. Shin. 1998. J. Anim. Sci. 76: 299-308.

Chow J. M. y J. B. Russell. 1992. Effect of pH and monensin on glucose transport by Fibrobacter succinogenes, a cellulolytic ruminal bacterium. App. Microbiol. 58:1115-1120.

Church, D. C. .1975. En: D.C. Church (Ed.), O y B Books, Corvallis, Oregon.

Church, D. C. 1979. Digestive Physiology and Nutrition of Ruminants, Vol. 2 Nutrition (2nd Ed.). O y B Books, Inc., Corvallis, OR.

Ciancio, Julio, Fernando Ardila, R. D. Ríos y P. Franzone. Manipulación de la biosíntesis de taninos por ingeniería genética para la obtención de alfalfa no productora de meteorismo. Instituto de Genética "Ewald A. Favret", CICVyA, CNIA, INTA, Castelar, Argentina.

Clarke, R. T. J.; Reid, C. S. W. 1970. Legume Bloat. En: Physiology of Digestion and Metabolism in the Ruminants. Ed. A. T. Phillipson, Oriel Press. Newcastle upon Tyne, England pp. 599-606,

Clarke, R. T. J. y C. S. W. Reid. 1973. J. Dairy Sci. 57:753-785.

Cockrem, F.R.M., J. T. Mcintosh, R. D. Mclaren, y C. A. Morris. 1987. Anim. Prod. 45:43-47.
Cole, H. H. y J. M. Boda. 1960. Continued progress toward controffing bloat. A review. J. Dairy Sci. 43.1585.
Colombatto, Darío. 2007. Potencial de la monensina para reducir las emisiones de metano por parte de la ganadería. Depto. de Producción Animal, Fac. de Agronomía, Univ. de Buenos Aires y en www.produccion-animal.com.ar.
Colucci, Pablo y Ricardo Sienra. 1979. Meteorismo espumoso. Editorial Agropecuaria Hemisferio Sur SRL, Montevideo, Uruguay.
Cook, D.I. 1995. Salivary secretion in ruminants. En Engelhardt WV, Leonhard-Marek S, Breves G, Giesecke D (Eds.) Proc. 8th Int. Symp. on Ruminant Physiology. Stuttgart, Alemania. 153-170.
Correa Luna, M., C. Kitroser y D. Damen. 1991. Caracterización del meteorismo espumoso en bovinos de carne en el sur santafesino, algunas pautas que orientan su prevención. IV Jornadas de Extensión Ganadera, Pergamino, Buenos Aires y EEA INTA Oliveros, Serie Experimentación Adaptativa, Doc. de Trabajo Nº 7, 27 pp.
Correa Luna, M. y D. A. Damen,. 1993. Prevención del empaste en bovinos. 3. Paraquat sobre alfalfa vs. pastoreo frontal. Rev. Arg. Prod. Animal, 13(1):8.
Correa Luna, M. y D. A. Damen, 1993. Prevención del empaste en bovinos. 1. Paraquat sobre alfalfa vs. Siliconas en bebida y vigilancia. Ver. Arg. Prod. Animal 13(1):6.
Correa Luna, M. y D.A. Damen. 1994. Prevención del empaste en bovinos. Cápsulas antitimpanismo de Monensina vs. Paraquat sobre alfalfa vs. vigilancia. XVIII Congreso Argentino de Producción Animal, Vol. 14, pág. 40, Buenos Aires.
Correa Luna, M. y D. Damen. 1999. Empaste; herramientas disponibles. Marca Líquida, Dic.:16-19.
Correa Luna, M., C. Kitroser y D. Damen. 1991. Características del meteorismo espumoso en bovinos de carne en el sur santafecino: algunas pautas que orientan su prevención. INTA E.E.A Oliveros, Serie Experimentación Adaptativa, Doc. de Trabajo nº 7, 27 pp.
Costa E. F.; Giuliodori M. J.; Dezzilio M. y Romero J. 2003. Mortalidad en un feedlot de La Plata (Buenos Aires, Argentina): causas, distribución, mensual e impacto económico. Analecta Veterinaria, 23(1):13-19.
Crenovich, H. y Barragán, A.R. (eds.). 1987/89. Boletín Sanitario Regional Nº 9-12. Estación Experimental Agropecuaria Balcarce, Departamento de Producción Animal, Unidad de Patología Animal, INTA.
Cockrem, F.R.M., Mcintosh, J.T., Mclaren, R.D. y Morris, C.A. 1987. Anim. Prod. 45:43-47.
Damen, D. A. y Correa Luna, M. 1993. Comportamiento de alfalfa en pasturas consociadas con el uso de paraquat como preventivo del empaste en bovinos. Rev. Arg. Prod. Anim. 13(1):5.
Damen, D. A. y Correa Luna, M. 1993. Prevención del empaste en bovinos. 4. Paraquat sobre alfalfas vs. surfactante (Teric). Rev. Arg. Prod. Anim. 13(1):9.
Davies, P. 1994. Efecto del marchitamiento sobre variables asociadas al potencial meteorizante de la alfalfa. Tesis M.Sci., UNMDP, FCA.
Davies, P, Fay, J. P. y Escuder C. J. 1994. Parámetros de potencial meteorizante en alfalfa fresca y marchitada con paraquat. Rev. Arg. Prod. Anim. 14(1):20.
Davies, R; A. Dillon; M.A. y Buffarini. 1997. Efecto del suministro de poloxaleno (Pluronic 6200) en el agua de bebida en la prevención y control del meteorismo espumoso en bovinos. Rev. Arg. Prod. Anim., 17(1):307-308.
Davies, R; A. Dillon y d.C. Méndez. 2000. Control del meteorismo espumoso mediante la intensificación del pastoreo rotativo con novillos en pastoreo de alfalfa. Rev. Arg. Prod. Anim., 20(1):19-20.
Davies, P.; A. Dillon y D.G. Méndez. 2001. Aplicación de un tensioactivo en área reducida de una pastura de alfalfa y riesgo de meteorismo espumoso (empaste). EEA Gral. Villegas. Informe Anual Proyecto Macroregional.
Davies, Patricio, A. Dillon y D. G. Méndez. 2002. Control del empaste en invernada. INTA E.E.A Gral. Villegas, Área Investigación. Publicación Técnica 34:1-14.
Davies, R., A. Dillon y M.A. Buffarini. 1997. Efecto del suministro de poloxaleno (Pluronic 6200) en el agua de bebida en la prevención y control del meteorismo espumoso en bovinos. Rev. Arg. Prod. Anim., 17(1):307-308.
Davies, R., A. Dillon y D.G. Méndez. 2000. Control del meteorismo espumoso mediante la intensificación del pastoreo rotativo con novillos en pastoreo de alfalfa. Rev. Arg. Prod. Anim., 20(1):19-20.
Davies, P., A. Dillon y D.G. Méndez. 2000. Aplicación de un tensioactivo en área reducida de una pastura de alfalfa y riesgo de meteorismo espumoso (empaste). E.E.A Gral. Villegas. Informe Anual Proyecto Macroregional.
Davies, P., A. Dillon y D. G. Méndez. 2000. Empaste en invernada intensiva, alternativas para enfrentar el problema. IDIA 21:137-141.
Dennis, S. M., T. G. Nagaraja y E. E. Bartley. 1981. Effects of lasalocid or monensin on lactate-producing or-using rumen bacteria. J. Anim. Sci. 52:418-426.
Di Marco, O.N. y L.S. Verde. 1983. Efecto de la monensina en la suplementación de vacunos en pastoreo, A.A.P.A. 10: 153-161.
D'Mello, J.P.F. 2000. En: J.P.F. D'Mello (Ed.). CABI, Wallingford, Oxon, UK. pp: 383-403.

