

1 **MONITORIZACIÓN DEL AMBIENTE RUMINAL DURANTE LA FASE DE**
2 **REMATE DEL TORO DE LIDIA**

3
4 J.J. García^{1,*}, R. Posado¹, J.A. Zúñiga², M.J. Taberero de Paz¹, R. Bodas¹.

5
6 ¹Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León-Subdirección de Investigación y
7 Tecnología. Consejería de Agricultura y Ganadería. Junta de Castilla y León. Carretera de
8 Carbajosa S/N-Bajo. 37008 Salamanca (España).

9
10 ²Garcisan Distribuciones S.L. Bernardo Dorado 2. C.P 37008 Salamanca.

11 *autor para correspondencia: gargarjj@itacyl.es

12 **Resumen**

13 El presente trabajo pretende caracterizar las modificaciones que se producen en el pH y la
14 temperatura ruminal de los toros de lidia criados con un sistema de alimentación basado en el
15 suministro de una mezcla unifeed seca durante la etapa de acabado. Se han utilizado 5 toros
16 cuatreños de la raza de Lidia. La alimentación, aproximadamente 10 kg/animal y día de la
17 mezcla indicada, era suministrada mediante carro unifeed una vez al día, a primera hora de la
18 mañana. Los toros disponían de un espacio cercado de 17 ha, que les permitiría expresar sus
19 patrones de comportamiento de pastoreo en libertad con plena normalidad. El pH se midió, de
20 forma continua, utilizando una sonda interna de pH y temperatura sin cables. El pH medio se
21 sitúa en torno a 6,20. Ni los valores de temperatura ruminal medios ni los máximos
22 registrados son excesivamente altos como para ser indicativos del desarrollo de patologías o
23 infecciones que pudieran afectar al estado de los animales.

24 Mediante un manejo adecuado de las raciones y del sistema de alimentación, puede llevarse a
25 cabo una suplementación con alimentos concentrados para toros de lidia en la fase de remate
26 de manera adecuada y respetuosa con su ambiente ruminal.

27 PALABRAS CLAVE: Acidosis, pH, temperatura, monitorización, alimentación, bovino.

28

29 **Title:** MONITORING OF RUMEN ENVORINMENT IN FINISHING LIDIA BULLS

30 **Abstract**

31 The aim of this work was to characterize the changes occurred in rumen pH and temperature
32 in finishing Lidia breed bulls reared extensively and fed on a dry total mixed ration (TMR).
33 Five Lidia bulls (aged 4 years) received approx. 10 kg TMR per animal and day from an
34 unifeed mixer in the morning. Bulls could move freely in a 17 ha fenced area and express
35 normally their feeding behaviour. Internal wireless boluses were used to collect pH and
36 temperature values every 10 minutes throughout the measurement period. Average daily pH
37 was 6.2. Average and maximum daily temperature are not high enough to be indicative of
38 disease (infections of other pathologies). When rations and feeding system are appropriately
39 managed, Lidia bulls can be supplemented with concentrates in the finishing stages of their
40 productive cycle without impairing rumen environment.

41 **Keywords:** acidosis, pH, temperature, monitor, feeing system, cattle.

42

43 **Introducción y objetivos**

44

45 De todos los bóvidos, la raza de Lidia es la única que se explota con una finalidad productiva
46 diferente a la producción de carne o leche: la producción de comportamiento.

47 A lo largo de las últimas décadas los sistemas extensivos tradicionales de producción de
48 ganado bravo han sido sustituidos paulatinamente por otros sistemas semi-intensivos. De
49 manera habitual, la alimentación se basaba, esencialmente, en el pastoreo que aprovechaba la
50 capacidad de los rumiantes para alimentarse a partir de forrajes fibrosos desde su destete hasta
51 el momento en que se dirigían a la plaza, sin apenas adición extra de alimento. Sin embargo,
52 la necesidad de lograr un perfecto acabado de los toros en un periodo relativamente corto de
53 tiempo, hace que los ganaderos utilicen cantidades muy elevadas de concentrados en la dieta
54 en detrimento de los forrajes. En esta situación, al sistema extensivo tradicional se añade un
55 periodo de engorde final del ganado, que suele comenzar en el verano-otoño del año anterior a
56 su lidia, en cercados de tamaño reducido y con el suministro diario de raciones de alta
57 concentración energética y digestibilidad (Bartolomé, 2009). En esta evolución se ha pasado,
58 por tanto, de un animal criado en un régimen extensivo puro, cuyas patologías solían estar
59 asociadas a carencias nutricionales, a un sistema de explotación donde los animales alcanzan
60 antes su peso óptimo para la lidia pero que se encuentran, en muchas ocasiones,
61 sobrealimentados (Purroy *et al.*, 2003).

