



## ASPECTOS CLAVES DEL MANEJO NUTRICIONAL PARA EL ÉXITO DE LA SALUD ANIMAL EN LOS CORRALES DE ENGORDE

*Martín Aguerre Antía*

*DMTV, MSc. Asesor Privado, FTA Consultores*

### Introducción

En los últimos años, la producción de carne en el Uruguay, así como sus precios han tenido un fuerte incremento. En la última década, la producción de carne vacuna aumentó un 14% (Ilundain et al., 2002; Mila y Tamber, 2012) y la faena un 26%, con precios de exportación que pasaron de 2046 U\$S por tonelada de canal en el año 2002 a 3903 U\$S en 2012, lo que significa un aumento del 91% (INAC, 2012). Este crecimiento se dió en el marco de grandes cambios tanto a nivel local (expansión y competencia con otros rubros) como internacional (crisis financiera en países desarrollados y aumento de demanda de productos agropecuarios en Asia). A nivel local, el importante aumento en la superficie dedicada a la forestación y a la agricultura sin duda ha tenido incidencia en el dinamismo del sector cárnico. Según DIEA (2012), la superficie agrícola pasó de 724 mil hectáreas sembradas en la zafra 2004-2005 a 1441 mil en la zafra 2010-2011 (DIEA 2012), lo cual provocó un aumento muy importante de la competencia y del precio de la tierra. Es así que el valor medio de la tierra en Uruguay ha aumentado de manera ininterrumpida a partir de 2003, superando en 2011 en más de dos veces y media el valor promedio del período 2000-2010 (3196 vs. 1130 U\$S/ha, respectivamente) (DIEA, 2012). Ésto ha llevado a que, para poder competir, los sistemas de producción pecuarios estén en un permanente proceso de intensificación, lo que ha conducido a la necesidad de aumentar la concentración de nutrientes en las dietas, y a la búsqueda de alternativas que permitan aumentar la eficiencia de conversión y mejorar la salud de los animales, mediante mejoras de la calidad de los alimentos, la digestibilidad de la dieta, el aumento de la eficiencia en la fermentación ruminal y la mejora en el manejo de la alimentación, entre otros factores.

Siendo el sexto exportador de carne vacuna a nivel mundial (USDA, 2012), es bien sabido que Uruguay no es capaz de competir en volumen frente a grandes potencias como India, Brasil, Australia o Estados Unidos. Sin embargo su estrategia comercial basada en la "imagen país", trazabilidad de todo el rodeo, estatus sanitario y calidad de sus carnes le permiten el acceso a más de 100 mercados distintos entre los que se destacan los países más exigentes (INAC, 2012). Es por ésto que a pesar de la caída en el volumen de exportación registrada respecto al año 2006, Uruguay ha mantenido un crecimiento sostenido en los ingresos por exportación de carne bovina ya que el incremento en los precios compensan las eventuales reducciones de los volúmenes exportados (Mila y Tamber, 2012). Ésto ha ido de la mano, entre otros factores, de la concreción de nuevas oportunidades de negocios en mercados de alto poder adquisitivo como es la Cuota 481 (antigua cuota 620) de la Unión Europea, la cual abrió una vía de acceso

preferencial para las carnes uruguayas de alta calidad con un arancel del 0% a este mercado. El acceso a esta cuota determina el cumplimiento de ciertas exigencias, como son que los cortes de vacuno exportados a tal fin deben proceder de vaquillonas o novillos de menos de 30 meses de edad, que en los 100 días previos a la faena hayan sido alimentados únicamente con dietas constituidas por al menos un 62% (base seca) de concentrados o subproductos cuyo contenido de Energía Metabolizable (EM) sea igual o superior a 12,26 MJ/kg de materia seca (MS), lo que equivale a 2,93 Mcal/kg de MS. El nivel de consumo de este tipo de alimento debe ser al menos un 1,4% de su peso vivo (Diario Oficial de la Unión Europea, 2012).

En este contexto la alimentación de animales a corral, tanto en la recría como en la terminación, surge como una alternativa muchas veces viable en los sistemas de producción de carne, dado que en combinación con el sistema pastoril permite aumentar la carga así como la producción individual de los animales. A su vez, este tipo de sistema permite una alternativa para el uso de granos y subproductos de la industria agrícola. Finalmente, es un requisito esencial para acceder a mercados de alto poder adquisitivo con ventajas arancelarias importantes. Es así que además de los grandes Feedlot instalados en Uruguay ya desde mediados de la década del 90, hoy surgen emprendimientos de mediano y pequeño porte buscando capitalizar estas ventajas. El presente trabajo pretende presentar algunos aspectos claves para asegurar la sanidad y el éxito productivo cuando se alimentan animales en corrales de engorde.

### Manejo de la recría y su incidencia en la performance de los animales en los corrales de engorde

Un punto clave para el éxito sanitario y productivo en el engorde a corral es la elección de las características de los animales a encerrar. Es claro que características como el sexo, valor genético y el frame tienen incidencia directa en la respuesta productiva de los animales a lo largo de su vida. Junto a ésto, en los últimos años se ha remarcado la importancia de la historia nutricional de los animales, donde animales de similares características tienen diferente desempeño productivo consecuencia de haber recibido diferentes planos nutricionales durante la recría (Robinson et al., 2001; Neel et al., 2007; Baldi et al., 2010). En Uruguay, Baldi et al. (2010) evaluaron el efecto residual de la aplicación de 2 sistemas de alimentación (pastoreo y corral) y 2 niveles de ganancia de peso vivo (alta y baja) en terneros durante su primer invierno sobre la performance y las características de la canal de los mismos animales terminados a corral o en pastoreo. Los pesos al final del invierno fueron superiores para los animales alimentados a corral con alta ganancia, seguidos de los alimentados a corral con baja ganancia, los



