

# EFECTO DEL MANEJO DE LA ALIMENTACIÓN SOBRE LA ESTRUCTURA DE LA MUCOSA RUMINAL DEL TORO DE LIDIA

## Effect of feeding management on the structure of the Lidia bull ruminal mucosa

<sup>1</sup>Juan Manuel Lomillos, <sup>1</sup>Marta Elena Alonso, <sup>2</sup>José Ramiro González y <sup>1</sup>Vicente Ramiro Gaudioso

<sup>1</sup>Departamento de Producción y Sanidad Animal, Salud Pública Veterinaria y Ciencia y Tecnología de Alimentos. Facultad de Veterinaria. Universidad Cardenal Herrera - CEU, CEU Universities C/ Tirant lo Blanc, 7. 46115 Alfara del Patriarca - Valencia (España). <sup>2</sup>Departamento de Medicina, Cirugía y Anatomía Veterinaria. Facultad de Veterinaria de León. Universidad de León. Campus de Vegazana s/n. 24071 León (Spain). \* Fax: (0034) 987291187. Mail: jmlomp@unileon.es. Dirección postal: Departamento Producción Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad de León. Campus de Vegazana s/n. 24071 León (Spain).

### RESUMEN

En el presente trabajo se ha evaluado el efecto producido sobre diversos parámetros fisiológicos indicativos de salud ruminal, de la utilización de una mezcla homogénea de alimento concentrado y forraje, como sistema de alimentación para la finalización, o cebamiento, del toro de lidia, comparándolo con un lote de animales testigo mantenidos en extensivo y otro de individuos alimentados siguiendo el sistema tradicional, basado en la administración de alimento concentrado y forraje por separado. Para ello se tomaron muestras de la mucosa ruminal y del contenido del rumen de los animales inmediatamente después de su sacrificio para el análisis histológico de dicha mucosa y la determinación del pH ruminal. En el conjunto de los animales se observaron valores de pH compatibles con el padecimiento de una acidosis ruminal crónica ( $\text{pH} = 6,09 \pm 0,49$ ), siendo significativamente menor en los individuos alimentados con el carro mezclador ( $\text{pH} = 5,96 \pm 0,43$ ). Ambos métodos de manejo de la alimentación conducen a la formación de papilas de longitud reducida ( $43,09 \pm 23,18\%$ ) y excesivamente engrosadas ( $441,66 \pm 140,74 \mu\text{m}$ ). Además, se aprecia un efecto negativo de las dietas en las que el forraje se ofrece incorporado al concentrado, presentando abundantes pérdidas de materia con soluciones de continuidad en el epitelio del rumen y una cantidad importante de células en vías de degeneración. Esto puede ser debido al resultado pernicioso de la trituración excesiva del forraje, escaso tamaño de partícula, disminuyendo el efecto estimulante de la rumia y salivación. Por otra parte, el tiempo de cebo parece influir negativamente sobre la morfología de la papila ruminal en periodos mayores a 6 meses, mostrando un mayor acortamiento de su longitud.

**Palabras clave:** Acidosis ruminal; toro de lidia; manejo alimentario.

### ABSTRACT

This work evaluated the effect over different ruminal health parameters of a homogenous mixture of concentrate and forage diet, used as fattening feeding system of bullfight animals, comparing with a control group keep on extensive conditions and a group of animals feed under the traditional system of concentrate and forage offered separately. To achieve it ruminal mucosa and content samples were taken immediately after the animals' death in order to perform histological analyses of the rumen mucosa and to determine ruminal pH. The pH values registered were compatibles with process of chronic ruminal acidosis ( $\text{pH} = 6.09 \pm 0.49$ ), been significantly smaller in the animals feed with the mixed diet ( $\text{pH} = 5.96 \pm 0.43$ ). Both feeding strategies produced papillae shorter ( $43.09 \pm 23.18\%$ ) and excessively thicker ( $441.66 \pm 140.74 \mu\text{m}$ ). Furthermore, there is also negative effect of the mixed diet over the ruminal mucosa that presented losses in the epithelial continuity and important amounts of degenerated cells. Moreover duration of the fattening period over more of 6 months seems to increase the negatively influence over the morphology of the rumen papillae shortening the papillae length.

**Key words:** Ruminal acidosis; fighting-bull; feeding management.

## INTRODUCCIÓN

A lo largo de las últimas décadas, los tradicionales sistemas extensivos de producción de ganado bovino de lidia (*Bos taurus*) han sido paulatinamente sustituidos por otros semi-intensivos. Se ha pasado de una alimentación basada en el pastoreo exclusivo a la situación actual que combina el sistema extensivo con un cebamiento final del animal, en cercados de tamaño reducido, y con el suministro diario de raciones de alta concentración energética y elevada digestibilidad [17]. Esta última etapa de alimentación, que se denomina “cebo prelidia” o “acabado”, tiene el objetivo de proporcionar a los animales los pesos mínimos exigidos en la plaza. Dicho periodo tiene una duración que puede variar entre los 5 y 12 meses (mes) [23].

El crecimiento de los toros no es homogéneo. La curva de ganancia media diaria de peso de estos animales se sitúa en el entorno de los 180 gramos (gr)/día (d) en los 2-3 primeros años de vida, para luego incrementar el ritmo de crecimiento durante los 4 - 4,5 años de edad, consiguiéndose, en la fase final ganancias medias de 500 g/d [7] gracias a una suplementación intensiva en la época previa a la lidia, en la que un toro suele consumir más de 8 kilos (kg) de pienso diarios [12, 42]. En los tres primeros años de vida del toro se pretende que el animal consuma el máximo volumen posible de forraje y un mínimo de alimentos concentrados [9], pero en el último año el incremento de peso programado exigirá aportar mucha más energía, ya que el aumento de masa corporal a esta edad se asienta en una mayor proporción de tejido graso, hecho que hará necesaria la suplementación, con elevadas cantidades de concentrado. Contrariamente, las necesidades en proteína disminuirán, aunque es preciso aportar una cantidad suficiente de nitrógeno degradable [41].

Así, en el cebamiento final, el ganadero suministra cantidades muy elevadas de concentrado en la dieta en detrimento de la oferta de forrajes. Esta práctica de manejo puede llevar a los animales a padecer determinadas patologías digestivas como consecuencia de potenciales desequilibrios en el sensible ecosistema ruminal [3, 4, 8, 10, 24, 30, 40, 48].