Duff, G. C., M. L. Galyean, M. E. Branine, D. M. Hallford, M. E. Hubbert, E. Fredrickson y A. J. Pordomingo. 1990. Effects of continuous versus daily rotational feeding of monensin plus tylosin and lasalocid on serum insulin and growth hormone concentrations in beef steers fed a 90% concentrate diet. Proc. Natl. Amer. Soc. Anim. Sci. 41:55-58.

Durán, R. y A. Carugati. 1988. Alimentación mineral en rumiantes; parte 2: Importancia de los minerales en la fermentación ruminal. Nutrición Animal Aplicada, Bs.As., 5:8.

Elsasser, T. H. 1984. Potential interactions of ionophore drugs with divalent cations and their function in the animal body. J. Anim. Sci. 59:845-853.

Espinase, J., Kuiper, R. y Schelder, F. 1995. En: R. Jarrige, Y. Ruckebusch, C. Demarquilly, M.H. Farce y M. Journet (Eds.). INRA, Paris. pp: 349-381.

Essing, H.W. 1988. En: D.C. Church (Ed.). Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey. pp: 468-474.

Estudio Ledesma Arocena y Asociados. 1990. Empaste. Rev. Crea, 144:82-86.

Fay, J. P. y Micheo, G. L. 1982. Recientes avances en la investigación del meteorismo espumoso. E.E.A INTA Balcarce. Boletín Técnico 84, 8 pp.