mantenidos en pastoreo con altas ganancias y los mantenidos en pastoreo con bajas ganancias de peso. Ésto determinó que, a pesar de haber tenido un crecimiento compensatorio durante la primavera/verano, los terneros mantenidos en pastura en su primer invierno llegaron un mes más tarde al peso fijado para el inicio de la terminación (350 kg). La interacción entre el manejo de la recría y el tipo de terminación (corral o pastoreo) para la ganancia diaria de peso durante la terminación fue significativa ( $p < 0,05$ ). Es decir que cuando la terminación fue realizada en pasturas el manejo durante la recría no afectó la ganancia de peso. Sin embargo, cuando la terminación fue realizada en condiciones de engorde a corral, con dietas de alto contenido energético, el manejo de la recría afectó la ganancia de peso durante este período. Es así que los animales de los tratamientos con mayores ganancias durante la recría (primer invierno a corral) mostraron las mayores ganancias de peso y la mejor eficiencia de conversión durante el periodo de terminación a corral. A su vez, la mayor ganancia durante el primer invierno determinó un mayor peso de la canal y nivel de engrasamiento de los animales, sobre todo cuando la terminación fue realizada en condiciones de engorde a corral. Otros trabajos, realizados a nivel internacional, que evaluaron el efecto del nivel de alimentación durante la recría sobre el desempeño en la terminación y la calidad de la canal reportaron que la ganancia diaria en la terminación fue inversa a la de la recría, es decir que los animales que ganaron más durante el período de recría fueron los que ganaron menos dentro del corral de terminación. Sin embargo, la mayor ganancia en el corral no permitió compensar la diferencia de peso existente al momento del encierre, resultando en un ciclo de terminación más corto, con animales más pesados al momento de la faena y carcasas de mejor calidad cuando los animales recibieron altos planos nutricionales durante la recría (Robinson et al., 2001; Neel et al 2007).

Aguerre et al. (datos sin publicar) analizando datos de 73 tropas distintas y un total de 7271 animales que ingresaron a un mismo Feedlot encontraron un efecto significativo del origen de los animales en la ganancia de peso y la eficiencia de conversión del alimento. Es así que los animales provenientes de productores con buen manejo alimenticio durante la recría ganaron significativamente más peso ( $1,22 \pm 0,03$  vs  $1,11 \pm 0,04$  kg/día;  $P = 0,047$ ) y tuvieron una mejor eficiencia de conversión ( $105 \pm 3,9$  vs  $92 \pm 3,9$  g de aumento de peso/kgMS consumida;  $P = 0,010$ ) que los animales provenientes de acopiadores de ganado de los cuales no se les conocía su historia nutricional previa. Los animales provenientes de acopiadores tendieron a consumir más kg de MS de las dietas de adaptación (con alta proporción de fibra) que los animales provenientes de productores, lo que indicaría mayores problemas de adaptación de estos animales al sistema. Analizando la misma serie de datos Aguerre et al. (datos sin publicar) encontraron que animales que demoraron 3 semanas en adaptarse y estabilizar su consumo de alimento tuvieron menores ganancias de peso y peor eficiencia de conversión durante la terminación que

animales que demoraron 1 semana. Es así que el manejo durante la recría tiene incidencia directa en la performance de los animales en la terminación, no solo por los efectos que tiene en su crecimiento y desarrollo sino por determinar que los animales bien alimentados durante la recría se adapten y eleven su consumo más rápido en los primeros días del encierre a corral, lo que determina menor incidencia de problemas sanitarios y mejores resultados productivos.

### **Manejo durante el encierre a corral para asegurar una buena performance y salud de los animales**

En Uruguay, el encierre a corral para engorde y terminación de novillos y vaquillonas típicamente se ha realizado con animales que han sido criados fundamentalmente con dietas de base pastoril y "a cielo abierto". Esto lleva a que al momento de ingresar al Feedlot los animales deban atravesar un período de adaptación al sistema que incluye la adaptación a las instalaciones (corrales, comederos y bebederos), al nuevo tipo de dieta (con forrajes conservados y alto nivel de concentrados) así como a un manejo diferente al que se da en el pastoreo. Es por ésto que en las primeras etapas del ciclo de encierre los animales pasan por un período de gran estrés, y es en ese momento, como se mencionó anteriormente, donde se juega gran parte del éxito del engorde a corral.

Siendo un sistema sumamente intensivo, donde se busca optimizar la ganancia de peso y la eficiencia de conversión del alimento, en los Feedlot la dieta suministrada y el manejo de la alimentación es de suma importancia. En las etapas finales de la terminación los animales consumen una dieta con una muy alta concentración energética que puede rondar entre 2,70 y 3,45 Mcal de EM/kg de MS (Krehbiel et al., 2006). Esto se logra variando la proporción de grano en la dieta (65 a 88% de la MS), su fuente o grado de procesamiento, el nivel de forraje (que puede llegar a niveles tan bajos como 4,5% del MS total), y el nivel de grasa (que puede llegar hasta el 6,5% de la MS total) (Krehbiel et al., 2006). Según Griffin (1998), la afección más común en este tipo de sistemas son los trastornos de tipo respiratorio. Si bien en nuestras condiciones ésto puede ser cierto cuando se encierran terneros en su primer invierno, en Uruguay el trastorno más común en los encierres de ganado en terminación es sin duda la acidosis ruminal.