En la raza de lidia se han observado procesos diarreicos ocasionados por enterotoxemias, indigestiones, timpanismos, ruminitis, paraqueratosis, acidosis ruminal y lesiones en diversos órganos asociados [1]. De dichas patologías, cuyos efectos secundarios podrían relacionarse con las caídas durante la lidia [5], la acidosis ruminal es sin duda alguna, el problema más frecuente, más importante y, con toda seguridad, el de mayores consecuencias debido a la variedad de patologías a las que predispone, o directamente causa, y el que más pérdidas ocasiona [13].

La acidosis ruminal cursa con la presencia de una alta concentración de ácidos grasos volátiles (AGVs) y, como signo patognomónico, una reducción no fisiológica del pH del rumen [48]. Las células del epitelio ruminal no están protegidas por mucus y por ello resultan más vulnerables al daño químico de los

ácidos. Este descenso en el pH y las concentraciones elevadas de AGVs provocan ruminitis, erosiones y ulceraciones del epitelio ruminal [34]. Diferentes autores han observado un engrosamiento de la capa córnea de las papilas ruminales, con retención anormal del núcleo de las células córneas, y una reacción inflamatoria y/o edema, más o menos marcado, en los estratos subepiteliales [22, 39, 49]. Este cuadro patológico es frecuente en ganado alimentado con dietas ricas en concentrados [29, 33, 46], probablemente debido a la alta tasa de proliferación y migración celular, sin tiempo suficiente para completar la diferenciación [25]. A su vez, la absorción de AGVs puede causar una reacción inflamatoria leve del tejido epitelial del rumen, lo que conduce a la proliferación celular, la cual parece dar como resultado una atrofia papilar [14, 18-20, 27, 35].

Los cambios leves en la pared del rumen raramente se traducen en síntomas clínicos y suelen ser un hallazgo de matadero, pero cuando las modificaciones estructurales interfieren la capacidad de absorción se altera el estado de nutrición del animal, descendiendo el consumo de alimento y apareciendo individuos con retrasos en el crecimiento [44].

Ante este problema, en los últimos años, muchas ganaderías de lidia han incorporado a sus explotaciones el uso de un sistema denominado remolque mezclador, consistente en un remolque que tritura y mezcla el alimento concentrado y el forraje, consiguiendo administrar a los animales una mezcla homogénea de alimento, con el objetivo de paliar los efectos negativos de la ingestión masiva de concentrado. Se busca, por un lado, proporcionar raciones capaces de aumentar el peso y tamaño de los animales y, por otro, incorporar en la dieta un nivel de fibra suficiente para asegurar un buen funcionamiento del rumen. Sin embargo, apenas existen estudios sobre la influencia que dicho método de alimentación tiene sobre el sistema digestivo y más concretamente sobre la pared ruminal en el ganado bravo.

Los objetivos de este estudio fueron analizar el efecto del tipo de presentación del alimento y la duración del periodo de alimentación en régimen intensivo de cebo sobre el pH ruminal, la estructura y morfología de la papila ruminal (longitud, grosor, localización del engrosamiento y tipo de afección) y la presencia de células de degeneración en la mucosa del rumen.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se emplearon 350 animales adultos, de 21 ganaderías situadas en la zona centro de España (Comunidades Autónomas de Castilla y León y Madrid), pertenecientes a la raza de lidia. Durante el periodo de cebo intensivo se controló la forma de suministro del alimento, estableciéndose dos categorías o grupos experimentales en función del manejo de la alimentación. Por un lado los animales con acceso a un remolque mezclador (R. M.) en el que se dispensa alimento con forraje triturado de un tamaño de partícula de 3-6 cm (36% de fibra), n = 206 animales y, por otro, animales que reciben un suministro de concentrado

con un 7% de fibra y la paja de cereal avena (*Avena sativa*), trigo (*Triticum*) y cebada (*Hordeum vulgare*) por separado (C. P.), n = 129 toros. Además, se ha segregado también a los animales en dos subgrupos, en función de la duración de la fase de cebo: menos de 6 mes (n = 237), o superior a 6 mes (n = 98).

Después de su lidia, en el desolladero de la plaza, se midió el pH ruminal mediante "phmetro digital Draminski®" (Polonia), previa incisión del saco dorsal del rumen, en aquellas reses que se faenaron inmediatamente después de su lidia. En todos los animales se obtuvieron muestras de la porción dorsal de la pared ruminal para su estudio histológico, tras ser fijadas por inmersión en formaldehído tamponado (4%) durante al menos 24 horas (h). Dichas muestras, fueron deshidratadas mediante escalas ascendentes de alcoholes (etanol y metanol) y, posteriormente, embebidas en parafina. Los cortes de 5 µm de grosor fueron teñidos con hematoxilina-eosina (H-E) y tricrómico de Masson. Se han utilizado un Procesador TP 1020 y un Microtomo Leica modelo RM2255 (Alemania).

De cada uno de los fragmentos teñidos con H-E se tomaron múltiples microfotografías con fotomicroscopio Nikon, modelo Eclipse 80i (Japón), y con un programa de toma de fotografías ACT-1 de Nikon (Japón). Se emplearon 40 aumentos para valorar la longitud de la papila, 100 para el grosor y 200 para el estudio de cada uno de los integrantes del órgano y para localizar la parte afectada de dicho engrosamiento (epitelio, lámina propia o ambos).

Se midió el grosor y la longitud de las papilas que se mostraban en las microfotografías (aproximadamente 15 medidas por animal). También se valoró la solución de continuidad de la mucosa, evaluando la pérdida de una y/o varias capas del epitelio de forma parcial o total, con cambios o no de la estructura de las células que lo componen. Se clasifican tales pérdidas como "puntuales" cuando el epitelio se encuentra afectado en menos del 25% de su superficie, "focales" si afecta entre el 26 y 50% y "multifocales", con más del 50% de pérdidas. Por último se cuantificó la presencia de células en vías de degeneración (oscuras y espumosas) en la mucosa, siendo la escala asignada: ausentes (0), escasas (1), numerosas (2) y múltiples (3).