62 Este cambio en el sistema de alimentación puede llevar a los animales a manifestar
63 determinadas patologías nutricionales ocasionadas por excesos alimenticios, muy conocidas
64 ya en el sector del vacuno lechero, pero poco exploradas en el ganado bravo, e incluso sufrir
65 algunos efectos secundarios en forma de caídas durante la lidia (Vaz, 2002; Jimeno *et al.*,
66 2003). De todas ellas, la acidosis ruminal (AR) es, sin duda alguna, el problema más
67 frecuente, importante y, con toda seguridad, el de mayores consecuencias, debido a la
68 variedad de patologías a las que predispone o directamente causa y el que más pérdidas
69 ocasiona (Compan y Arriola, 1998).

70 Por otra parte, la temperatura ruminal es otro de los factores que puede condicionar el
71 crecimiento bacteriano en el rumen, sobre todo cuando se producen descensos bruscos de

72 temperatura, asociados a la ingesta de agua o forraje frío (Van Lier y Regueiro, 2008). Los
73 valores fisiológicos de temperatura ruminal oscilan en un rango entre 39–40 °C (Church,
74 1993) o 38-42 °C (Yokohama y Johnson, 1988), dependiendo de los autores. Dicha
75 temperatura es, de media, entre 1 y 2 grados por encima de la temperatura corporal del
76 animal, debido a la enorme cantidad de procesos metabólicos que se producen en el rumen.

77 De un modo general, se acepta la existencia de dos formas de AR: aguda o clínica y subaguda
78 o subclínica (Nocek, 1997; Owens *et al.*, 1998; Barroso, 2003; Stone, 2003). Sin embargo, en
79 función del valor de pH ruminal, Bach en 2003 describió tres tipos de acidosis: crónica (pH =
80 6,2-5,6), subaguda o subclínica (pH = 5,2-5,6) y aguda (pH = 5,2).

81 En cualquier caso, el padecimiento de la AR altera el funcionamiento normal del rumen y la
82 integridad de otros sistemas orgánicos, produciendo abscesos hepáticos, diarrea, laminitis,
83 etc., lesiones cuyos efectos pueden estar relacionadas de una forma directa o indirecta con la
84 aparición de caídas durante el transcurso de la lidia (Gómez-Peinado, 2001). En este sentido,
85 Bartolomé (2009) evidenció la presencia de esta patología en machos de la raza de Lidia. Así,
86 este autor observó que un 59% de las reses estudiadas se lidiaron con valores de pH ruminal
87 compatibles con el padecimiento de algún tipo de acidosis, la mayoría de tipo crónico; un
88 27% presentaron alguna afección hepática y un 71% paraqueratosis en la mucosa ruminal.
89 Para este mismo autor, la presencia de lesiones en el hígado juega un papel muy importante
90 en la aparición de caídas durante la lidia del toro en la plaza, fundamentalmente de las más
91 graves, incrementándose, progresivamente, el número de claudicaciones a medida que se
92 agrava la lesión hepática. En lo que se refiere al comportamiento, la presencia de
93 paraqueratosis y un pH ruminal ácido condicionaron negativamente la respuesta etológica del
94 animal en el ruedo.

95 Se hace, pues, necesario profundizar en el estudio de esta patología y conocer cómo los
96 actuales sistemas de alimentación de toros de lidia influyen en la misma, para buscar un

97 sistema que permita conseguir el volumen y el trapío exigidos sin alterar la fisiología ruminal,
98 buscando con ello mejorar el rendimiento de los animales durante la lidia. Por consiguiente, el
99 objetivo del presente experimento fue caracterizar las condiciones ruminales de toros criados
100 con un sistema de alimentación basado en el suministro de una mezcla unifeed seca durante la
101 etapa de acabado.