La acidosis ruminal es una afección causada por la disminución del pH ruminal a consecuencia de un desequilibrio entre la producción de ácidos orgánicos y su neutralización en el rumen. Los ácidos orgánicos son productos formados por la fermentación de la materia orgánica de los alimentos por parte de la microbiota ruminal. Cuando los animales consumen dietas ricas en concentrados que contienen elevados niveles de carbohidratos de fácil fermentación se produce una rápida producción y absorción de ácidos orgánicos y endotoxinas. En situaciones normales, los mecanismos involucrados en la neutralización de los ácidos producidos a nivel ru-



minal incluyen: a) la absorción a nivel de la pared ruminal de los ácidos grasos volátiles (AGV) producidos, b) la adaptación de diferentes especies bacterianas en el rumen que llevan a un equilibrio entre las especies formadoras de ácido láctico (*Streptococcus bovis* y *Lactobacillus spp.*) y las consumidoras de mismo (*Selenomonas spp.*, *Anaerovibrio spp.*, *Propionibacterium spp.* y *Megasphaera elsdenii.*) y c) el aporte de sustancias buffers a través de la saliva (Allen, 1997; Schwartzkopf-Genswein et al., 2003). En situaciones en que la fermentación ruminal es estable el pH ruminal en animales de Feedlot permanece en un rango que va de 5,6 a 6,5 con promedios que rondan entre 5,8 a 6,2; así mismo, el pH puede ocasionalmente caer por debajo de 5,6 por períodos cortos de tiempo en los ciclos normales de alimentación (Nagaraja y Lechtenberg, 2007). Sin embargo, la acumulación de ácidos orgánicos y la consecuente reducción del pH ruminal por debajo de 5,6 tienen un impacto significativo en la actividad de la microbiota ruminal, en la función ruminal y en la salud y productividad de los animales.

Generalmente la acidosis ruminal se categoriza en aguda o subaguda en base a la forma en que ocurre la caída del pH ruminal, al tipo de ácido responsable de la disminución en el pH y a la gravedad de los signos clínicos presentes. En la acidosis aguda el pH ruminal cae abruptamente por debajo de 5 a causa del acumulo de ácido láctico en el rumen, lo que lleva a cambios en la microbiota ruminal con aumentos en el número de bacterias formadoras de ácidos, fundamentalmente *Lactobacillus spp.* Esta forma de presentación se caracteriza por la presencia de signos clínicos evidentes, los animales dejan de comer, se ven deprimidos, con el abdomen agrandado y respiración superficial, la muerte puede producirse en forma rápida (Owens et al., 1998; Nagaraja y Lechtenberg, 2007). Mientras tanto, la forma subaguda de la enfermedad o SARA (por su sigla en inglés, sub-acute ruminal acidosis) se caracteriza por presentar períodos a lo largo del día en el cual el pH ruminal cae a niveles entre 5 y 5,5; ésto es debido al acumulo de AGV en rumen como consecuencia de una gran actividad fermentativa. Esta forma de acidosis cursa en ausencia de mortalidad y signos clínicos evidentes; sin embargo, la presencia de diarreas de aspecto burbujeante y olor ácido, junto con depresión del consumo de alimentos o consumos erráticos pueden ser indicativos de esta afección. A su vez, el SARA puede traer aparejado otros problemas como ruminitis, laminitis, poliencfalomalacia o abscesos hepáticos (Owens et al., 1998; Nagaraja y Lechtenberg, 2007).

Siendo los AGV y la proteína microbiana sintetizada en rumen la base de la nutrición energética y proteica de los rumiantes, un objetivo principal en los sistemas intensivos de producción de carne a corral es usar dietas que promuevan una gran producción de AGV y optimicen la producción de proteína microbiana en rumen. Ésto hace que normalmente en estos sistemas los animales se encuentren al límite de la acidosis. La aparición de problemas de acidosis no se da por una única causa sino

que involucra la interacción de un conjunto de factores. Es así que cuando pensamos en el control de esta afección en los engordes a corral, debemos considerar aspectos relacionados al manejo de los animales, al manejo de la alimentación y a la composición misma de la dieta, teniendo siempre en cuenta la susceptibilidad individual de los animales. En este sentido, las estrategias tendientes al control de la acidosis deberían considerar la respuesta de los animales más susceptibles (Bevans et al., 2005).

### Aspectos claves para el control de la acidosis en el engorde a corral

#### Manejo de los animales:

Como se mencionó anteriormente los primeros días luego de ingresar al corral los animales atraviesan un período de adaptación al sistema. Dentro de esta adaptación, el establecimiento de jerarquías sociales entre los animales suma un factor de estrés. Las relaciones de dominancia-subordinación entre animales dentro del corral determinan un acceso desigual a recursos como el alimento, áreas de descanso o sombra (Ingrand et al, 2001; Schwartzkopf-Genswein et al., 2003), lo cual genera consecuencias directas en el desempeño de los animales que resultan subordinados. En varios estudios se ha demostrado que la competencia por el alimento altera el patrón de consumo de los animales (Olofsson, 1999; Gonzalez et al, 2008). En general, los animales de bajo rango social son interrumpidos más frecuentemente durante el consumo de alimento, presentan periodos de consumo más cortos y mayor número de visitas al comedero que los animales de alto rango social (González et al, 2008). A su vez, la tasa de consumo cuando acceden al comedero aumenta (DeVries y von Keyserlingk, 2009). Ésto lleva a que en situaciones de competencia por el alimento el número de animales que sufren SARA tiende a incrementarse (González et al, 2008), mientras que en situaciones de baja presión social los animales mantienen niveles de pH ruminal más estables. Es así que el manejo de los animales durante el encierro a corral debe tender a minimizar la competencia, para lo cual el manejo de lotes homogéneos en tamaño y peso, en corrales con una capacidad adecuada al número de animales y con una superficie de comedero adecuada al manejo, son aspectos de fundamental importancia.