Se tomaron muestras ruminales, control, en un lote de 15 animales de la misma raza, mantenidos en un sistema de explotación extensivo con una alimentación exclusivamente natural. El cálculo del % de acortamiento de la longitud de la papila se estimó tomando como referencia los valores control de estos animales testigo.

#### Análisis estadístico

Para el estudio estadístico de los resultados se empleó el programa SPSS V.20 (IBM Corp. Released, 2012) para Windows [28]. Se realizaron los correspondientes Análisis de Varianza de una Vía (ANOVAS), considerando diferencias significativas entre los grupos de estudio analizados aquellas cuyo valor de  $P \leq 0,05$ . Se aplicó el test de Newman-Keuls para estudiar los efectos de

cada una de las variables continuas y la prueba de Ji-cuadrado para el análisis de variables discontinuas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### pH ruminal

El pH del rumen es un parámetro fisicoquímico esencial en la fisiología de la digestión de los rumiantes [43] cuyos valores pueden fluctuar considerablemente en un rango de 5,5 a 7,2 [38]. En el presente estudio los valores del pH ruminal de los animales cebados mediante el sistema R. M. ( $5,96 \pm 0,43$ ) fue significativamente inferior ( $P < 0,05$ ) a la encontrada en los individuos alimentados con el sistema C. M. ( $6,29 \pm 0,43$ ), apreciando un valor medio  $6,09 \pm 0,49$ , que se encuadraría dentro del rango de pH señalado en la bibliografía [3, 24], indicativo del padecimiento de una acidosis ruminal crónica (6,2 – 5,6), siendo similar al señalado por García y col. [21] para la misma raza (pH=6,2).

A medida que aumenta en la ración la proporción de carbohidratos fácilmente fermentables se incrementa, también, la producción de AGVs, disminuye el tiempo de rumia y la producción de saliva de los animales, lo que se traduce en una reducción del pH ruminal [36, 38]. Por ello, se esperaba encontrar un pH mayor en los animales que siguen una dieta más rica en fibra, esto es con el sistema R. M. pero, por el contrario, se observó un pH significativamente menor, más ácido, en los animales alimentados mediante este sistema. Ello hace pensar que existen otros factores añadidos que pueden influir en la materialización definitiva de los valores del pH del rumen, tales como la interacción entre ácidos, bases y sustancias tamponantes del sistema digestivo [39], el balance entre la producción de ácidos y aquellos procesos que eliminan o neutralizan los mismos [2], la calidad de la ración aportada, la frecuencia de administración del alimento, la eventual adición de sustancias tampón y la cantidad de alimento ingerida por el animal [31, 43].

La saliva es el principal sistema amortiguador del pH ruminal. Su secreción se activa durante la masticación y la rumia dependiendo de la cantidad y longitud de la fibra aportada con la ración [37, 39, 47], así como del cereal utilizado y del tamaño de la fibra [15, 51]. La masticación del grano toscamente molido genera saliva, aunque siempre en menor cantidad que la secretada por efecto del consumo de forraje. Al aumentar el contenido de fibra del alimento crece el tiempo empleado en la masticación y la rumia y, en consecuencia, mayor será la secreción de saliva.

De acuerdo con Bach [3], existe una relación clara entre el tamaño de partícula de la fibra y la acidosis ruminal. En el presente caso, la fibra añadida al concentrado en el sistema R. M. es paja triturada de avena, trigo y cebada, de pequeño tamaño (3-6 cm aproximadamente), que nada tiene que ver con la administrada en el caso de los animales alimentados con C. P., donde el forraje, procedente de los mismos cereales, se presenta en forma empaquetada sin un proceso previo de triturado. Por

tanto, el menor tamaño de las partículas del forraje en el R. M. podría influir en el control del pH, al no estimular suficientemente la masticación y la rumia [4, 10, 48, 50] y con ellas la salivación [26].

El pH ruminal puede variar en función del tiempo transcurrido después de la última comida. El pH suele ser mínimo entre los 30 minutos (min) y las 4 h después de la ingestión [39] y se eleva entre 1 y 1,5 puntos en periodos de ayuno total de 12 h, para terneros de cebo [11]. En el presente caso, la última ingestión de alimento antes del sacrificio y toma de muestras aconteció en las

primeras h de la mañana, por tanto, en condiciones de ayuno de al menos 10 h cabría esperar un valor de pH medio más alcalino de lo encontrado.

#### Longitud y grosor de papila

En el grupo de animales control la longitud media de las papilas del rumen fue de  $5823,03 \pm 746,57 \mu\text{m}$  y el grosor de  $221,48 \mu\text{m} \pm 33,094 \mu\text{m}$ . Los valores de ambos parámetros, obtenidos en los animales en función del sistema de alimentación utilizado, se muestran en la TABLA I.

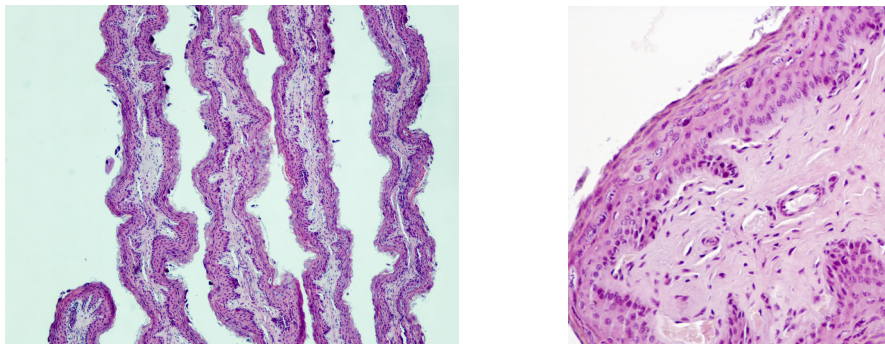
**TABLA I**  
**VALORES MEDIOS OBTENIDOS PARA LA LONGITUD Y GROSOR DE LA PAPILA RUMINAL, EN FUNCIÓN DEL SISTEMA DE FINALIZACIÓN UTILIZADO**

Sistema de cebo	n	Acortamiento longitud papila (%)	Grosor papila ( $\mu\text{m}$ )
<b>C. P</b>	135	$41,96 \pm 22,17$	$434,81 \pm 119,04^a$
<b>R. M.</b>	206	$43,10 \pm 24,3$	$442,87 \pm 153,11^a$
<b>CONTROL</b>	15	0	$221,48 \pm 33,094^b$
<b>p</b>			**

(\*\*=P<0,001)

Se observó una reducción de la longitud de papila, de aproximadamente 42,53 %, y un aumento del valor medio del grosor de la mucosa papilar que ascendió, aproximadamente, al

doble del valor obtenido en el grupo de animales considerado control (FIG. 1a y 1b).