Fay, J.P., C.J. Escuder, P. Davies y C. Cangiano. 1992. Empaste (meteorismo espumoso) en bovinos. INTA. E.E.A Balcarce, Boletín Técnico Nº 111, 32 p. y en www.produccion-animal.com.ar.

Ferrari, Oscar. 1996. Empaste: la enfermedad del progreso. Agrofarma, Bs. As., 22-80.

Ferrari, Oscar. 1999. Empaste: ¿Puedo dormir tranquilo?. PCA, Programa Carnes Argentinas, Edit. Garovaglio y Zorraquin, Bs.As.,. I(8):20-23.

France, J. y Siddons, R.C. 1993. En: J.M. Forbes y J. France (Eds.). CABI, Wallingford, Oxon, UK., 107-121.

Froetschel, M. A; Croom, W. J; Jr. Hagler, W. M.; Tate, L. P.. y Broquist, H. P. 1986. Effect of slaframine on ruminant digestive function: resting salivary flow and composition in cattle. J. Anim. Sci. 62:1404-1411.

Gallardo M.R.; Gaggiotti M.C.; Castro H.C.; Aronna M.S.; Lettieri D.; Cuatrin A.L.; Castillo A.R.; Pérez Monti H. 2002. Utilización de monensina cápsulas intrarruminales en vacas lecheras bajo condiciones de pastoreo de alfalfa. I. Consumo, producción y composición de leche. Anuario 2002 EEA INTA Rafaela.

Galli, Julio R. Empaste o meteorismo espumoso en bovinos. Revista Agromensajes, U.N.Rosario.

Galli, Julio R. 2008. Empaste o meteorismo espumoso en bovinos. Cátedra de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario. www.produccion-animal.com.ar

García Mata, Francisco. 2005. El empaste y los paradigmas gauchescos. Marca Líquida Agropecuaria, Córdoba, Argentina, 15(144):57-60 y en www.produccion-animal.com.ar.

García Tobar, J. y Marcos Gingins. 1969. Anatomía y fisiología del aparato digestivo de los rumiantes. Conferencia en Dpto. Zootecnia, Fac. Agr. y Vet. UBA. www.produccion-animal.com.ar.

Giménez, Gustavo. 2007. Meteorismo espumoso o empaste. Proyecto Lechero, Centro Regional Santa Fe, INTA, y en www.produccion-animal.com.ar.

Giménez, Jorgelina. 2009. Timpanismo en el feedlot. Santa Fe, Argentina. www.produccion-animal.com.ar.

González Z., Ema; Cabrera C., Raúl y I. Carracedo. 1980. Meteorismo espumoso. Lab. de Fisiología Digestiva Animal, División de Nutrición Animal, Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos, Universidad de Chile, Monografías de Medicina Veterinaria 2(1).

Gorosito, R. 1989. Empaste; todo lo que se conoce y algo más. Rev. Crea, 139:66-73.

Grudsky P., Roberto y Arias B., J. L. 1983. Aspectos generales de la microbiología del rumen. Monografías de Medicina Veterinaria, 5(2) y en www.produccion-animal.com.ar.

Guaita, M.S. y M. Gallardo. 1997. Utilización de la alfalfa en las unidades intensivas de producción de leche de la E.E.A INTA Rafaela. Información técnica para productores 1995-1996. Publicación miscelánea Nº 82.

Gutiérrez, J.; Essy, H. W.; Williams, P. P. y Davis R. E. 1963. Properties of a slime isolated from the rumen fluid of cattle bloating on clover pasture. J. Anim. Sci. 22:506.

Hall, J. W.; Majak, W.; Van Ryswyk; A. L. Howarth; R. E y Kalnin, C. M. 1988. The relationship of rumen cations and soluble protein with predisposition of cattle to alfalfa bloat. Can. J. Anim Sci. 68:431-437.

Hall, J. W. y Majak, W. 1991. Relationship of weather and plant factors to alfalfa bloat in autumn. Can J. Anim. Sci. 71:861-866.

Henderson, P. J. F., J. D. McGivan y J. B. Chappell. 1969. The action of certain antibiotics on mitochondrial, erythrocyte and artificial phospholipid membranes. Biochem. J. 11:521-530.

Hernández, José. 1882. Instrucción del Estanciero. Ed. Casavalle, Bs. As.

Herrera-Saldana, R.; Gómez-Alarcon, R.; Torabi, M. y Huber, T. J. 1990a. J. Dairy Sci. 73:142.

Herrera-Saldana, R.; Huber, J. T. y Poore, M. R. 1990b. J. Dairy Sci. 73:2386.

Howarth, R. E. 1975. A review of bloat in cattle. Can.Vet. J. 16 (10):281-294.