#### Manejo de la alimentación:

El manejo de la alimentación tendiente al control de la acidosis básicamente debe apuntar a 2 objetivos principales, por un lado adaptar el medio ruminal a dietas con una elevada proporción de granos en su composición, y por otro manejar la distribución del alimento de forma tal de evitar períodos de ayuno prolongado en los animales. Durante la transición de una dieta basada en forrajes a una con alta proporción de concentrados en su composición, se dan una serie de cambios en el número y proporción de microorganismos (MO) presentes en el rumen. En esta transición, las bacterias fibrolíticas

disminuyen, mientras que las amilolíticas aumentan (Tajima et al., 2001; Schwartzkopf-Genswein et al., 2003). A su vez, el consumo de una dieta con alto nivel de granos determina que el número de protozoarios se vea severamente disminuido, pudiendo incluso desaparecer (Schwartzkopf-Genswein et al., 2003; Nagaraja y Lechtenberg, 2007). Simplificando, en animales adaptados, la competencia por sustratos en el rumen modera el crecimiento de bacterias productoras de ácido láctico (*Streptococcus bovis* y *Lactobacillus spp.*). A su vez, el ácido láctico producido es metabolizado por las bacterias capaces de utilizarlo (*Selenomonas spp.*, *Anaerovibrio spp.*, *Propionobacterium spp.* y *Megasphaera elsdenii.*), de esa manera se genera un balance entre la producción y utilización de ácido láctico en rumen evitando su acumulo y consecuente producción de acidosis (Owens et al., 1998; Schwartzkopf-Genswein et al., 2003; Nagaraja y Lechtenberg, 2007). Sin embargo, el establecimiento de una microbiota ruminal estable durante la transición a una dieta con alto nivel de concentrado no es inmediato. Cuando se da un aumento repentino en el consumo de carbohidratos de fácil fermentación, la población de *Streptococcus bovis* en rumen aumenta rápidamente (duplicándose en un tiempo de entre 12 y 20 minutos). Como consecuencia aumenta significativamente la producción de ácido láctico. Sin embargo, las poblaciones capaces de metabolizar este ácido tienen un crecimiento mucho más lento, con lo cual el ácido se acumula determinando la caída del pH ruminal (Schwartzkopf-Genswein et al., 2003; Nagaraja y Lechtenberg, 2007). Es así que incrementos abruptos en los niveles de grano en la dieta determinan el aumento de la incidencia de acidosis aguda y subaguda, mientras que el aumento paulatino de concentrado en 3 o 4 semanas disminuye la incidencia de problemas (Bevans et al., 2005; Owens et al., 1998). De manera práctica, el aumento paulatino del consumo de concentrado por parte de los animales se logra manejando distintas dietas a lo largo del ciclo de encierro en las cuales la relación forraje/concentrado va disminuyendo. Típicamente, el uso de dietas con niveles de forraje del entorno del 50% de la MS en su composición se usan en los primeros días tras la llegada de los animales al encierro, para luego ir disminuyendo secuencialmente los niveles de forraje hasta llegar a niveles en las dietas de terminación que pueden ser tan bajos como del 5 a 10% de la MS total. A modo de ejemplo se podrían usar 2 dietas intermedias con niveles de forraje del entorno al 25-30% y 15-20% de la MS antes de llegar a la dieta de terminación. La decisión de pasar de una dieta a otra siempre se debería tomar tras la evaluación de los registros de distribución y consumo de alimento y tras la revisión del lote de animales para asegurar la ausencia de signos de SARA.

Otro aspecto del manejo de la alimentación de importancia para el control de la acidosis es el manejo de la distribución del alimento. Varios estudios señalan que la distribución infrecuente que genera períodos prolongados de ayuno en los animales aumenta la incidencia de acidosis (Owens et al., 1998; Cajarville et al., 2006). De acuerdo con Pritchard y Bruns (2003), ya en 1907 Mumford planteaba

que "en cuanto el proceso de engorde comienza, el ganado debería ser alimentado a ciertas horas y de la misma manera. Esto no puede ser variado 15 minutos sin algún perjuicio al ganado. El grado de afección dependerá de la frecuencia y amplitud de la irregularidad". Cajarville et al. (2006), haciendo un estudio retrospectivo de trabajos realizados por el Departamento de Nutrición Animal de Facultad de Veterinaria, señalan que los animales que tuvieron acceso continuo al alimento presentaron dinámicas de pH a lo largo del día mucho más estables que los animales que tuvieron un tiempo restringido para el consumo de alimento. Los animales con tiempos de acceso restringidos al alimento presentaron una caída abrupta del pH ruminal, llegando a los valores más bajos entre las 3 y 4 hs de iniciada la ingesta, mientras que el pH retornó a los valores originales a las 12 h posteriores del inicio de la ingesta (Cajarville et al., 2006). Según Schwartzkopf-Genswein et al. (2003) cuando se restringe el consumo de alimento o se generan demoras en la entrega del mismo, los animales típicamente acuden al comedero con hambre, teniendo ingestas menos frecuentes pero presentando mayores tasas de consumo, lo que repercute en un mayor riesgo de acidosis. La distribución rutinaria de alimento, en cantidad suficiente, puede reducir la tasa de consumo de los animales al momento de alimentarse y de esa manera aumentar la producción (Pritchard y Bruns, 2003). Para evaluar si la cantidad de alimento distribuido a lo largo del día es correcta, de forma de evitar períodos de ayuno prolongados, todos los días se deberían de recorrer los comederos antes de la primera entrega del alimento fresco. En esta recorrida se debería de observar la cantidad de comida presente en el comedero y el comportamiento de los animales. En caso de que el comedero este "limpio" y los animales se vean intranquilos (con señales de tener hambre), se debería aumentar la cantidad suministrada en el día en un 5%, mientras que si el comedero se encuentra "limpio" o con un mínimo de alimento y los animales están tranquilos, son señales que el volumen de alimento distribuido es correcto con lo cual hay menor riesgo de tener problemas de acidosis.