**FIGURAS: 1A: PAPILAS NORMALES GRUPO CONTROL. 1B ENGROSAMIENTO Y ACORTAMIENTO PAPILAR. H-E X400.**

Los resultados de ambos parámetros, registrados en función de la duración de la alimentación de finalización o acabado, se muestran en la TABLA II, encontrándose diferencias significativas

entre los dos grupos considerados, tanto para la longitud de la papila como para el grosor de la misma.

**TABLA II**  
**VALORES MEDIOS OBTENIDOS PARA LA LONGITUD Y GROSOR DE LA PAPILA RUMINAL, EN FUNCIÓN DE LA DURACIÓN DE LA ALIMENTACIÓN DE FINALIZACIÓN**

		n	Acortamiento longitud papila (%)	Grosor papila ( $\mu\text{m}$ )
<b>C. P.</b>	<b>&gt; 6 meses</b>	39	$50,76 \pm 19,25^a$	$369,38 \pm 99,73^a$
	<b>&lt; 6 meses</b>	90	$39,94 \pm 22,20^b$	$470,22 \pm 113,91^b$
<b>R. M.</b>	<b>&gt; 6 meses</b>	59	$54,24 \pm 22,07^a$	$442,58 \pm 219,10^b$
	<b>&lt; 6 meses</b>	147	$38,50 \pm 23,36^b$	$442,98 \pm 117,66^b$
<b>TOTAL</b>		335	$43,09 \pm 23,18$	$441,66 \pm 140,74$
<b>p</b>			***	**

(Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas, \*\*= P<0,01 \*\*\*=P<0,001)

Aunque no existen diferencias significativas entre los valores de engrosamiento papilar de los animales pertenecientes a los dos tipos de manejo alimentario considerados, sí se aprecia un engrosamiento de las papilas ligeramente superior en los alimentados únicamente con el sistema R. M. El resultado no es clásico y se contradice con lo señalado por Steele y col. [44] quienes observaron unos estratos córneo y granuloso intactos, con dietas altas en fibra y un aumento evidente de grosor cuando los animales son sometidos a una dieta rica en carbohidratos.

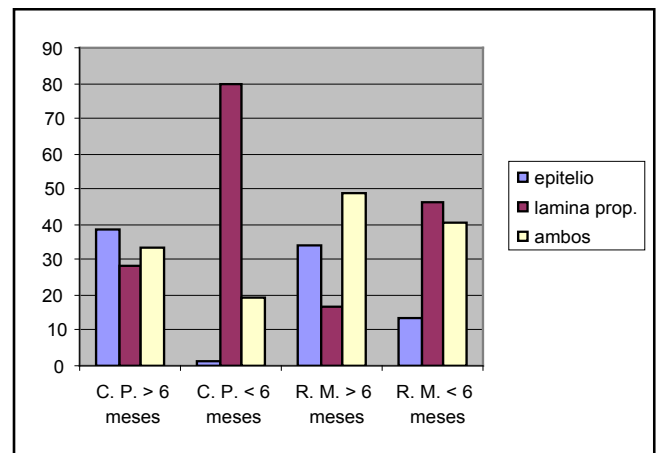
En el presente caso, el grado de engrosamiento registrado invita a pensar en la instalación de una patología crónica que se atenuaría a medida que aumentan la duración del cebamiento. El hecho de que el grado de engrosamiento de la mucosa fuera significativamente menor ( $369,38 \pm 99,73 \mu\text{m}$ ) en los animales alimentados con C. P. durante un periodo de tiempo largo, más de seis meses, en comparación con el resto ( $451,93 \pm 157,93 \mu\text{m}$ ), hace pensar que el sistema C. P. sería mejor soportado por los animales que el sistema R. M., produciendo un efecto menos nocivo sobre la pared ruminal. Posiblemente la ingesta de forraje de mayores dimensiones de partícula en el caso del sistema C. P. (no triturado como en el caso del R. M.) estimule la rumia y la salivación de una forma más evidente y su efecto tamponante proporcione un mejor resultado sobre los valores de pH y, a su vez, un menor engrosamiento de las papilas.

Algunos estudios [6, 32, 35] han mostrado que, el nivel de inclusión de forraje en la ración y el tamaño de la partícula de dichos alimentos tienen un efecto directo sobre la longitud de las papilas ruminales, que disminuye su longitud en dietas con mayor proporción de forraje, como ocurre en el presente caso. No obstante, el acortamiento papilar registrado en ambos grupos de animales, da una idea de la intensidad de cebamiento llevada a cabo y del efecto negativo que ambas prácticas de manejo tienen sobre la estructura histológica de la mucosa.

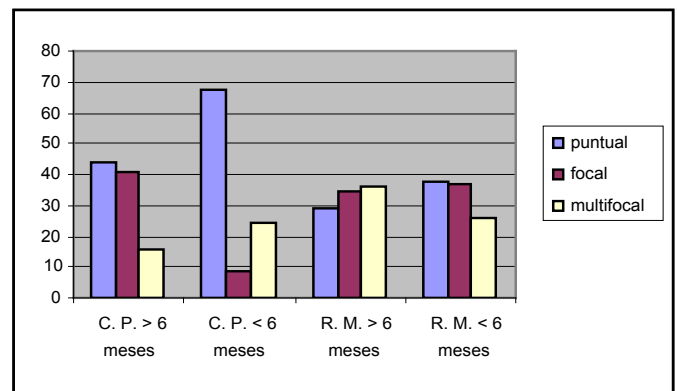
Resulta destacable el mayor acortamiento de papila que presentan los grupos de animales sobrealimentados durante más de 6 meses en comparación con el resto. Se refuerza así la teoría de que una alimentación extremadamente rica en concentrados provoca una alteración de la fisiología ruminal que se manifiesta por una degradación de la pared ruminal, con acortamiento de las papilas y engrosamiento de la mucosa y por tanto una menor capacidad de absorción de nutrientes.

