

## Acidosis Ruminal y Timpanismo: ¿Qué sabemos realmente? (II)



Maria Devant

Unitat de Remugants, IRTA

PONENCIA PRESENTADA EN EL XIII CONGRESO  
INTERNACIONAL ANEMBE DE MEDICINA BOVINA



Fotos AXON COMUNICACIÓN

### TIMPANISMO

#### » Definición académica

Cuando los gases producidos durante la fermentación microbiana en el rumen no se eliminan o el ritmo de acumulación supera al ritmo de eliminación se produce una excesiva retención de los gases en el rumen, causando una excesiva distensión en el retículo-rumen. Si el gas se acumula, la elevada presión ejercida por el rumen en expansión sobre el diafragma y pulmones, puede provocar la muerte por insuficiencia cardiorespiratoria.

#### » Tipos de timpanismos

##### a) Gaseoso

Acumulación de gas libre, se asocia a una obstrucción del esófago o cardias. Hay un llenado excesivo del rumen y suele

ir acompañado de hipomotilidad. Es poco frecuente, accidental y, si se llega a tiempo, fácil de resolver; el gas sale fácilmente a través de un trocar ruminal o por intubación esofágica.

Las principales causas son:

1. Obstrucción mecánica por un alimento insuficientemente masticado o ingestión de un cuerpo extraño, más frecuente cuando los animales están en posiciones laterales como por ejemplo durante un transporte.

2. Obstrucción patológica que puede ser causada por una parálisis faríngea (listeriosis/botulismo), espasmos esofágicos (tétanos), lesión del nervio vago, inflamación crónica torácica/abdominal que deforme el esófago.

##### b) Espumoso

El 90% de los animales que sufren timpanismo es de tipo espumoso. El gas no

puede ser eliminado porque queda retenido en la espuma que se forma, el contenido ruminal está lleno de burbujas muy pequeñas. Los animales que sufren este tipo de timpanismo no suelen deshincharse fácilmente a través de una ruminotomía o de un sondaje gástrico. Suelen dividirse en dos bloques: los causados por el pasto de leguminosas o cereales como el trigo o los relacionados con el cebo de terneros con dietas ricas en concentrados. La composición de la espuma es diferente, mientras que en los primeros los componentes de las plantas son los principales componentes de la espuma, en los segundos los componentes de la espuma son de origen microbiano (Clarke y Reid, 1974). Puede haber animales con contenidos ruminales espumosos que no manifiestan timpanismo, en matadero se observan rumenes con contenidos espumosos sin que *in vivo* se observaran timpanizados. Existen 3 vías de eliminación de gases del rumen, la absorción vía pared ruminal, el paso al tracto digestivo poste-

rior y el eructo (Ciarke y Reid, 1974). De las tres el eructo es la más importante, pues si falla, las demás no pueden compensar el fallo y el animal se timpaniza. Cuando los animales sufren timpanismos espumosos el gas no puede contactar ni presionar el cardias porque no se halla formando una gran burbuja, sino mezclado con el resto del contenido formando espuma, el cardias no se relaja y no se elimina gas vía eructo (Dougherty y Habel, 1955). Sin embargo, muchas veces terneros que sufren timpanismo espumoso también tienen bolsas de gas. Existen dos orígenes de timpanismos, los causados por pastos de leguminosas y cereales y los causados por elevadas cantidades de concentrado.

### b. 1) Pasto de leguminosas y de cereales

No todos los pastos de leguminosas están relacionados con timpanismos espumosos, el pasto de plantas ricas en taninos y pobres en saponinas (esparceta/lotus) produce menos formación de gas y la incidencia de timpanismos es escasa (D'Mello, 2000). Las proteínas solubles de la alfalfa (Majak et al., 1995) han demostrado ser las responsables del timpanismo en animales que pastan alfalfa. La incidencia de meteorismo disminuye según avanza con el estado de madurez de la planta, ya que decrece el contenido de dichas proteínas solubles. También se ha observado una relación entre el contenido proteico y el contenido de proteína soluble de los pastos y la aparición de timpanismos en animales que pastan cultivos de trigo (Bartley et al., 1975). Cuando avanza la madurez la pastura de trigo también se reduce la incidencia de timpanismos (Min et al., 2005; Min et al., 2006 a). El elevado contenido de proteína soluble de los forrajes aumenta la fermentación ruminal, la producción de gas y de mucopolisacáridos causantes del timpanismo (Min et al., 2006b).

### b.2) Ingestión de hidratos de carbono de fácil fermentación

Al aumentar el consumo de hidratos de carbono de fácil fermentación (HCF), aumenta la fermentación ruminal y en consecuencia aumenta la producción de gases, y la concentración de mucopolisacáridos bacterianos y la liberación de macromoléculas de la lisis celular (Cheng et al. 1976), ello aumenta la viscosidad que permite la estabilización de la espuma (Cheng et al., 1998). Otro aspecto importante en el desarrollo del timpanismo es la hipomotilidad ruminal que puede establecerse cuando los animales consumen elevadas cantidades de HCF. El eructo, la apertura del cardias, está relacionado con las contracciones ruminales (Ciarke y Reid, 1974). Se ha observado que las endotoxinas, sustancias tóxicas que forman parte de los microorganismos Gram-negativos, causan hipomotilidad digestiva a través