#### Composición de la dieta:

En cuanto a los aspectos vinculados a la formulación de las dietas debemos tener en cuenta que el nivel de fibra neutro detergente efectiva (FNDe), el tipo y la cantidad de grano incluido en la dieta, su grado de procesamiento, así como el uso o no aditivos pueden tener incidencia directa en el control de la acidosis. La FNDe es definida como la proporción de la fibra neutro detergente (FND) cuya estructura es capaz de estimular la rumia, la salivación y la motilidad ruminal (NRC, 1996). El estímulo a la rumia y a la salivación asegurará el aporte de grandes volúmenes de saliva que aportan sustancias buffers (fosfatos y bicarbonatos) de fundamental importancia para mantener el pH ruminal dentro de los límites fisiológicos. De acuerdo con Pitt et al. (1996), el pH ruminal está más correlacionado con el nivel de FNDe en la dieta que con el nivel de FND total o el nivel de forraje en la misma. Es así que el pH ruminal se relaciona directamente con el



nivel de FNDe, siendo esta relación más estrecha cuando las dietas tienen bajo nivel de FNDe. Las recomendaciones dadas por el NRC (1996) indican que los valores mínimos de FNDe en la dieta dependen del objetivo productivo, del tipo de dieta, del manejo de la alimentación y de la inclusión o no de aditivos. En este sentido, si la dieta está formulada con alto nivel de concentrados y se suministra de forma totalmente mezclada, con un buen manejo del comedero e incorporando ionóforos en la formulación, los requerimientos mínimos de FNDe para mantener el pH ruminal encima de 5,6-5,7 deberían ser del 5 a 8% de la MS total. Mientras que, si el manejo del comedero no es bueno o no se incorporan ionóforos a la dieta, estos niveles mínimos deberían aumentarse al 20% de la MS total (NRC, 1996). La Tabla 1 presenta valores de referencia del nivel de FND y FNDe presente en distintos alimentos para ser tenido en cuenta al momento de la formulación de las dietas. De manera general, las reservas de forraje constituyen una buena fuente de FNDe, variando su nivel en función del estado vegetativo al momento de su elaboración y del nivel de procesado de la fibra (tamaño de partícula), mientras que los granos y subproductos en general aportan niveles de FNDe significativamente menores dado por la estructura y tamaño de presentación de su fibra.

**Tabla 1:** Aporte de fibra neutro detergente (FND) y fibra efectiva (FNDe) de distintos alimentos. (tomado de NRC, 1996 y Sniffen et al., 1992)

	FND (%MS)	FNDe (%FND)
<i>Forrajes</i>		
Fardo picado largo	40 – 65	92 – 98
Fardo picado medio (2,5 cm)	40 – 65	82 – 88
Fardo picado fino (0,7 cm)	40 – 65	67 – 73
Silo de Maíz micropicado	50 – 65	61 – 71
Silo de Maíz picado grueso	50 – 65	71– 81
<i>Granos y Subproductos</i>		
Maíz entero	9	100
Maíz partido	9	60
Maíz molido	9	48
Harina de soja	15	33
Aferchillo de Trigo	50	33
Cascarilla de Soja	66	23
DDGS*	46	4

\* Granos de destilería con solubles

Si bien el hecho de manejar dietas con alto nivel de concentrado durante el encierre de los animales conlleva en sí mismo un alto riesgo de acidosis, la elección de la fuente de energía (granos o subproductos), del tipo de grano, su estado de madurez y su grado de procesamiento, son elementos a considerar en la formulación de las dietas para el control de la acidosis. La inclusión de fuentes de energía no almidonáceas como los subproductos de destilería, cascarilla de soja o pulpas de frutas, son elementos que ayudan a bajar la concentración de almidón de la dieta manteniendo altas concentraciones energéticas y de esa forma ayudan a prevenir acidosis. Según Klopfenstein et al. (2008), la