**Engrosamiento y pérdidas de sustancia de las diferentes partes de la mucosa**

Al comparar los resultados de los dos grupos de alimentación intensiva considerados, aparecen diferencias, significativas ( $P < 0,001$ ) para el grado y extensión de la afección de la mucosa. En las FIGS. 2 y 3 se aprecia cómo la lámina propia es la parte que más porcentaje del engrosamiento padece en el grupo de animales cebados durante menos de seis meses. En los animales alimentados de forma intensiva durante un periodo de tiempo más prolongado se registran cambios significativos en ambas estructuras.



**FIGURA 2: PARTES AFECTADAS DE LA MUCOSA EN FUNCIÓN DEL SISTEMA DE CEBO EMPLEADO Y LOS MESES DE DURACIÓN DEL MISMO.**



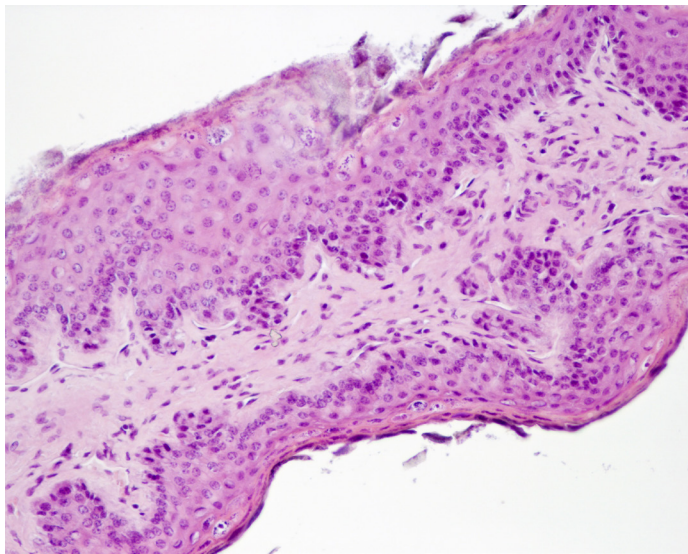
**FIGURA 3: GRADO DE ENGROSAMIENTO, EN FUNCIÓN DEL SISTEMA DE CEBO EMPLEADO Y LOS MESES DE DURACIÓN DEL MISMO.**

En los animales cebados de forma intensiva durante periodos de tiempo inferiores a los seis meses aparece un engrosamiento de la mucosa en la que la lámina propia, por proliferación del tejido conjuntivo, es la que más contribuye al engrosamiento mencionado. Esto puede ser debido a una mayor adaptación de la estructura papilar al tipo de alimentación (se debe recordar que son los animales que menor acortamiento de longitud de papila presentan). En cambio, en los toros alimentados de forma intensiva pero durante un periodo de tiempo mayor, los cambios se sustentan fundamentalmente en el epitelio (con un aumento de número de capas o del tamaño de sus células). Posiblemente, en este caso, sea la consecuencia de una menor adaptación del sistema digestivo a la causa agresiva, acompañada de un mayor acortamiento de la longitud papilar. El engrosamiento experimentado por la lámina propia en los grupos de animales alimentados en cebamiento durante menos de 6 meses podría contribuir a la persistencia de una longitud mayor de la propia papila [16, 45]. Este hecho se explicaría teniendo en cuenta que,

los toros de estos grupos se someten a un cebamiento mucho más intensivo y forzado que los de los grupos cebados durante más de 6 meses y la reacción de la lámina propia de la mucosa sería mayor. Al aumentar el tiempo de cebamiento, la respuesta de adaptación se distribuye más uniformemente entre ambas partes de la mucosa, epitelio y lámina propia.

En el presente caso, tratándose de animales que padecen acidosis ruminal crónica, el epitelio sufre un marcado engrosamiento y se vuelve frágil, perdiendo su capacidad de actuar como barrera entre el medio interno ruminal y la sangre. Esta desvitalización epitelial comporta pérdidas de sustancia [36] que predisponen a la aparición de soluciones de continuidad en dicho epitelio, normalmente en zonas de mayor fricción, que permiten el paso de microorganismos hacia el torrente circulatorio y el consiguiente riesgo de padecer septicemias por parte del animal [39].

Las pérdidas de continuidad del epitelio son mayoritariamente puntuales, existiendo una desaparición de los primeros estratos epiteliales, aunque a veces también se ve afectado el estrato granuloso y, ocasionalmente, la alteración llega hasta el estrato basal (FIG. 4).



**FIGURA 4: ALTERACIÓN EPITELIAL Y ENGROSAMIENTO DE LOS ESTRATOS BASALES DE LA ZONA AFECTADA. H-E X400.**

En los animales alimentados en cebamiento intensivo mediante el sistema C. P. durante un periodo de tiempo superior a los 6 meses se observa una mayor afección puntual y focal de las estructuras papilares alteradas, siendo en el caso de un cebamiento de menor duración mediante el mismo sistema (C. P.) las afecciones puntuales mayoritarias (FIG. 3). Por otro lado, en el caso del sistema R. M. existe un número elevado de animales con alteraciones focales y multifocales.

Se aprecia, también, un epitelio estratificado plano queratinizado, formado superficialmente por estratos de queratina

y seguidos, en profundidad, por estratos córneos y granulosos, con cierto aplanamiento y fenómenos de degeneración celular. Las células córneas son aplanadas y desprovistas de núcleo. Por debajo se dispone el estrato lúcido, más o menos continuo, formado por células hinchadas y no coloreadas.

Las pérdidas epiteliales más marcadas no siempre van unidas a un acortamiento o a un mayor engrosamiento de papila. No es posible presuponer que en todos los casos en los que la papila se acorta de forma patente (> 50%) o existe un engrosamiento palpable (> 300  $\mu$ m) va a haber grandes cambios epiteliales puesto que en ocasiones se ha observado lo contrario.