del óxido nítrico (Quintana et al., 2004; Watanabe et al., 2004). El óxido nítrico reduce la concentración de calcio en las células musculares lisas, es decir tiene un efecto inhibitorio sobre la contracción muscular (Karaki et al., 1997; Lim et al., 2005), dicho efecto se ha demostrado en el rumen y retículo (Schneider y Eades, 1998). Las endotoxinas también pueden causar hipocalcemia, una causa predisponente de timpanismo. Gozho et al. (2005 y 2006) observaron que al aumentar en terneros de cebo la cantidad de concentrado en la ración la concentración de lipopolisacáridos (endotoxinas) en el rumen aumentaba. Estos autores observaron estos aumentos de lipopolisacáridos en el rumen tanto cuando cambiaban bruscamente de una ración de forraje a una de concentrado como cuando el cambio a una ración de concentrado se realizaba de forma gradual. Todo ello parece indicar que terneros que consumen elevadas cantidades de concentrado tienen una elevada concentración de endotoxinas (lipopolisacáridos) que podrían causar hipomotilidad ruminal.

## 1) Definición de campo y prevalencia de timpanismo por ingestión elevada de HCF

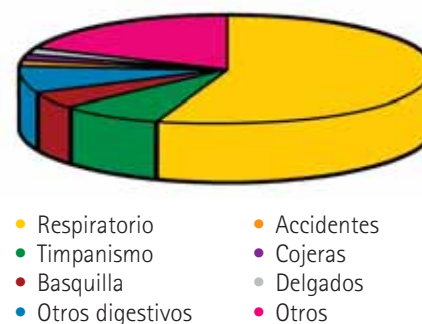
El timpanismo es muy fácil de diagnosticar cuando el animal está vivo, pero es muy difícil diagnosticarlo tras la muerte del animal, ya que es difícil diferenciarlo de enterotoxemias u otras causas que provocan la muerte del animal pues, tras la muerte, el rumen se hincha por la fermentación microbiana que continúa tras la muerte del animal.

Dado que es difícil diagnosticarlo post-mortem y a falta de registros en los cebaderos es difícil de conocer la prevalencia. En un intento de acercarnos a datos reales de campo se han analizado los registros de las bajas correspondientes al cebo de 70800 terneros entre los años 2001-2008 en la zona geográfica de Lleida. Sin embargo, hay que ser precavido en su análisis; primero, se

basa en las bajas, no en la incidencia *in vivo* y además muchas bajas registradas como timpanismos pueden ser falsos positivos, es decir, la muerte puede tener otra causa, o bien pueden haber falsos negativos (p. ej. diagnosticados como basquilla). Un buen diagnóstico diferencial de las patologías digestivas y unos buenos registros de las patologías serían la mejor herramienta para poder analizar las causas y poder implementar pautas correctoras (Miles et al., 1998).

El porcentaje medio de bajas fue de 3.93% (de mamonos al final del cebo); más del 50% fueron por problemas respiratorios, seguido por los timpanismos, basquilla y otros problemas digestivos (Gráfico 11). La frecuencia (nº casos/ total terneros cebados) de terneros diagnosticados como hinchados fue de un 0.31% y la edad media fue de 250 días (8 meses).

Gráfico 11: Distribución de las causas de las bajas.

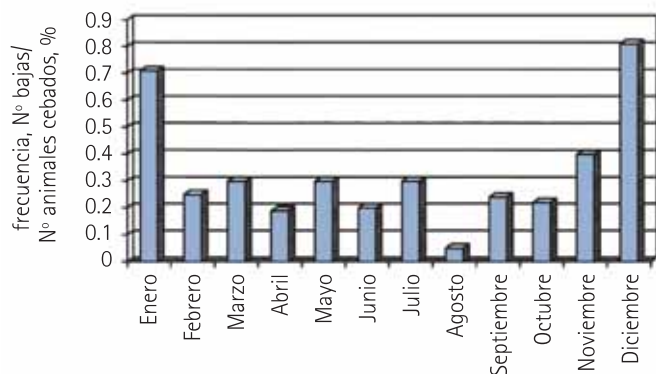


Al analizar los datos es importante expresarlos en función del total de animales cebados (Miles et al., 1998). Por ejemplo, si analizamos el efecto de la raza utilizando el porcentaje (no bajas/ total bajas), los animales frisonos padecieron más bajas por timpanismo que los terneros de otras razas (Tabla 2), pero si analizamos la frecuencia (nº bajas/ total cebados), observamos que los animales de raza Bruna y los Cruzados también registraban muchas bajas por timpanismo, es decir, como se cebaron más frisonos se registraron más bajas por timpanismo y la percepción, errónea, fue que los animales frisonos son los más sensibles a padecer timpanismo.

Tabla 2: Distribución de las bajas de timpanismo en función de las razas.

Raza	Nº Bajas por Timpanismo	Porcentaje (nº bajas por timpanismo s/nº total bajas por timpanismo), %	Nº Animales cebados	Frecuencia (nº bajas por timpanismo/nº animales cebados), %
Bruna	25	11.31	7518	0.33
Blanco Belga	1	0.45	524	0.20
Cruzado	21	9.5	6483	0.32
Frisón	141	63.8	37097	0.38
Fleckvieh	33	14.93	19069	0.17
Total	221		70691	0.31

Gráfico 12: Distribución por meses de la frecuencia de bajas de timpanismo.