inclusión de subproductos de destilería en dietas de feedlot mejoró la ganancia y la eficiencia de conversión cuando se los incluyó a niveles del 20% de la MS total. No todos los granos presentan el mismo contenido de almidón, es así que según Huntington (1997) el trigo tiene un contenido de almidón en su MS del 77%, mientras que el maíz y el sorgo contienen un 72% y la cebada un 57% de almidón en su composición. A su vez, la tasa de degradación y la degradabilidad efectiva del almidón del maíz y sorgo es menor que la del trigo y la cebada, siendo la degradabilidad de los primeros del entorno del 60% mientras que la del trigo y la cebada ronda el 95% (Huntington, 1997; Offner et al., 2003; Owens y Zinn, 2005). Estas características de degradación determinan que ante dietas con una determinada proporción de grano en su composición, el uso de trigo y cebada conlleve un mayor riesgo de tener acidosis. El estado de madurez también influye sobre la degradabilidad ruminal de los cereales. Akbar et al., (2002), estudiando seis variedades de grano de maíz encontraron que la degradabilidad ruminal de la MS del grano disminuía a medida que aumentaba el grado de madurez al momento de la cosecha. En el mismo sentido, Curbelo (2010) reporta un aumento importante en la degradabilidad ruminal y en el aprovechamiento digestivo del grano de sorgo cuando se los cosecha en un estado de maduración temprana y se los ensila húmedos respecto a los mismos cuando son utilizados en un estado de maduración tardía como grano seco. El procesamiento del grano es otro factor que afecta el sitio y la magnitud de digestión del almidón por parte de los animales (Huntington, 1997; Offner et al., 2003). Los tratamientos más usualmente aplicados en nuestras condiciones son el quebrado, molido y el ensilado húmedo del grano. Tanto el quebrado como el molido determinan la ruptura de las cubiertas externas del grano (pericarpio) y la disminución del tamaño de partícula, lo que ocasiona una mayor exposición del almidón al ataque microbiano resultando en una mayor degradación a nivel ruminal (Huntington, 1997; Offner et al., 2003, Owens y Zinn, 2005). Los tratamientos que incluyen el ensilado, ya sea del grano cosechado en un estado de maduración temprano (grano húmedo) o del grano seco al cual se le reconstituye la humedad, también son efectivos en aumentar la degradación ruminal y la digestibilidad en el tracto digestivo (Curbelo et al., 2010; Aguerre et al., 2012). Ésto se da no sólo por la disminución del tamaño de partícula del grano sino también por la disrupción de la matriz proteica que rodea los gránulos de almidón durante el proceso de fermentación dejándolos aun más expuestos para la degradación a nivel ruminal. Finalmente, procesamientos menos usados en nuestras condiciones que incluyen la aplicación de vapor y presión, como son el extrusado o los copos, determinan un aumento significativo en la degradabilidad del almidón no sólo por afectar la matriz proteica que rodea los gránulos de almidón, sino por provocar la gelatinización del mismo (Huntington, 1997; Offner et al., 2003, Owens y Zinn, 2005). A modo de ejemplo, la Tabla 2 presenta el efecto de diferentes tratamientos aplicados sobre el grano de maíz en la magnitud y sitio de digestión del almidón en animales de Feedlot (Owens y Zinn, 2005). En la

interpretación de estos resultados se debe considerar que el efecto del procesamiento aplicado a los granos será menor en aquellos granos de mayor degradabilidad ruminal (Huntington, 1997; Offner et al., 2003; Owens y Zinn, 2005). De lo expuesto anteriormente se desprende que son varios los factores que determinan el grado de fermentación de los granos a nivel ruminal, y por ende su efecto potencialmente acidógeno. En ese sentido, cuando se manejan dietas con alta proporción de granos de alta degradación a nivel de rumen (trigo o cebada), cosechados húmedo o con un procesamiento intenso, se deberían elevar los niveles de FND e adicionar aditivos para ayudar en la prevención de la acidosis, siempre asegurando un adecuado manejo de los animales y de la alimentación.

**Tabla 2:** Efecto del procesamiento del grano de maíz sobre la magnitud y sitio de digestión del almidón en animales de Feedlot (adaptado de Owens y Zinn, 2005)

	Quebrado Seco	Grano Húmedo	Copos	EEM
Degradabilidad ruminal	60,6 <sup>c</sup>	91,0 <sup>a</sup>	84,2 <sup>b</sup>	1,7
Digestibilidad intestinal	28,7 <sup>a</sup>	8,2 <sup>c</sup>	14,9 <sup>b</sup>	1,9
Digestibilidad total	89,3 <sup>b</sup>	99,2 <sup>a</sup>	99,1 <sup>a</sup>	1,9

Diferentes letras en una misma fila P<0,05; EEM= error estándar de la media

Finalmente, un aspecto no menor a considerar en la formulación de las dietas para el control de la acidosis es el uso de aditivos. Dentro de los aditivos de uso más frecuente en Uruguay para el control de la acidosis ruminal podemos señalar: a) antibióticos como los ionóforos, particularmente la monensina, b) sustancias con poder buffer como el bicarbonato de sodio y el carbonato de calcio, c) sustancias alcalinizantes como el óxido de magnesio y d) probióticos como las levaduras (*Saccharomyces cerevisiae*). Los ionóforos son antibióticos que actúan a nivel de la membrana celular de las bacterias gram positivas afectando el flujo de los iones sodio y potasio, de esta forma actúan sobre grupos bacterianos específicos, entre los que se destaca el *Streptococcus bovis*, provocando una disminución en la formación de ácido láctico a nivel ruminal (NRC, 1996; NRC, 2001). Una ventaja adicional del uso de ionóforos en los engorde a corral es el aumento en la producción de ácido propiónico en rumen a expensas de la producción de ácido acético, butírico y metano, lo que determina un uso más eficiente de la energía de la dieta (NRC, 1996; NRC, 2001). Las sustancias buffer son la combinación de un ácido o base débil y sus sales que en solución actúan resistiendo los cambios de pH, mientras que las sustancias alcalinizantes actúan aumentando directamente el pH del rumen. Se ha propuesto que el modo de acción del bicarbonato de sodio es a través del incremento en el consumo de agua y de la dilución del fluido ruminal con el

subsecuente incremento de la cantidad de almidón que escapa a la fermentación (Huntington, 1997); sin embargo, este modo de acción no explica completamente el aumento del pH ruminal cuando se usa bicarbonato (NRC, 2001). Típicamente, se recomienda la incorporación, tanto las sustancias buffer como alcalinizantes, a niveles que van del 0,5 al 2% de la MS total consumida por el animal, dependiendo del nivel y tipo de suplemento suministrado (NRC, 2001). Cabe destacar aquí que si bien el carbonato de calcio está descrito como una sustancia capaz de prevenir la acidosis, su acción es muy débil en este aspecto siendo más adecuado el uso de Bicarbonato de sodio para este fin. Los probióticos son microorganismos vivos o viables que al ser administrados en cantidades adecuadas ejercen una acción benéfica sobre la salud del huésped (FAO/WHO, 2001). En nuestro país, el probiótico más utilizado en la alimentación de rumiantes son las levaduras vivas (*Saccharomyces cerevisiae*). Las levaduras tienen el potencial de consumir el oxígeno residual del rumen y de esa manera aumentan la anaerobiosis del sistema ruminal, estimulando el crecimiento, entre otros microorganismos, de bacterias consumidoras de ácido láctico (*Selenomonas ruminantium* y *Megasphaera elsdenii*), lo que determina una disminución de la concentración de ácido láctico en rumen y ayudan en el control de la acidosis (McDonald et al., 2006). El efecto positivo de las levaduras sobre el pH ruminal es mayor cuando las dietas tienen alto nivel de concentrado y en aquellos animales con mayor nivel de consumo, siendo menos patente cuando se suministran en dietas con altos niveles de FND (Desnoyers et al., 2009). Dado que los distintos tipos de aditivos ayudan al control de la acidosis a través de diferentes formas de acción (disminución de la producción de ácido láctico, aumentos en su consumo o a través del aumento directo o la amortiguación de los cambios en el pH ruminal) su uso combinado potencia la respuesta.