Howarth, R. E., B. P. Goplen, W. Majak y D. E. Waldern. 1975. Relationships between bloat and chemical components of fresh alfalfa. Canadian J. Animal Sci. 55, p. 796.

Howarth, R. E.; K. J. Cheng; J. R. Fay; W. Majak; G. L. Lees; B. P. Goplen y J. W. Costerton. 1983. Initial rate of digestion and legume pasture bloat. Proceedings XIV Int. Grassl. Cong., Westview Press, Boulder, Co., U.S.A.

Howarth, R. E. y G. W. Hom. 1984. Wheat pasture bloat of stocker cattle: a comparison with legume pasture bioat. Proceedings of the Natnl. Wheat Pasture Symp. Ed. G.W. Horn. Anim. Se. Dept., Oklahoma St. University, Stillwater, OK, USA.

Howarth, R. E.; K. J. Cheng; W. Majak y J. W. Costerton. 1986. Ruminant bloat. En: Control of digestion and metabolism in ruminants. Milligan, L.P.; W.L. Grovum and A. Dobson, Eds. Englewood Cliffs, U. S. A.

Howarth, R. E., Chaplin, R. K., Cheng, K. J., Glopen, B. P., Hall, J. W., Ironaka, R., Majak, W. y Radostits, O.M. 1991. Bloat in cattle. Agriculture Canada Publication 1858/E. 34p.

Hungate, R. E. 1966. The rumen and its microbes. Academic Press, New York.

Igarza, L. M. 1994. Importancia de los minerales en el rumen. Jornadas de Actualización Técnica sobre Minerales en Nutrición y Salud Animal. Ed. E.E.A Balcarce INTA - Fac. Ciencias Agrarias U.N.Mar del Plata, 15-19.

INTA, EEA Balcarce, Unidad Operativa Cuenca del Salado. 2005. Informe Diciembre 2005 Nº 17, Registro de Enfermedades en Rumiantes, Programa de Interacción Profesional en la Cuenca del Salado.

Jensen, R. U. E. y Mackey, D. R. 1979. Diseases of feedlot Cattle. Diseases caused by bacteria. Bloat (Tympanites). 3ch Ed. Lea Febiger Philadelphia. U.S.A.

Johnson, K. A. y D. E. Johnson. 1995. Methane emissions in cattle. J. Anim. Sci. 73:2483-2492.

Jones, W. T. y Lyttleton, J. W. 1972. Bloat in cattle. XXXVII. The foaming properties of bovine salivary secretions and protozoal proteins. N.Z.J. Agric. Res. 15:16.

Jones, W. T. y Lyttleton J.W. 1973. Bloat in cattle. XXXVIII. The foaming properties of rumen liquor. N.Z.J. Agric. Res. 16:161.

Jones, W. T., L. B. Anderson y M. D. Ross. 1973. Bloat in cattle XXXIX. Detection of protein precipitants (flavolans) in legumes. New Zeland J. Agric. Res. 16, p. 441.

Jub, K.; Kennedy, P. y Palmar, N. 1985. Patología de los animales domésticos. Ed. Hemisferio Sur, Montevideo, 1.2:169-241.

Kaufmann, W. 1976. Influence of the composition of the ration and the feeding frecuency on pH regulation in the rumen and on feed intake in ruminants. Livestock Proc. Sci. 3:103.

Kim, Y. K. y F. N. Owens. 1985. Starch digestion by feedlot cattle: Influence of roughage and intake level and particle size. Oklahoma Agr. Exp. Sta. MP-117:298.

Kitroser, C. y Correa Luna, M. 1993. Actualización en empaste. Evaluación de los controles y sus costos. En: 1º Congreso Internacional de Ganadería Intensiva. Bureau de Producción Animal, Bs. As., 22-23/04/93, 50-61.

Kodras, R. 1965. Production of gas bubbles by rumen protozoa from bloated cattle. Proc. 8th. Conf. Rumen Function, Chicago, EE.UU., p. 18.

Kolb, Erich. 1976. Fisiología veterinaria. Edit. Acribia, Vol. 1, Zaragoza, España.

Komisarczuk, S. 1985. Etude de l'influence du phosphore sur l'activité fermentaire, la proteosynthése et les teneurs en ATP des contenus de rumen dans différents systèmes de culture continus. Tesis. Université de París, Francia. 200 pp.

Kotarski S. F.; R. D. Waniska y K. K. Thurn. 1992. Starch hydrolysis by the ruminal microflora. J Nutr 122, 178-190.

Kronfeld, D. S. 1980. En: Bovine Medicine and Surgery. Ed H.E. Amstutz 2ª ed. American Veterinary Publication.