Para analizar el efecto raza se eliminaron los datos correspondientes a los frisonos y a los terneros Blanco Belga pues en un 98% y un 2% eran machos, respectivamente, y al incluir dichos datos el efecto raza y sexo estarían confundidos. Tras el análisis sin animales de la raza Frisón y Blanco Belga se observó que los machos tuvieron una mayor frecuencia de timpanismos que las hembras (0.45 vs 0.20 %). La frecuencia de bajas por timpanismo se duplicó en los meses de enero y febrero y en agosto disminuyó por debajo de un 0.1% (Gráfico 12).

En el 2007, el primer año desde la retirada de la monensina, la frecuencia de bajas por timpanismos se duplicó (Gráfica 13). En el año 2008 (de enero a marzo) la frecuencia de bajas por timpanismo está alrededor del 1%, es una frecuencia elevada. (Gráfico 12).

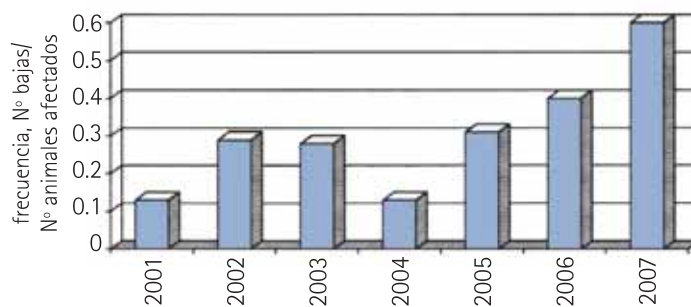
Hubo granjas sin bajas por timpanismos y otras donde la frecuencia de bajas por timpanismos superó el 2%. La correlación observada entre la frecuencia de bajas por timpanismo y por patologías respiratorias fue cercana a cero.

## 2) Diagnóstico, tratamiento y prevención

El diagnóstico diferencial entre un timpanismo gaseoso y uno espumoso se puede realizar por intubación gástrica, o si la sonda no pasa suele haber una obstrucción y si pasa y el gas sale fácilmente, es un timpanismo gaseoso.

En el caso del timpanismo espumoso la sonda pasa fácilmente pero el gas práctica-

Gráfico 13: Distribución por años de la frecuencia de bajas de timpanismo.



mente no sale. Se pueden administrar desestabilizadores de espuma vía sonda (agentes surfactantes como poloxaleno, etoxilato, metilsilicona, aceite mineral), aunque dichos detergentes que producen poca espuma y espuma poco estable, son poco efectivos en timpanismos por elevado consumo de HCFF (Cheng et al., 1998). Es decir, el efecto del tratamiento no suele ser rápido. Por ello, se suele, si las instalaciones lo permiten, retirar el pienso y ofrecerle al animal forraje y administrarle un colinérgico (neostigmina) que aumenta la motilidad y ayuda a la eliminación de los gases. En casos donde el animal ya está desarrollando una insuficiencia cardiorrespiratoria, o a veces si la retirada del pienso o pinchar el animal es laborioso, directamente se realiza una fistula ruminal o se coloca un trocar ruminal. Los animales que padecen timpanismos no suelen tener el pH bajo, es decir no suelen tener acidosis ruminal (Ciarke y Reid, 1974), aunque ambas patologías puedan estar relacionadas con un elevado consumo de HCFF.

En cuanto a la prevención, el timpanismo espumoso causado por un elevado consumo de HCFF es el más frecuente en nuestro sistema de cebo, y por ello tan sólo analizaremos este tipo de timpanismos.

## 3) Prevención timpanismo por elevado consumo de HCFF

Hay tres puntos interrelacionados en el establecimiento de este tipo de timpanismos que debemos analizar: producción de gas, retención de gas (espuma), y hipomotilidad.

Tabla 3: Efecto del nivel de consumo sobre la producción de metano (adaptada de Nkrumah et al., 2006).

Nivel de Ingestión	Medio	Bajo	Estadísticamente significativo
PV, kg	529	501	
Ingestión MS, kg/d	11.07	9.62	*
GMD, kg/d	1.51	1.48	
Tiempo dedicado a comer, min/d	65	48	*
Visitas comedero, Nº/d	29	18	*
DMD total aparente, %	73	75	*
Metano, L/kg PV <sup>0.75</sup>	1.68	1.28	*
Metano*, L/d	185	135	
Metano*, L/kg MS	17	14	
HCFF intake*, kg/d	5.92	5.15	

## Producción de gas

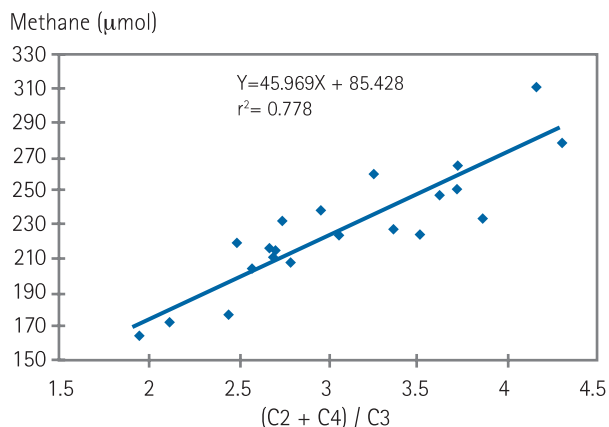
El gas del rumen está formado principalmente por anhídrido carbónico (65-67 %) y metano (22-27 %) (Hungate et al., 1955) resultantes mayoritariamente de la fermentación de la glucosa (Wolin, 1960). La producción de gas en un animal en ayunas es de 0.2 L/min y de 2.0 L/min después de comer (Ciarke y Reid, 1974).