Fundamentalmente estas alteraciones se aprecian en la zona apical de la papila, que sufre un proceso de descamación más intenso. Normalmente la pérdida de sustancia implica la afectación de las primeras capas, sobre todo las córneas. En las zonas de pérdida de sustancia se aprecia un engrosamiento de las capas epiteliales restantes como respuesta orgánica a la descamación.

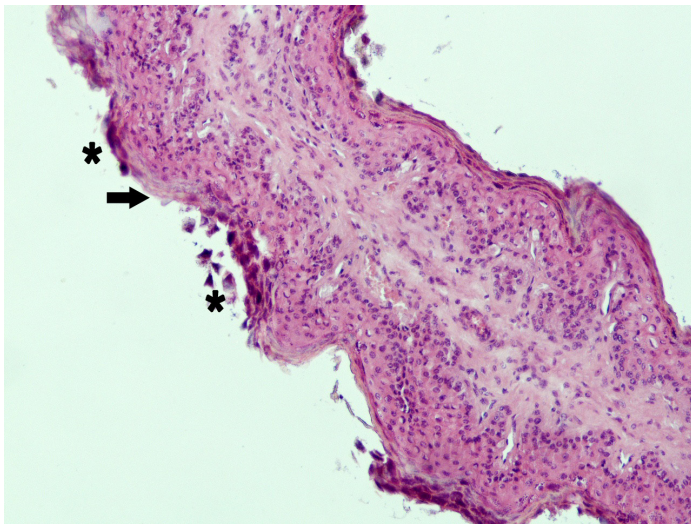
A pesar de que las pérdidas de continuidad del epitelio, en este estudio, son puntuales en los animales alimentados mediante el sistema C. P., en los individuos alimentados intensivamente durante un periodo de tiempo superior a 6 mes se observa una mayor afección focal de las estructuras papilares alteradas (FIG. 3); se aprecia, por tanto, un mayor efecto nocivo sobre la mucosa que influye, como se ha visto mayoritariamente sobre el epitelio. Por otro lado, se puede apreciar un efecto negativo del sistema de alimentación R. M. que se hace evidente por la existencia de un número mayor de animales con alteraciones focales y multifocales.

Steele y col. [44] observaron en bovinos alimentados con altas cantidades de carbohidratos, una difusa diferenciación entre los diversos estratos internos de la mucosa papilar, ya que las células del estrato basal migraron hacia el lumen a mayor velocidad sin diferenciarse convenientemente, siendo similar a lo que se ha encontrado en el estudio histopatológico. Además, dichos autores encuentran también, grietas profundas en la mucosa y describen pérdidas de continuidad semejantes a las que se han descrito en el presente trabajo, donde la adherencia entre las células del estrato córneo y el estrato granuloso parece estar comprometida, evidenciado por grandes espacios entre células, con una infiltración de los estratos superiores del epitelio ruminal con células semejantes a linfocitos.

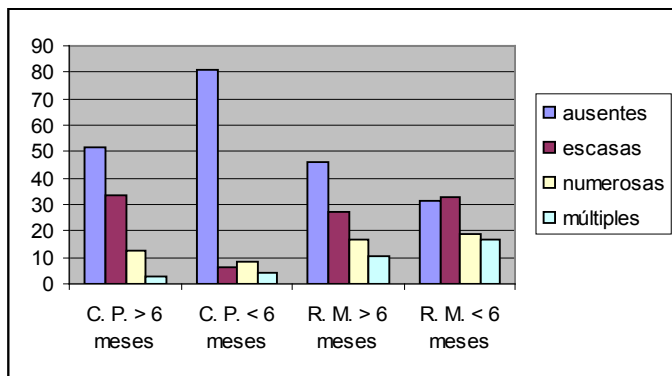
En los animales cebados con el sistema C.P. durante menos de 6 mes se intuye que existe una mayor adaptación de la estructura ruminal teniendo en cuenta la afectación y el engrosamiento de las diferentes partes de la mucosa, puestos de manifiesto en los análisis histológicos efectuados.

#### **Presencia de células en vías de degeneración**

La presencia de estas células (FIG. 5) indica daños en la mucosa ruminal. Se han encontrado diferencias, significativas ( $P < 0,05$ ), con mayores niveles de afectación en los animales que utilizan el sistema de alimentación R.M. (FIG. 6).



**FIGURA 5: PRESENCIA DE CÉLULAS CÓRNEAS ANÓMALAS (\*) JUNTO A OTRAS DE ASPECTO ESPUMOSO (FLECHA). H-E X200.**



**FIGURA 6: PRESENCIA DE CÉLULAS ESPUMOSAS EN FUNCIÓN DEL SISTEMA Y DE LA DURACIÓN DEL CEBO EMPLEADO PRE-LIDIA.**

La existencia de células de apariencia espumosa es indicativa de fenómenos patentes de degeneración celular. Se observó una presencia significativamente mayor de células espumosas en la mucosa de los animales alimentados con R. M. (FIG. 6). En sintonía con todo lo anteriormente señalado para este grupo de animales parece existir una mayor lesión ruminal influenciada por el modelo de presentación del alimento.

La aparición de células oscuras en la mucosa (muy basófilas) indica una queratinización precoz de las mismas, son muy visibles y se localizan generalmente en las zonas más dañadas de la pared del rumen. A pesar de observar un importante número de estas células en las mucosas de los animales alimentados con C. P., la cantidad es significativamente mayor en el grupo alimentado con R. M., lo que indica una adaptación aguda o un proceso de reacción de mayor entidad, lo que induce a pensar en

la existencia de un efecto negativo de la reducción del tamaño de partícula del forraje sobre la estructura de la mucosa de los animales alimentados con este sistema.

Además, en la alimentación de los toros de lidia existen otros problemas añadidos y relacionados con el manejo. Por un lado, una alimentación irregular a lo largo de la vida del animal, con periodos de carencias profundas y un cebamiento excesivo final [12, 42] y, por otro, la administración del alimento en una o dos tomas diarias, ritmo de ingestión considerado inapropiado por autores [15, 21], los cuales estiman que a mayor número de tomas (6 como media, e incluso *ad libitum*) se obtiene una mayor estabilidad del pH ruminal y de la producción de AGVs.

### AGRADECIMIENTO

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el proyecto de investigación titulado: "Estudio de la incidencia de las nuevas técnicas de alimentación aplicadas en ganado vacuno sobre el comportamiento del toro de lidia en la plaza y creación de un registro de manifestación del síndrome de caída", financiado por el Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León (España).