Laby, R. H. 1991. Bloat: Its Aetiology and Significance to the Australian Dairy Industry. In: Bloat. D.R.D.C. Bloat Workshop. D.R.I. Ellinbank, Australia.

Laguzzi, J.; Costa, A. y Marini, P. R. 2004. Distintos métodos para la evaluación económica de mortandad por timpanismo en un plantel de invernada en el sur de Santa Fe. Congreso Argentino de Producción Animal. En: www.produccion-animal.com.ar.

Lanuza A. F. s/f. Problemas de salud asociados a consumo de alfalfa. Instituto de investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Remehue, Serie Remehue N° 54.

Latimori, N. J., A. M. Kloster, M. A. Amigone, L. Cuerpo y A. Pizzi. 1992. Marchitamiento con paraquat en el control de meteorismo: Efecto sobre la ganancia de peso y residuos en tejido animal. Revista Argentina de Producción Animal, 12(2):217-222.

Latimori, N. J., Amigone, M. A. y Kloster, A. M. 1993. Efecto del paraquat y coadyuvante en el marchitamiento de alfalfas para el control del meteorismo. Rev. Arg. Prod. Animal, 13(1):14.

Latimori, N. J., A. M. Kloster y M. A. Amigone. 1995. Evaluación de algunas técnicas actualmente disponibles para el control del meteorismo. En: Meteorismo bovino. Jornada de Actualización para Productores y Profesionales, 26-10-95, E.E.A INTA Marcos Juárez.

Latimori, N. J., A. M. Kloster, C. O. Descarga y M. A. Amigone. 1997. Meteorismo espumoso o empaste. En: Invernada bovina en zonas mixtas. Claves para una actividad más rentable y eficiente. Ed. N. Latimori y A. Kloster. INTA Centro. Reg. Córdoba, ISSN 0329-0077, 180 pp. www.produccion-animal.com.ar.

Ledesma Arocena, M. 1992. Empaste de los rumiantes. Publicación en el Primer Congreso Mundial sobre producción, utilización y conservación de forrajes empleados en la alimentación de la ganadería vacuna, Buenos Aires, 175-189.

Ledesma Arocena, M., D. Vidart y P. Carrillo. 1994. Suplementación de vacunos; 6 Suplementación para prevención de la hipomagnesemia y del empaste. CREA, Cuaderno de actualización técnica 53:55-61.

Ledgard, S.F., O'connor, M.B., Carruthers, V.R. y Brier, G.L. 1990. Varíability in pasture nitrogen fractions and the relationship to bloat. New Zealand Journal of Agricultural Research, 33:237-242.

Lippke, H., Reaves, J.L. y Jacobson, N.L. 1972. J. Anim. Sci. 34: 171-175.

Loerch, Steven. 1998. Ionóforos, antibióticos, probióticos y supresores del celo. Curso de Postgrado Sistema Intensivo de Producción de Carne, Río Cuarto. Convenio Ohio State University - U.N.R.C. y en www.produccion-animal.com.ar.

Maidana, Sergio L. 1982. Bioquímica de la digestión ruminal. Fac. Cs. Veter., Univ. Nac. Del Nordeste, Corrientes, Argentina. Pag. 45-53.

Maidana, Sergio L. 1982. Bioquímica de la digestión ruminal. 1ª ed. del autor, Resistencia, Chaco, Argentina. 215-233.

Majak, W., Howarth, R. E., Cheng, K. J. y Hall, J. W. 1983. J. Dairy Sci. 66:1683-1688.

Majak, W., Hall, J. W., Rode, L. M. y Kalnin, C. M. 1986. J. Dairy Sci. 69:1560-1567.

Majak, W; J. W. Hall y W. P. Mc Caughey. 1995. Pasture management strategies for reducing the risk of legume bloat in cattle. J**.** Anim. Sci., 73:1493-1498.

Mangan, J. L. 1959. Bloat in cattle. XI. The foaming properties of proteins. saponins and rumen liquor. N. Z J. Agrio. Res. 2: 47.

Maresca, S., Santini, F. J. y Paván, E. 2002. Comportamiento productivo de terneras alimentadas a corral con grano de maíz entero y partido. Rev. Arg. Prod. Anim. 22:163-168

Mathison y col. 1991. Animal Production.

Mathison, G. W., D. F. Engstrom y D. D. Macleod. 1991. Feeding whole and rolled barley to steers in the morning or afternoon in diets containing differing proportions of hay and grano. Anim. Prod. 53:321-330.

Mc Allister T. A., Rode L. M., Major D. J., Cheng K. J. y Buchanan-Smith J. G.. 1990. Can. J. Anim. Sci. 70:571-579.