### Consideraciones finales

Dado que en los últimos años la alimentación de animales a corral ha surgido como una alternativa en los sistemas de producción de carne para intensificar el sistema y valorizar el producto obtenido, resulta fundamental tener presente algunos conceptos claves para el éxito productivo durante su implementación. En primer lugar, debemos tener en cuenta que el manejo durante la recría tiene incidencia directa en el desempeño de los animales durante la terminación, no solo por los efectos que tiene en su crecimiento y desarrollo, sino por determinar que los animales bien alimentados durante la recría se adapten y eleven su consumo más rápido en los primeros días del encierre a corral, lo que determina menor incidencia de problemas sanitarios y mejores resultados productivos. El manejo de los animales durante el encierre a corral debe tender a minimizar la competencia entre ellos, para esto el manejo de lotes homogéneos en tamaño y peso, en corrales con una capacidad adecuada al número de animales y una superficie de comedero adecuada al manejo es de fundamental importancia. El manejo de la alimentación debe tender a adaptar el medio ruminal a



dietas con una elevada proporción de granos en su composición, y a manejar la distribución del alimento de forma tal de evitar períodos de ayuno en los animales. El incremento abrupto en los niveles de grano en la dieta determina el aumento de la incidencia de problemas, mientras que el aumento paulatino del concentrado en un período de 3 o 4 semanas los disminuye. La distribución rutinaria de alimento en cantidad suficiente evitando períodos prolongados de ayuno puede reducir la tasa de consumo de los animales al momento de alimentarse, disminuyendo la incidencia de problemas y de esa manera aumentando la producción. Finalmente, al momento de la formulación de las dietas siempre debemos tener en cuenta el nivel de FNDe, el tipo y la cantidad de grano incluido, su grado de procesamiento, así como la disponibilidad o no de aditivos. Es así que cuando se manejan dietas con elevada proporción de granos de alta degradación a nivel de rumen, cosechados húmedos o con un procesamiento intenso, se deberían elevar los niveles de FNDe y adicionar aditivos para asegurar el éxito productivo.

### Referencias bibliográficas

- Aguerre, M., Cajarville, C., Artegoytía, A., Audi, M., Minteguiaga, M., Repetto, J.L., 2012. Evaluación de tratamientos aplicados sobre grano de sorgo cosechado seco: sitio de digestión. *Veterinaria*, 40 suppl.1:132.
- Akbar, M.A., Lebzien, P., Flachowsky, G., 2002. Measurement of yield and in situ dry matter degradability of maize varieties harvested at two stages of maturity in sheep. *Anim. Feed Sci. Technol.* 100: 53-70.
- Allen, M.S., 1997. Relationship Between Fermentation Acid Production in the Rumen and the Requirement for Physically Effective Fiber. *J. Dairy Sci.* 80:1447-1462.
- Baldi, F., Banhero, G., La Manna, A., Fernández, E., Pérez, E., 2010. Efecto del manejo nutricional post-destete y durante el período de terminación sobre las características de crecimiento y eficiencia de conversión en sistemas de cría y engorde intensivo. Producción de Carne desde una Invernada de Precisión. Serie Actividades de Difusión N°609. INIA, Uruguay.
- Bevans, B.W., Beauchemin, K.A., Schwartzkopf-Genswein, K.S., McKinnon, J.A.J., McAllister, T.A., 2005. Effect of rapid or gradual grain adaptation on subacute acidosis and feed intake by feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 83:1116-1132.
- Cajarville, C., Aguerre, M., Britos, A., Tebot, I., Pérez, A., Elizondo, V., Repetto, J.L., 2006. Effect of feeding frequency of fresh forage on ruminal pH: data review. XIV International Symposium Lameness in Ruminant, Colonia-Uruguay.
- Curbelo, A., 2010. Ensilaje de granos de sorgo con diferente contenido en taninos: Efecto sobre la composición química, degradabilidad ruminal, digestibilidad intestinal y fermentescibilidad. Tesis de Maestría en Ciencias Agrarias. Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay.
- DeVries, T.J., von Keyserlingk, M.A.G., 2009. Competition for feed affects the feeding behavior of growing dairy heifers. *J. Dairy Sci.* 92: 3922-3929.
- Desnoyers, M., Giger-Reverdin, S., Bertin, G., Duvaux-Ponter, C., Sauvant, D., 2009. Meta-analysis of the influence of *Saccharomyces cerevisiae* supplementation on ruminal parameters and milk production of ruminants. *J. Dairy Sci.* 92 :1620-1632.
- Diario Oficial de la Unión Europea, 2012. Reglamento de Ejecución (UE) N° 481/2012 de la Comisión de 7 de junio de 2012 por el que se establecen las normas de gestión de un contingente arancelario de carne de vacuno de calidad superior. *Diario Oficial de la Unión Europea*, 8/6/2012.
- DIEA, 2012. Anuario estadístico agropecuario 2012. Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca. Dirección de Estadísticas Agropecuarias, Uruguay.
- FAO/WHO., 2001. Report of a joint FAO/WHO expert consultation on evaluation of health and nutritional properties of probiotics in food including powder milk with live lactic acid bacteria. Córdoba, Argentina.
- González, L.A., Ferret, A., Manteca, X., Ruíz-de-la-Torre, J.L., Calsamiglia, S., Devant, M., Bach, A., 2008. Performance, behavior, and welfare of Friesian heifers housed in pens with two, four and eight individuals per concentrate feeding place. *J. Anim. Sci.* 86:1446-1458.
- Griffin, D., 1998. Feedlot diseases, En: *Veterinary clinics of North America: Food animal Practice, Feedlot Medicine and management*. Vol. 14, N° 2. Ed: The Curtis center, Philadelphia, EEUU.
- Huntington, G.B., 1997. Starch utilization by ruminants: from basics to the bunk. *J. Anim. Sci.* 75:852-867.
- Ilundain, M., Lema, J.I., Peyrou, J.I., 2002. Carne vacuna: situación actual y perspectivas. Anuario OPYPA 2002. Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca, Uruguay.
- Ingrand, S., Agabriel, J., Dedieu, B., Lassalas, J., 2001. Effects of reducing access to food on intake and feeding behaviour of loose-housed dry Charolais cows. *Anim. Res.* 50: 145-148.
- INAC, 2012. Informe estadístico año agrícola julio 2011 - junio 2012. Dirección de Información y Análisis Económico, Instituto Nacional de Carne, Uruguay.
- Klopfenstein, T.J., Erickson, G.E., Bremer, V.R., 2008. Use of distillers by-products in the beef cattle finishing industry. *J. Anim. Sci.* 86:1223-1231.
- Krehbiel C.R., Cranston J.J., Curdy M.P. 2006. An upper limit for caloric density of finishing diets. *J. Anim. Sci.* 84 (E.Suppl.): E34-E49.
- McDonald, P., Edwards, R.A., Greenhalgh, J.F.D., Morgan, C.A., 2006. *Nutrición Animal*. 6a. ed., Acribia. Zaragoza. 587p.
- Mila, F., Tamber, A., 2012. Comportamiento del sector carne vacuna en 2012 y perspectivas para 2013. Anuario OPYPA 2012. Ministerio de Ganadería Agricultura