¿Qué factores aumentan la producción de gas?. Un aumento del consumo a un mismo porcentaje de HCFF aumenta la fermentación ruminal, y con ello la producción de gases, aunque aumentos de consumo pueden aumentar el ritmo de paso del rumen y con ello reducir la digestibilidad ruminal, la cantidad de HCFF fermentados en el rumen será superior (Zinn et al., 1995). Sin embargo, *in vivo*, no existen datos de la producción total de gas de origen ruminal, pero sí de metano. Si asumimos que los animales que consumen un mismo nivel de HCFF, a pesar de que varíe el consumo total, la relación entre la producción total de gases y de metano es lineal, la producción de metano en esas condiciones puede ser un indicador de la producción total de gases. Kleiber et al. (1943) analizaron la composición de gases de animales timpanizados por el consumo de alfalfa y animales no timpanizados y la ratio anhídrido carbónico: metano no variaba.

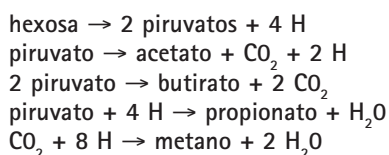
Nkrumah et al. (2006) midieron la emisión de metano en terneros alojados en cámaras para estudiar las causas de ineficiencia. Existe una gran variación individual en la eficiencia de transformación; terneros que crecen lo mismo, pueden tener diferencias diarias de hasta 2 kg de consumo (Tabla 3). Estos autores observaron que la producción de metano era inferior, los terneros consumían menos. De hecho Ellis et al. (2007) desarrollaron una ecuación para la predicción de la producción de metano, donde el consumo de energía metabolizable (positivamente) y el contenido de lignina (negativamente) son los parámetros necesarios para su predicción.

Los subproductos de una fermentación ruminal pueden afectar a la producción de gases. Cuando se sintetiza acetato y butirato se libera anhídrido carbónico, que junto al hidrógeno formará metano. Además la síntesis de propionato consume hidrógenos; la pro-

Gráfica 14: Relación entre la producción de metano y la relación (acetato+butirato / propionato) (Moss et al., 2000).



ducción de propionato y la metanogénesis son dos procesos que compiten por los hidrógenos (Moss et al., 2000; Gráfica 14).



Dentro de un mismo porcentaje de HCFE, ¿cuales pueden ser las estrategias para aumentar la proporción de propionato en el rumen? ¿Van dichas estrategias acompañadas de un aumento de fermentación, y por lo tanto de un aumento de producción total de gases?

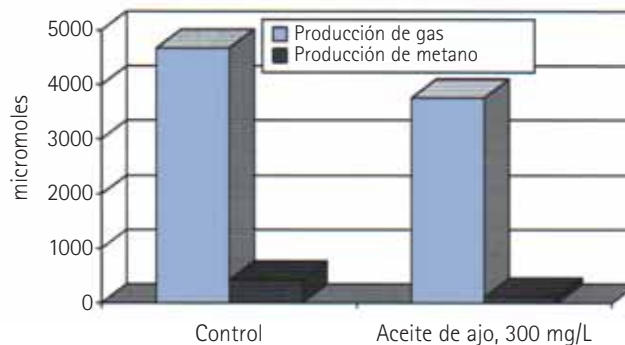
Beauchemin y McGinn (2005) observaron en terneros durante la fase de acabado consumiendo altos niveles de concentrado que la producción de metano se redujo cuando la fuente de HCFE era maíz (9.2 g/kg de MS) en lugar de cebada (13.1 g/kg de MS). Sin embargo, dichos autores no pudieron atribuir el descenso de la producción del metano observado en los animales que consumían maíz a una mayor producción ruminal de propionato; dichos autores sugieren que el menor pH ruminal observado en los animales que consumían maíz (al contrario de lo esperado) puede haber sido tóxico para algunas bacterias metanógenas (Van Kessel y Russell, 1996). Probablemente, al reducirse la producción de metano en animales que consumían maíz, la producción ruminal de gas fue menor, pero es difícil de afirmar, pues los animales que consumían maíz tenían un mayor consumo. Este es un buen ejemplo para ver la dificultad que existe cuando se quiere extrapolar datos teóricos (Gráfico 3) a situaciones *in vivo*. Cheng et al. (1998) comentan que existe la percepción, no evidencia científica, que en dietas donde el cereal predominante es el trigo, el riesgo que los animales sufran timpanismo es mayor. Lindahl et al. (1957) no observaron una mayor incidencia de timpanismos cuando sustituían el maíz por la cebada. De igual forma, el tratamiento del cereal para facilitar la digestión (molturación, extrusión) aumenta la fermentación ruminal y en teoría el riesgo de los terneros

a sufrir timpanismos, pero dicha relación no ha podido ser probada. Probablemente al ser una patología multifactorial es difícil establecer relaciones lineales entre dos factores.