McAllister, T. A., R. C. Phillippe, L. M. Rode y K. J. Cheng. 1993. Effect of the protein matrix on the digestion of cereal grains by ruminal microorganisms. J. Anim. Sci. 71:205-212.

McAllister, T. A., E. K. Okine, G. W. Mathison y K.-J. Cheng. 1996. Dietary, environmental and microbiological aspects of methane production in ruminants. Can. J. Anim. Sci. 76: 231-243.

McArthur, J. M. y J. E. Miltimore. 1969. Bloat investigations: Studies on soluble proteins and nucleic acids in bloating and nonbloating forages. Canadian J. Animal Sci. 49, p. 69.

McGuffey, R. K., L. F. Richardson y J. I. D. Wilkinson. 2001. Ionophores for dairy cattle: Current status and future outlook. J. Dairy Sci. 84(E-Suppl.):E194-E203.

Mendel, V. E. y Boda, J. M. 1961. Physiological studies of the rumen with emphasis on the animal factors associated with bloat. J. Dairy Sci. 44:1881.

Miltimore, J. E. y J. M. McArthur. 1968. Pasture bloat and lipid, tannin and 18-S protein. J. Animal Sci. 26, p. 1172.

Mitchell, P. 1961. Coupling of phosphorylation to electron and hydrogen transfer by a chemiosmotic type mechanism. Nature. 191:144-148.

Mishra, B.D., Fina, L.R., Bartley, E.E. y Claydon, T.J. 1967. J. Anim. Sci. 26:606-612.

Mishra, B.D., Bartley, E.E., Fina, L.R. y Bryant, M.P. 1968. J. Anim. Sci. 27:1651-1656.

Moate, P.J. 1991. Research to burst the bubbie on bloat. The Australian Dairyfarmer, (January-February) 1963:53.

Morris, C.A. 1991. The genetics of susceptibility to bioat in cattle. In: Bloat. D.R.D.C. Bloat Workshop. D.R.I. Ellinbank, Australia.

Nagaraja, T. G., T. B. Avery, E. E. Bartley, S. K. Roof y A. D. Dayton. 1982. Effect of lasalocid, monensin or thiopeptin on lactic acidosis in cattle. J. Anim. Sci. 54:649-456.

Newbold, C. J., R. J. Wallace, N. D. Watt y A. J. Richardson. 1988. Effect of novel ionophore tetronasin (ICI139603) on ruminal microorganisms. Appl. Environ. Microbiol. 54:544-547.

Nichols, R. E. y D. Deese. 1965. Scientist study forage enzyme taht causes cattle bloat. What`s new in farm science. Univ. of Wisconsin, Bull. 577, Annual Rep. Par I, pag. 37.

Nocek, J. E. y Tamminga, S. 1991. Site of digestion of starch in the gastrointestinal tract of dairy cows and its effects on milk yield and composition. J. Dairy Sci. 74:3598-3629.

Odriozola, Ernesto. 2003. Problemas sanitarios relacionados con la alimentación. Jornada de Actualización Ganadera, INTA Balcarce, 39-40.

Odriozola, Néstor. 2004. Intoxicación por monensina. E.E.A INTA Balcarce y en www.produccion-animal.com.ar.