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ALONSO-VAZ, F. La alimentación y su influencia en las caídas de los toros. **IV Congreso Mundial Taurino de Veterinaria**. 13-16 octubre. Salamanca, España. Pp 53-61. 2002.
- [2] ALLEN, M.S. Relationship between fermentation acid production in the rumen and the requirement for physically effective fiber. **J Dairy Sci**. 80: 1447-1462. 1997.
- [3] BACH, A. Nutrición, patología digestiva y salud intestinal de rumiantes en cebo: aspectos prácticos. **XVIII Curso de Especialización FEDNA: Avances en Nutrición y Alimentación Animal**. Fira de Barcelona. 2-5 mayo. España. Pp 141-159. 2002.
- [4] BACH, A. Trastornos ruminales en vacuno lechero: un enfoque práctico. **Prod. Anim**. 191: 13-33. 2003.
- [5] BARTOLOMÉ, D.J.; POSADO, R.; GARCÍA, J.J.; ALONSO, M.E.; GAUDIOSO, V.R. Acidosis ruminal en el toro bravo. **Albéitar**. 148: 14-16. 2011.
- [6] BEHARKA, A.A.; NAGARAJA, T.G.; MORRILL, J.L.; KENNEDY, G.A.; KLEMM, R.D. Effects of form of the diet on anatomical, microbial, and fermentative development of the rumen of neonatal calves. **J. Dairy Sci**. 81: 1946-1955. 1998.
- [7] CABALLERO DE LA CALLE, J.R. Análisis de la evolución del crecimiento del toro de lidia en la fase de acabado. **V Congreso Mundial de Veterinaria Taurina**. Septiembre. Valladolid. Pp 106-109. 09/11-13 2005.

- [8] CALSAMIGLIA, S.; A FERRET, A. Fisiología ruminal relacionada con la patología digestiva: acidosis y meteorismo. **Prod. Anim.** 192: 2-23. 2003.
- [9] CARBONELL, A.; GÓMEZ, A. La alimentación del toro de lidia. Aplicación en la ganadería de Jaralta. Ganadería – Serie Alimentación Animal. Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía, España. Pp 165-187. 2001.
- [10] CERRATO-SÁNCHEZ, M.; CALSAMIGLIA, S. Acidosis ruminal y estrategias de prevención en vacuno lechero. **Prod. Anim.** 220: 66-76. 2006.
- [11] CHURCH, R. Fisiología del rumen. **El rumiante, fisiología digestiva y nutrición.** Acribia. Zaragoza. Pp 641. 1998.
- [12] COMPAN, H.; ARRIOLA, J. Acidosis ruminal en el toro de lidia (III). **Toro Bravo** 15: 30-33. 1998.
- [13] COMPAN, H. Nuevas tendencias en la alimentación de toros y novillos. **Manual de manejo y nutrición del toro de Lidia I.** Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León. Pp 20-39. 2007.
- [14] COELHO, S.G. Ganho de peso e desenvolvimento do estômago de bezerros desaleitados aos trinta dias de idade e alimentados com concentrado e com ou sem feno. Universidad Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil. Tesis de Grado. Pp 145. 1999.
- [15] DE BRABANDER, D.L.; DE BOEVER, J.L.; VANACKER, J.M.; GEERTS, N.E. Evaluation and effects of physical structure in dairy cattle nutrition. Recent developments and perspectives in bovine medicine. **XXII World Buiatrics Congress.** Klinik für Rinderkrankheiten, Hannover, 06/3-5. Alemania. Pp 182-197. 2002.
- [16] DELLMANN, H.D.; BROWN, E.M. El sistema digestivo. **Histología Veterinaria.** Río de Janeiro. Guanabara Koogan. Pp 397. 1982.
- [17] DOMEQ, J.P. Alimentación del toro. **Del toro a la bravura.** Libro. Alianza Editorial. Madrid. 184 pp. 2009.
- [18] GAEBEL, G.; MARTENS, H.; SUENDERMANN, M.; GALPI, P. The effects of diet intra-ruminal pH and osmolarity on sodium, chloride and magnesium absorption from the temporarily isolated and washed reticulo-rumen of sheep. **Quart. J. Exp. Physiol.** 72(4): 501- 511. 1987.
- [19] GÁLFI P.; NEOGRÁDY, S.; SAKATA, S. Effects of volatile fatty acids on the epithelial cell proliferation of the digestive tract and its hormonal mediation. **International Symposium on ruminant physiology.** San Diego, Estados Unidos. 03/13. Pp 49-59. 1991.
- [20] GALPI, P.; GABEL, G.; MARTENS, H. Influence of intracellular matrix components on the growth and differentiation of ruminal epithelial cells in primary culture. **Res. In Vet. Sci.** 54(1): 102-109. 1993.
- [21] GARCÍA, J.J.; POSADO, R.; ZÚÑIGA, J.; TABERNERO DE PAZ, M.; BODAS, R. Monitoring rumen environment in finishing Lidia Bulls. **Rev. MVZ.** Córdoba 21(2): 5355-5365. 2016.
- [22] GENTILE, A.; RADEMARCHER, G.; KLEE, W. Acidosis ruminale fermentativa nel vitello lactante. **Obiettivi & Documenti Veterinari.** 12: 63-75. 1997.
- [23] GÓMEZ-PEINADO, A. Acidosis ruminal y su incidencia en la lidia. **II Jornadas sobre Ganado de Lidia.** Universidad Pública de Navarra. Noviembre. Pamplona, España. Pp 128. 2001.
- [24] GONZÁLEZ, L.A.; MANTECA, X.; CALSAMIGLIA, S.; SCHWARTZKOPF-GENSWEIN, K.S.; FERRET, A. Ruminal acidosis in feedlot cattle: Interplay between feed ingredients, rumen function and feeding behavior (a review). **Anim. Feed Sci. Technol.** 172(1-2): 66-79. 2012.
- [25] GOODLAD, R. Some effects of diet on the mitotic index and the cell cycle of the ruminal epithelium of sheep. **Quart. J. Exp. Physiol.** 66(4): 487-499. 1981.
- [26] GRANT, R.J.; COLENBRANDER, V.F.; MERTENS, D.R. Milk fat depression in dairy cows: role of silage particle size. **J. Dairy Sci.** 73: 1834-1842. 1990.
- [27] GREENWOOD, R.H.; MORRIL, J.L.; TITGEMEYER, E.C.; KENNEDY, G.A. A new method of measuring diet abrasion and its effect on the development of the fore stomach. **J. Dairy Sci.** 80(10): 2534-2541. 1997.
- [28] IBM Corp. Released. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 21.0. Armonk, New York. IBM Corp. 2012.
- [29] JENSEN, R.; FLINT, J.C.; UDALL, R.H.; DEEM, A.W.; SEGER, C.L. Parakeratosis of the rumens of lambs fattened on the pelleted feed. **Am. J. Vet. Res.** 15(55): 202-216. 1954.
- [30] JIMENO, V.; MAJANO, M.A.; MAZZUCHELI, F.; MIRAT, F. Patologías nutritivas en la terminación del toro de lidia. **VI Symposium del Toro de Lidia.** Zafra, 10/24-26. España. Pp 51-61. 2003.
- [31] KAUFMAN, W.; HAGEMEISTER, H.; DIRKSEN, G. Adaptation to changes in dietary composition, level and frequency of feeding. **Digestive Physiology and Metabolism in Ruminants.** Pp 587-602. 1980.
- [32] KLEIN, R.D.; KINCAID, R.L.; HODGSON, A.S.; HARRISON, J.H.; HILLERS, J.K.; CRONRATH, J.D. Dietary fibres and early weaning on growth and rumen development of calves. **J. Dairy Sci.** 70: 2095-2104. 1987.
- [33] MAYER, E. Changements de régimes alimentaires et variations morphologiques des papilles du rumen chez la vache laitière à haute production. **Bull Académ. Vét.** 59: 159. 1986.