Se ha observado que la monensina, no autorizada como promotor del crecimiento desde el 2006, puede reducir la incidencia de timpanismos (Bartley et al., 1983). *In vitro* Busquet et al. (2005) observaron en raciones con un 50% forraje y un 50% concentrado que la adición de monensina disminuía la producción de gas, de metano y aumentaba la proporción de propionato. McGinn et al. (2004) observaron un descenso de la producción de metano y un aumento de la proporción ruminal de propionato en animales alimentados a base de forraje cuando se suplementaba con monensina. El aumento de la producción de propionato ruminal cuando se suplementa monensina se explica por el aumento de la flora Gramnegativa y el descenso de la flora Grampositiva, aunque se cree que también altera el metabolismo de la flora Gramnegativa (McGuffey et al., 2001).

El fumarato es un precursor del propionato, por ello se cree que la adición de fumarato puede aumentar la síntesis de propionato, y consecuentemente reducir la producción de metano (Asamuna et al., 1999; López et al., 1999; Bayaru et al., 2001), pero parece ser que la respues-

Gráfica 15: Efecto de la adición del aceite de ajo sobre la producción de gas y metano *in vitro* (Busquet et al., 2005).



ta es dosis dependiente (McGinn et al., 2004). Trabajos *in vitro* han demostrado que la adición de DL-malato estimula la fermentación ruminal incrementando la concentración de propionato y ácidos grasos volátiles totales (Martín y Streeter, 1995; Carro et al., 1999). El malato es un producto intermediario en la síntesis de succinato o propionato de ciertas bacterias ruminales, ello explica que se estimule la producción de propionato. Sin embargo, no existen trabajos publicados que indiquen que la suplementación con malato reduce la incidencia de timpanismos. McGinn et al. (2004) testaron en terneros la suplementación de diferentes levaduras en dietas forrajeras y no observaron efectos positivos sobre la producción de metano. De nuevo, no existe evidencia bibliográfica del efecto de las levaduras sobre la incidencia de timpanismos.

Busquet et al. (2005) observaron *in vitro* que el aceite de ajo inhibía la producción de gas y de metano (Gráfico 5). Estos autores hipotetizan que el mecanismo de acción del aceite de ajo es la inhibición de las bacterias metanógenas, pero también se observa un aumento de la proporción de propionato cuando se añadía aceite de ajo *in vitro*. Sin embargo, faltan trabajos *in vivo* para estudiar la dosis y efectividad del aceite de ajo sobre la producción de metano y timpanismos en animales que consumen elevadas cantidades de HCFE.



Fotos: AXON COMUNICACIÓN



FOTOS AXON COMUNICACIÓN

Los taninos pueden formar complejos con carbohidratos y proteínas, reducir los enzimas proteolíticos o reducir el número de protozoos en el rumen. *In vitro* Min et al. (2005) observaron que la adición de taninos condensados a heno procedente de un pasto de trigo disminuyó la producción de gas. Se cree que el principal modo de acción es una disminución de la digestibilidad de la fibra y la proteína (Hess et al., 2006), sin embargo no se descarta que los taninos también tengan un efecto inhibitorio de las bacterias metanógenas (Min et al., 2006b). Min et al. (2005; 2006b) observaron un descenso de la incidencia de timpanismos en animales que pastan trigo cuando se les suplementa con taninos condensados. Sin embargo, en dichos trabajos no se registra el consumo de los animales, y los taninos podrían disminuir el consumo y/o cambiar la pauta de ingestión, este hecho también podría explicar parcialmente el descenso de timpanismos cuando consumen taninos condensados (Landau et al., 2000). No existen datos publicados del efecto de la suplementación de taninos en terneros cebados con pienso y paja *ad libitum*, y dado que el tipo de ración es muy diferente es difícil extrapolar los resultados.

Otra estrategia para reducir la producción de metano es la adición de grasas insaturadas, ya que la metanogénesis y la biohidrogenación ruminal de las grasas compiten por los hidrógenos. Además parece ser que los ácidos grasos insaturados son tóxicos para los protozoos (Vogels et al., 1980) y las bacterias metanógenas están íntimamente relacionadas con los protozoos (Chagan et al. 1999). Los ácidos grasos poliinsaturados también tienen un efecto tóxico directo sobre las bacterias metanógenas (Henderson, 1973). McGinn et al. (2004) observaron una reducción de un 17% en la producción de metano cuando añadían 400 g/d aceite de girasol a una dieta forrajera en terneros. Dichos autores indican que el descenso en la producción de metano observado se podía atribuir además al hecho que en dietas forrajeras la adición de grasas poliinsaturadas reduce la relación de acetato: propionato como consecuencia de una menor digestibilidad ruminal de la fibra, disminuyendo también los hidrógenos disponibles para la síntesis de metano. Min et al. (2007) en terneros que pastaban trigo observaron que la adición de 15g/kg de MS ingerida en forma de aceite de maíz directamente administrado vía cánula en el rumen disminuía la incidencia