Okine, E.K., Mathison, G.W. y Hardin, R.T. .1989. Br. J. Nutr. 61:387-395.
Pagán Riestra, S., Muir, J.P., y Lambert, B.D. Desaparición de fósforo en plantas que contienen taninos condensados. Conferencia. www.produccion-animal.com.ar.
Peralta, Mariano. 2002. Prevención del empaste mediante el suministro de silaje de maíz previo al pastoreo de alfalfa. www.produccion-animal.com.ar.
Peralta, E. M., Santini, F. J., Fay, J. P., Bretschneider, G. y Soler, J. 2002. Prevención del meteorismo espumoso bovino con grano de maíz entero. 25º Congreso AAPA y en www.produccion-animal.com.ar.
Peralta, E. M.; Santini, F. J.; Fay, J. P.; Faverín, C. y Bretschneider, G. 2002. Caracterización del ambiente ruminal en la prevención del meteorismo espumoso bovino con silaje de maíz. 25º Congreso Asociación Argentina de Producción Animal. Poster.
Philippeau, C., C. Martin y B. Michalet-Doreau. 1999. Influence of grain source on ruminal characteristics and rate, site, and extent of digestion in beef steers. J. Anim. Sci. 77:1587-1596.
Pinos Rodríguez, Juan M. y Sergio S. González Muñoz. 2000. Efectos biológicos y productivos de los ionóforos en rumiantes. Intercienca, 25(8):378-385.
Pordomingo, Aníbal. 2005. El feedlot en la Argentina. E.E.A. INTA Anguil "Ing. Agr. Guillermo Covas". 224 pag.
Pressman, B. C. 1976. Biological applications of ionophores. Ann. Rev. Biochem. 45:501-529.
Rodríguez Armesto, R., C. Peralta, M. Ochoteco, E. Picco, N. Litterio y J. C. Boggio. 2004. Posible intoxicación accidental por monensina en terneros destetados. Vet. Arg. 21(201):13-20 y en www.produccion-animal.com.ar.
Radostits, O. M., C. C. Gay, D. C. Blood, K. W. Hinchcliff y col. 1999. Medicina Veterinaria. Mc Graw Hill, 9ª ed., Madrid, España. T. 1, 345-358.
Ramíres Pérez, A. H. y F. Meschy. 2005. Requerimiento de fósforo de los microorganismos ruminales: una revisión. Interciencia, 30:664-670 y en www.produccion-animal.com.ar.
Rodríguez Sánchez, F.M., Jiménez-Mazzucchelli y M.A. Tesouro Díez. 1993. Patología y clínica de los preestómagos en el ganado vacuno. Rev. Ciencias Veterinarias, 8:303-307; 9:330-333 y 10:355-358. www.produccion-animal.com.ar.
Romero, Néstor A.. 2009. Empaste o meteorismo espumoso: que sabemos y como amortiguar su efecto. INTA, EEA Anguil "Ing. Agr. Guillermo Covas", La Pampa, Argentina.
Romero, N. A.; Comeron, E. A. y Ustarroz, E. 1995. Crecimiento y utilización de la alfalfa. En: La alfalfa en la Argentina. Cap. 8. INTA Subprograma Alfalfa. Agro de Cuyo. Manuales 11. Edit. San Juan. Argentina. 149-170.
Rooney, L. W. y Pflugfelder, R. L. 1986. Factors affecting starch digestibility with special emphasis on sorghum and corn, J. Anim. Sci. 63:1607-1609.
Ross, M. D. y W. T. Jones. 1974. Bloat in cattle. XL. Variation in flavonol content in Lotus. New Zealand J. Agric. Res. 17, p. 191.
Rossi, D. M.; F. Navarro y D. Grivel. 1994. Comportamiento de novillos medicados con cápsulas antitimpánicas en una pastura de alfalfa con antecedentes de empaste. Rev. Arg. Prod. Anim., 14(1):45.
Rossi, D. M.; F. Navarro y D. Grivel. 2000. Efecto de monensina sobre el aumento de peso y prevención del meteorismo en novillos sobre una pradera de alfalfa. Rev. Arg. Prod. Animal, 20(1):54 y en www.produccion-animal.com.ar.
Ruiz Moreno, M. J., G. Inza, P. Alvarado, R. Landa, M. A. Quiroga, G. Cancelo, C. Machado, J. Dobrecky y N. Auza. 1998. Influencia de diferentes fuentes de magnesio sobre la degradabilidad ruminal in vitro de heno de alfalfa. Rev. Arg. Prod. Anim., 18 (Sup.1):61-62.
Russell, J. B. 1987. A proposed mechanism of monensin action in inhibiting ruminal bacterial growth: effects on ion flux and protonmotive force. J. Anim. Sci. 64:1519-1525.
Russell, J. B. y H. J. Strobel. 1988. Effects of additives on *in vitro* ruminal fermentation: a comparison of monensin and bacitracin, another gram-positive antibiotic. J. Anim. Sci. 66:552-558.
Russell, J. B. y H. J. Strobel. 1989 Effect of ionophoros on ruminal fermentation. Appl. Environ. Microbiol. 55:1-6.
Russell, R.W. y Gahr, S.A. 2000. En: J.P.F. D'Mello (Ed.). CABI, Wallingford, Oxon, UK. pp: 121-147.
Rutter, S. 2006. Diet preference for grass and legumes in free-ranging domestic sheep and cattle: current theory and future application. Appl. Anim. Behav. Sci. 97:17-35.
Sampedro, M. Alcides C. y Cabeza, N. Kathya C. 2010. Importancia de la conducta animal para el manejo productivo de la fauna silvestre y doméstica. Rev. Colombiana Cienc. Anim. 2(1):175-213 y en www.produccion-animal.com.ar.
Sanderson, M.A. y W.E Wedin. 1989. Phenological stage and herbage quality relationships in temperate grasses and legumes. Agron. J., 81:864-869.
Santini, F.J. y Di Marco, O.N. 1983. Monensina. Modo de acción y su efecto sobre el comportamiento productivo del animal. Rev. Arg. Prod. Anim. 3:345.
Santini, F. J. 1994. Fisiología de la digestión ruminal. Aspectos conceptuales e implicancias practicas. Nutrición animal en rumiantes. EEA INTA Balcarce.