- [34] MCDONALD, P. Nutrición de ruminantes. **Nutrición animal**. Ed. Acribia. Zaragoza. 6° Ed., Pp 604. 2006.
- [35] NOCEK, J.E.; KESLER, E.M. Growth and rumen characteristics of Holstein steers fed pelleted or conventional diets. **J. Dairy Sci.** 63: 249-254. 1980.
- [36] NOCEK, J.E.; WILLIAM-HEALD, C.; POLAN, C.E. Influence of ration physical form and nitrogen availability on ruminal morphology of growing bull calves. **J. Dairy Sci.** 67: 334-343. 1984.
- [37] OETZEL, G.R. Introduction to Ruminant Acidosis in Dairy Cattle. **34th Annual Convention American Association of Bovine Practitioners**. Vancouver, 09/13-15. British Columbia, Canadá. Pp 31-42. 2001.
- [38] OWENS, F.N.; GOETSCH, S.L. Fermentación ruminal. **El Rumiante. Fisiología Digestiva y Nutrición**. Editorial Acribia. Zaragoza, España. Pp 159-189. 1988.
- [39] OWENS, F.N.; SECRIST, D.S.; HILL, W.J.; GILL, D.R. Acidosis in cattle: a review. **J. Anim. Sci.** 76: 275-286. 1998.
- [40] PEREIRA, V.; VÁZQUEZ, P.; HERNÁNDEZ, J.; CASTILLO, C.; MÉNDEZ, J.; LÓPEZ-ALONSO, M.; BENEDITO, J.L. Patogenia e implicaciones clínicas del síndrome acidótico en terneros de cebo. **Prod. Anim.** 221: 22-35. 2006.
- [41] PURROY, A.; MENDIZÁBAL, J.A. Manejo de la alimentación en el ganado de lidia. **Zootecnia, Bases de Producción Animal. Producciones Equinas y de Ganado de Lidia. Tomo XI**. Pp 281-294. 1996.
- [42] RODRÍGUEZ-MEDINA, P.L. La alimentación del ganado de lidia. **I Symposium del Toro de Lidia**. Zafra, 10/24-26. España. Pp 79-99. 1993.
- [43] SAUVANT, D.; MESCHY, F.; MERTENS, D. Les composantes de l'acidose ruminale et les effets acidogènes des rations. **INRA Prod. Anim.** 12(1): 49-60. 1999.
- [44] STEELE, M.A.; OUSAMA, S.E.; CROOM, J.; MCBRIDE1, B.V. Ruminal acidosis and the rapid onset of ruminal parakeratosis in a mature dairy cow: a case report. **Acta Vet. Scandinav.** 51: 39. 2009.
- [45] STEVEN, D.H.; MARSHALL, A.B. Absorption. Organization of the rumen epithelium. **International Symposium on physiology of digestion and metabolism in the ruminant**. August. Cambridge, England. Pp 80-100. 1970.
- [46] TAMATI, H.; KIKUCHI, T. Electron microscopy study on parakeratotic ruminal epithelium in beef cattle. **Jap. J. Vet. Sci.** 40: 21. 1978.
- [47] VARGA, G.A.; DANN, H.M.; ISHLER, V.A. The use of fibre concentrations for ration formulation. **J. Dairy Sci.** 81: 3063-3074. 1998.
- [48] VÁZQUEZ, P.; PEREIRA, V.; HERNÁNDEZ, J.; CASTILLO, C.; MÉNDEZ, J.; LÓPEZ-ALONSO, M.; BENEDITO J.L. Acidosis crónica en terneros: nuevas pautas de prevención. **Prod. Anim.** 216: 4-15. 2005.
- [49] VIÑAS-BORRELL, L. Efecto de la acidosis crónica en la pared ruminal. En: **Acidosis crónica-latente (subclínica o subliminal y subaguda) y meteorismos ruminales de génesis alimentaria en los terneros de cebo en cría intensiva**. Editorial Elanco Sanidad Animal. Madrid. Pp 62. 1996.
- [50] WEIDNER, S.J.; GRANT, R.J. Altered ruminal mat consistency by high percentages of soybean hulls fed to lactating dairy cows. **J. Dairy Sci.** 77: 522-532. 1994.
- [51] YANG, W.Z.; BEAUCHEMIN, K.A. Effects of barley grain processing on extent of digestion and milk production of lactating cows. **J. Anim. Sci.** 83: 554-568. 2000.