de timpanismos y disminuía la estabilidad de la espuma. Sin embargo, Elam y Davis (1962) en terneros alimentados con dietas ricas en cebada y substituyendo parcialmente cebada por un 8% de aceite de soja observaron que la incidencia de timpanismos aumentaba y la proporción de propionato no se alteraba. Contrariamente, dichos autores observaron que cuando el aporte de aceite de soja era vía oral (aprox 450 g/d) en lugar de su inclusión en el pienso, se reducía la incidencia de timpanismos y aumentaba la proporción de propionato en el rumen. Quizás cuando la grasa es añadida se pueden observar los efectos positivos que el aceite pueda ejercer sobre la fermentación ruminal de HCFF y la aparición de timpanismos, y cuando se substituye parcialmente por un cereal, a pesar de que la fermentación pueda ser menor por un menor aporte de HCFF, la suplementación con aceite aumenta la producción de gas como se observa *in vitro* (Eiam y Davis, 1962; Getachew et al., 2001). El aumento de producción de gas observado *in vitro* se podría deber a la fermentación del glicerol de los triglicéridos tras su lipólisis a piruvato (Czerkawski y Breckenridge et al., 1972; Czerkawski, 1972) y la síntesis de AGV a partir de piruvato daría lugar a anhídrico carbónico y metano. Quizás la aparente contradicción entre los datos *in vitro* (producción de gas) y los datos *in vivo* (reducción de timpanismos) podría explicarse por el consumo, pues la adición de grasas insaturadas no protegidas puede disminuir el consumo, sobretodo en dietas forrajeras (Chilliard, 1993; NRC, 2001; Hess et al., 2008) reduciendo así el aporte de HCFF en el rumen de los animales suplementados con aceite y su consecuente fermentación y producción de gas. Sin embargo, ni en los estudios de Min et al. (2007) y ni en los de Elam y Davis (1962) se reportan los consumos.

Otra estrategia podría ser sustituir parte de los HCFF por grasas poliinsaturadas protegidas como semillas de lino, colza, soja, etc., manteniendo el nivel energético de la ración. De este modo se reduciría la fermentabilidad de la ración, se evitarían posibles efectos negativos de los ácidos poliinsaturados sobre el consumo y, dado que parcialmente se liberarían ácidos poliinsaturados en el rumen (la protección no es total), habría biohidrogenación reduciendo la producción de metano. Se puede suplementar hasta un 10% de semillas de lino o colza con niveles de un 9% de grasa total en el concentrado sin observar descensos en el consumo ni en la GMD en terneros alimentados con dietas ricas en concentrado (Mach et al., 2006). Sin embargo, a nivel comercial la mezcla de las semillas en el pienso puede ser poco homogénea y quizás la extrusión de dichas semillas puede ser una buena alternativa, ya que la exposición de las grasas poliinsaturadas a la acción microbiana es algo superior a la de las semillas. El efecto del uso de semillas o de su extrusión en sustitución de cereales en las raciones de cebo sobre la producción de gases, metano y aparición de timpanismos no está documentado. Otras fuentes de grasas saturadas como el aceite de

palma también se deberían de contemplar para sustituir parcialmente a los HCFF, pero éstas no afectan a la biohidrogenación ruminal reduciendo el metano.

Otras posibles fuentes de gas en el rumen: la adición de bicarbonato y la desaminación de aminoácidos, ambos aumentarían la producción de anhídrico carbónico. El bicarbonato sódico a pH bajos puede formar anhídrico carbónico y aumentar así la producción de gases (Wolin, 1960; Kohn y Dunlap, 1998). Sin embargo, en terneros que consumen elevadas cantidades de HCFF adaptados a la dieta y con un buen manejo no tienen pH ruminales bajos (ver artículo anterior). Además, Mendel y Boda (1962) observaron que animales que padecían timpanismo secretaban menos saliva durante el descanso y la comida y, aunque la concentración de bicarbonato sódico de la saliva era superior, la cantidad de bicarbonato que entraba en el rumen era menor. La proteólisis es el primer paso para liberar los aminoácidos y que éstos sean desaminados; la proteólisis de las fuentes proteicas vegetales en animales que consumen dietas ricas en concentrado está reducida (Ganev et al., 1979), probablemente porque la actividad celulolítica en el rumen necesaria para lisar los polisacáridos que protegen a la proteína vegetal está reducida (Hoover, 1986). Por lo tanto, tanto la adición de bicarbonato (vía pienso/saliva) como la desaminación en terne-

ros que consumen elevadas cantidades de HCFF probablemente no sean una fuente importante de producción de anhídrico carbónico, es decir gas.



Cuando aumenta el consumo de agua, el agua al llegar al rumen podría reducir la concentración de anhídrico carbónico para formar  $\text{HCO}_3^-$  y liberar iones hidrógeno (Russell y Chow, 1993), lo cual reduciría la producción de gas. Una estrategia para reducir la incidencia de timpanismos sería estimular el consumo de agua, pero podría aumentar el riesgo de acidosis ruminal. Sin embargo, Mendel y Boda (1962) no observaron diferencias en el consumo de agua entre animales timpanizados y no timpanizados.