Satter L.D. 2003. Phosphorus management in cattle production systems. En Garnsworthy PC, Wiseman J. (Eds.) Recent Advances in Animal Nutrition. Nottingham, RU. pp. 157-174.

Scheneiter, J. O. 2002. Aporte de las gramíneas a la acumulación y calidad del forraje de pasturas mezclas con alfalfa. Revista de Tecnología Agropecuaria. INTA. Estación Experimental Agropecuaria Pergamino. 7(20):32-36.

Scheneiter, J. O. 1994. Acumulación neta de forraje de cvs de trébol rojo (Trifolium pratense L.) en mezcla con raigrás perenne (Lolium perenne L.) y cebadilla criolla (Bromus willdenowii Kunth) bajo pastoreo. Tesis MSc., curso de Postgrado en Producción Animal, Fac. de Cs. Agrarias, UNMdP, INTA EEA Balcarce, 121 p.

Schwingel, W.R., D. B. Bates, S. C. Denham y D. K. Beede. 1989. Lasalocid-catalyzed proton conductance in Streptococcus bovis as affected by extracellular potassium. Appl. Environ. Microbiol. 55:259-260.

Scott, P. R.; J. M. Kelly; D. A. Whitaker y N. D. Cameron. 1980. Vet. Res. Comm. 4:225-229.

Smith, C. K., J. Azukas, R. S. Emery y C. F. Huffman. 1960. Destruction of penicillin by rumen microoganisms. Proc. 5th. Conf. Rumen Function, Chicago, EE.UU.

Stockdale, C. R. 1994. the incidence of bloat in lactating dairy cows fed clover-dominant herbage and maize silage. Proceedings of the Australian Society of Animal Production 20:214-216.

Streitenberger, S., S. Cerone, A. Sansinanea y N. Auza. 1996. Deficiencia de cobre en rumiantes. Rev. Med. Vet., Bs.As., 77(1):9-12.

Suárez, Víctor H. y Ariel O. Miranda. 2007. Sistema de información geográfico en producción y sanidad ganadera, EEA INTA Anguil, Boletín Nº 1.

Surber, L. M. M. y J. G. P. Bowman. 1998. Monensin effects on digestion of corn or barley high concentrate diets. J. Anim. Sci. 76:1945-4954.

Thornton, J. H., F. N. Owens, R. P. Lemenger. 1976. Monensin and ruminal methane production, J. Anim. Sci. 43:336.

Van Nevel, C. y D. Demeyer. 1995. Feed additives and other interventions for decreasing methane emissions. Pag. 329-349 in Biotechnology in Animal Feeds and Animal Feeding. R. J. Wallace, and A. Chesson (Eds.). VCH, Germany.

Van Soest, P. J. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. Cornell University Press, Ithaca, NY, USA.

Vaughan, Jones. 2002. Factores que tienen implicancia en el empaste y qué se puede hacer al respecto. Rev. Hereford, 67(629):160-161.

Walgenbach, R. P.; G. C. Marten y G. R. Blake. 1981. Release of soluble protein and nitrogen in alfalfa. 1. Influence of growth temperatura and soil moisture. Crop Sci. 21:843-849.

Walgenbach, R. P. y Marten, G. C. 1981. Release of soluble protein and nitrogen in alfalfa. Influence of shading. CropScience, 21:859-862.

Villalba, J. J. s/f. Conferencia: Comportamiento ingestivo de rumiantes. Department of Wildland Resources, Utah State University.

Wilson, G. F. 1980. Anim. Prod. 31:153-157.

Wolin, M. J. y T. L. Miller. 1988. Microbe interactions in the rumen microbial ecosystem. Pag. 343-359 In The Rumen Microbial Ecosystem. P. N. Hobson (Ed.). Elsevier Applied Science, New York, USA.

Yokohama, M. T. y Johnston, K. A. 1988. En: D. C. Church, Ed. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 124-144.

Zinn, R. A. 1987. Influence of lasalocid and monensin plus tylosin on comparative feeding value of steam-flaked versus dry-rolled corn in diets for feedlot cattle. J. Anim. Sci. 65: 256-266.

Zinn, R. A., A. Placencia y R. Barajas. 1994. Interaction of forage level and monensin in diets for feedlot cattle on growth performance and digestive function. J. Anim. Sci. 72:2209-2215.