y Pesca, Uruguay.

- Nagaraja, T.G., Lechtenberg, K.F., 2007. Acidosis in Feedlot Cattle. *Vet. Clin. Food Anim.*, 23:333-350.
- Neel, J.P.S., Fontenot, J.P., Clapham, W.M., Duckett, S.K., Felton, E.E.D., Scaglia, G., Bryan, B., 2007. Effects of winter stocker growth rate and finishing system on: I. Animal performance and carcass characteristics. *J. Anim. Sci.* 85:2012-2018.
- NRC., 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. Ed. National Academy Press, 7° ed. Washington D.C., EEUU.
- NRC., 1996. Nutrient requirements of beef cattle. Ed. National Academy Press, 7° ed. Washington D.C., EEUU.
- Offner, A., Bach, A., Sauvant, D., 2003. Quantitative review of in situ starch degradation in the rumen. *Anim. Feed Sci. and Technol.* 106: 81-93.
- Olofsson, J., 1999. Competition for Total Mixed Diets Fed for Ad Libitum Intake Using One or Four Cows per Feeding Station. *J. Dairy Sci.* 82:69-79.
- Owens, F. N., Secrist, D.S., Hill, W.J., Gill, D.R., 1998. Acidosis in cattle: A review. *J. Anim. Sci.* 76:275-286
- Owens, F., Zinn, R.A., 2005. Corn Grain for Cattle: Influence of Processing on Site and Extent of Digestion. *Proc. Southwest Nutr. Conf.*: 86-112.
- Pitt, R.E., Van Kessel, J.S., Fox, D.G., Pell, A.N., Barry, M.C., Van Soest, P.J., 1996. Prediction of ruminal volatile fatty acids and pH within the net carbohydrate and protein system. *J. Anim. Sci.* 74:226-244.
- Pritchard, R.H., Bruns, K.W., 2003. Controlling variation in feed intake through bunk management. *J. Anim. Sci.* 81(E. Suppl. 2):E133-E138.
- Robinson, D.L., Oddy, V.H., Dicker, R.W., McPhee, M.J., 2001. Post-weaning growth of cattle in northern New South Wales 3. Carry-over effects on finishing, carcass characteristics and intramuscular fat. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 41:1041-1049.
- Sniffen, C.J., O'Connor, J.D., Van Soest, P.J., Fox, D.G., Russell, J.B., 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. *J. Anim. Sci.* 70:3562-3577.
- Schwartzkopf-Genswein, K.S., Beauchemin, K.A., Gibb, D.J., Crews, D.H. Jr., Hickman, D.D., Streeter, M., McAllister, T.A., 2003. Effect of bunk management on feeding behavior, ruminal acidosis and performance of feedlot cattle: A review. *J. Anim. Sci.* 81(E. Suppl. 2):E149-E158.
- Tajima, K., Aminov, R.I., Nagamine, T., Matsui, H., Nakamura, M., Benno, Y., 2001. Diet-dependent shifts in the bacterial population of the rumen revealed with real-time PCR. *Appl. Environ. Microbiol.* 67:2766-2774.
- USDA, 2012. Livestock and Poultry: World markets and trade. United States Department of Agriculture, Foreign Agricultural Service, Office of Global Analysis.