### Retención de gas (formación de espuma)

En timpanismos causados por elevados consumos de HCFF la principal fuente de sustancias favorecedoras de la formación de espuma son de origen bacteriano (Ciarke and Reid, 1974). Bartley y Bassette (1961) observaron que la espuma ruminal de animales consumían elevadas cantidades de HCFF contenían más DNA y menos fracción proteica que la espuma ruminal de los animales que pastaban. *In vitro* la suplementación con glutamato, sucro-

sa, glucosa, fructosa, y etanol aumenta la producción de biofilm bacteriano en diferentes cepas como *Azobacter vinelandii*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus bovis in vitro* (Cohen y Johnstone, 1964, Cheng et al., 1976; Stringfellow et al., 1991). La producción de biofilm varía en función de la especie bacteriana (Min et al., 2006b). Se cree que la monensina reduce la incidencia de timpanismos porque inhibe las bacterias Gram positivas (Dennis et al., 1981; Nagaraja et al., 1982), entre ellas *Streptococcus bovis* y *Lactobacillus*, bacterias productoras de mucopolisacáridos. En animales susceptibles a padecer timpanismo al suministrarles monensina el grado de viscosidad ruminal alcanza valores similares a los animales que no padecen timpanismos (Sakauchi y Hoshino et al., 1981, citado por McGuffey et al., 2001). Min et al. (2006b) observaron un cambio en la flora microbiana en los animales timpanizados respecto a los animales no timpanizados cuando pastaban trigo; es más, observaron que los animales timpanizados tenían una flora ruminal más heterogénea que los animales no timpanizados (Gráfico 16). A pesar que estos estudios están realizados en animales que pastan trigo, indican que existen cambios en la flora ruminal relacionados con el timpanismo y que ciertas especies bacterianas aumentan y que la heterogeneidad es un factor relacionado con el timpanismo; conocer

## No pierda ni una gota



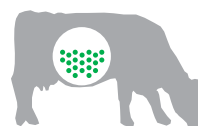
## Levucell SC

### valoriza su ración y maximiza los Ingresos sobre los Costes de Alimentación (IOFC)

Eficacia probada de *Saccharomyces cerevisiae* CNCM I-1077, la cepa específica para rumiantes seleccionada conjuntamente con el INRA:

- **Rendimiento lechero:** +1,2\* a 2,5 litros/vaca/día
- **Eficacia alimentaria:** +50g\* a 120g de leche por kg de MSI
- **Optimiza el pH del rumen** (menos acidosis) y mejora la digestibilidad de las fibras.

\* Meta-análisis ADSA, USA 2009 probado con UNA cepa (I-1077), UNA dosis recomendada (10 mil millones/día).

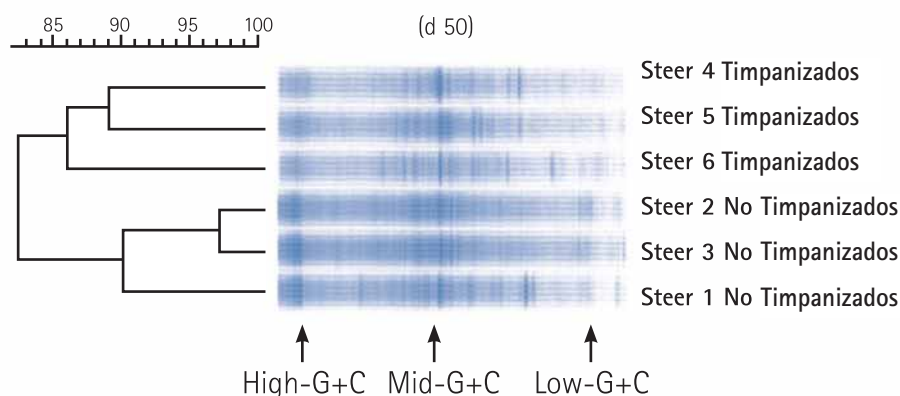


## Levucell<sup>®</sup> SC

Levadura Específica Rumiantes<sup>€</sup>

€ Autorizado en la Unión Europea en bovinos destinados a la producción de leche y de carne, ovejas y cabras de leche, corderos y caballos (E1711/4a1711/4b1711).

Gráfico 16: Gradiente de un gel de electroforesis del 16rDNA de bacterias ruminales de animales timpanizados (bloated) y no timpanizados (nonbloated), los datos están agrupados según similitudes (Min et al., 2006b).



dichas cepas es fundamental para proponer estrategias de prevención. Es más, los animales timpanizados rumiaban menos respecto a los animales no timpanizados (Min et al., 2006b). La menor rumia, probablemente redujo la producción de saliva alterando la flora ruminal y/o afectando la secreción de diferentes sustancias salivares relacionadas con la formación de la espuma.

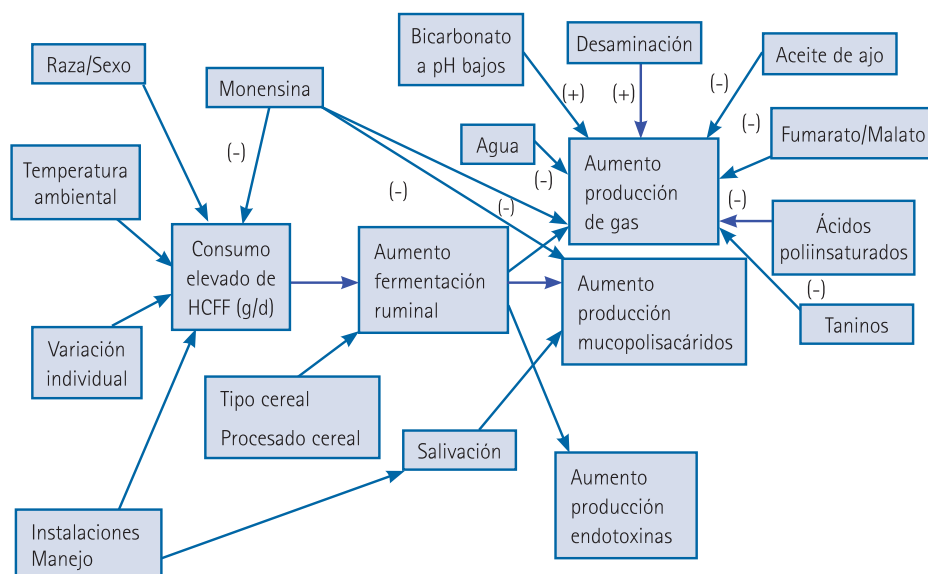
En la saliva se encuentran sustancias que favorecen la formación de espuma (mucoproteínas ricas en ácido sialico) y sustancias antiespumantes como la mucina (Ciarke y Reid, 1974). Mendel y Boda (1962) en terneros que consumían alfalfa observaron que animales que padecían timpanismo secretaban menos saliva durante el descanso y la comida, pero la concentración de mucina era la misma, resultando en una cantidad de mucina al día inferior. Ello no ha sido demostrado en animales que padecen timpanismo por un elevado consumo de HCFF, pero explicaría porqué en algunas granjas donde el confort es inferior, la incidencia de timpanismos es superior. Faleiro et al. (2007) observaron que los terneros con paja dedicaban más tiempo a la rumia y tenían más estereotipias que cuando no tenían paja y consumían el mismo pienso. Además entre un animal timpanizado y otro no timpanizado puede variar la población microbiana capaz de lisar la mucina (Mishra et al., 1967; 1968). Elam y Davis (1962) observaron que el aporte de aceite de soja vía oral reducía la incidencia de timpanismos y sugieren que parte de dicho efecto se podría atribuir a un efecto antiespumante de la propia grasa, pues cuando suministraban aceites minerales (sin valor nutritivo) tenían claros efectos antitimpanicos. Min et al. (2007) también observaron que la adición de 15 g/kg de MS consumida de aceite de maíz o de aceite mineral en terneros que pastaban reducía la altura y la estabilidad de la espuma ruminal.

### Eliminación de gases (estimular el eructo)

El eructo está relacionado con las contracciones ruminales y puede verse inhibido por la presencia de líquido o espuma en el cardias o una distensión del retículo (Ciarke

y Reid, 1974). Mendel y Boda (1962) observaron que la amplitud de las contracciones era inferior en los animales timpanizados que no timpanizados. Causas de hipomotilidad ruminal son dietas ricas en HCFF donde se liberan endotoxinas, hipocalcemia, cianuro potásico, atropina, neumonía crónica, fibroma área cardíal y lesión nervio vago.

## 4) Esquema Resumen



## 5) ¿Existe un nexo entre los datos de campo y la bibliografía?

Se podría especular que las diferencias en la incidencia de timpanismos observadas entre animales, razas, y épocas del año podrían obedecer a diferencias en el consumo total de HCFF. A más consumo de HCFF, más generación de gas, mucopolisacáridos y factores inhibidores de la motilidad. Lindahl et al. (1957) observaron un coeficiente de correlación ( $r = 0.4$ ) entre el consumo corregido por el PV y la incidencia de timpanismos. Razas como la Frisona, son razas con un elevado consumo de alimento, sobre todo al final del cebo (Hicks et al., 1990a). Curiosamente, la producción de metano es heredable en humanos (Fiatz et al., 1985), y Cockrem et al (1987) obtuvieron una línea de animales

altamente sensible al meteorismo causado por leguminosas y otra resistente. Según Hackstein et al. (1996) existe una relación entre las bacterias metanógenas y el animal. Si la heredabilidad a padecer meteorismo está relacionada con el consumo o no, no se sabe. En épocas frías (diciembre y enero) el consumo es más elevado, o a veces consumos irregulares (Hicks et al., 1990b). También el consumo podría explicar parcialmente la reducción de la incidencia de timpanismos en terneros suplementados con monensina, pues parece ser que la monensina disminuye el consumo (Bergen y Bates, 1984) y la variación en el consumo (Chiriase et al., 1991; Larson et al., 1991; Stock et al., 1995). Los efectos de la adición de la monensina descritos anteriormente: reducción relación acetato:propionato en el rumen e inhibición bacterias Gram-positivas productoras de mucopolisacáridos, pueden explicar también el efecto positivo de la monensina sobre la reducción de los timpanismos. Fox et al. de (1988) proponen una serie de factores de corrector para estimar el consumo de los terneros, entre ellos está aumentar en un 8% la predicción del consumo de los terneros cuando éstos son frisonas, reducir la predicción del consumo en

un 10% cuando se añade monensina, o bien aumentar el consumo cuando la temperatura ambiental está por debajo de 5°C. El manejo en granja y las instalaciones pueden afectar también al acceso del alimento; situaciones estresantes pueden aumentar la variabilidad en el consumo, es decir, puede haber animales que consuman cantidades más elevadas que otros; o bien afectar a la rumia y a la producción de saliva; ello explicaría que haya granjas con mayor o menor incidencia de timpanismos. Cuando la oferta de alimento es restringida en lugar de *ad libitum*, escenario cercano a situaciones de competencia, algunos terneros consumen gran parte de la oferta (Schwartzkopf-Genswein et al., 2003). En terneras alimentadas *ad libitum* con dietas ricas en concentrado cuando el número de comederos se redujo de 4 a 8 por animal se observó un descenso de un 5% del consumo (González et al., 2008), sin embargo aumen-