102

103

104 **Material y métodos**

105

106 **Animales y dietas**

107 Se han utilizado 5 toros cuatreños de la raza de Lidia. Los animales fueron manejados de
108 acuerdo con los protocolos habituales de la ganadería de origen, situada en el término
109 municipal de Tejeda y Segoyuela (Salamanca), y fueron alimentados con una mezcla unifeed
110 cuyos ingredientes y composición química se detallan en las Tablas 1 y 2, respectivamente.
111 Todos los animales recibieron la misma alimentación, aproximadamente 10 kg/animal y día
112 de la mezcla indicada, suministrada mediante carro unifeed una vez al día, a primera hora de
113 la mañana.

114 El manejo de los animales se realizó de acuerdo con las condiciones establecidas en el Real
115 Decreto 53/2013 y la Directiva 2010/63/UE sobre protección de los animales utilizados para
116 fines científicos, y el Reglamento (CE) 1/2005, relativo a la protección de los animales
117 durante el transporte y las operaciones conexas. Los toros disponían de un espacio cercado de
118 17 ha, que les permitiría expresar sus patrones de comportamiento de pastoreo en libertad con
119 plena normalidad.

120

121 *[Tabla 1. Ingredientes de las raciones utilizadas]*

122

123 *[Tabla 2. Composición química de la ración]*

124

125 La composición química del pienso y de la ración final fue analizada en las dependencias de
126 MasterLab España Analytical Services (Tres Cantos, Madrid).

127

128

129 Sondas de pH y temperatura

130 El pH se midió, de forma continua, usando la sonda interna de pH y temperatura sin cables
131 (SmaXtec animal care sales GMBH, GRAZ, Austria), desarrollada y evaluada por Gasteiner
132 *et al.*, en 2009. Esta sonda, con unas dimensiones de 132 x 35 mm. recoge los valores de pH
133 (0-14, $\pm 0,2$ unidades) y temperatura (25-50° C, $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$) cada 10 minutos durante todo el
134 periodo de medida que fue, de media, de 37 ($\pm 8,2$) días.

135 Cada sonda fue calibrada usando estándares de pH 4 y 7 antes de ser utilizada. Una vez
136 calibrada, la sonda se introdujo con ayuda de un aplicador vía oral, para ser alojada en el
137 retículo, donde permaneció hasta el sacrificio del animal, momento en que fue recuperada.

138 La lectura de los datos almacenados en los bolos se realizo mediante un lector móvil que
139 requiere estar conectado a un ordenador para la visualización de los mismos.

140

141 Análisis de los datos

142 Los datos de temperatura y pH obtenidos fueron, en primer lugar, promediados para cada día
143 como máximo, mínimo y medio, área bajo la curva y tiempo en el cual el pH estuvo por

144 debajo de 7,0, 6,6, 6,2, 5,8, 5,4 y 5,0. El área bajo la curva se calculó multiplicando el valor
145 absoluto de las desviaciones en el pH por el tiempo (minutos) que el pH está bajo el nivel para
146 cada medida.

147 Para la temperatura se procesaron los datos máximo, mínimo y medio, tiempo por debajo de
148 38,4 y por encima de 39,0, 39,2, 39,4, 39,6 y 39,8°C. El área bajo la curva se calculó como se
149 indica para el pH. Los datos de temperatura correspondientes a los momentos de ingestión de
150 agua de cada animal también fueron identificados: la temperatura muestra un descenso
151 inmediato y acusado seguido de un incremento lento hasta alcanzar valores cerca de la
152 temperatura previa a la ingestión de agua (Dye y Richards, 2008). Para estos mismos autores
153 el comienzo de un evento de bebida se identificó cuando la temperatura ruminal sufrió un
154 descenso superior a 0,28°C desde la medida anterior; y el final del periodo de bebida se
155 consideró cuando la temperatura cesó de incrementar sus valores durante un periodo de 10
156 minutos.

157

158

159 **Resultados y discusión**

160

161 En la Tabla 3 se muestran los valores descriptivos de pH ruminal. El pH medio se sitúa en
162 torno a 6,20, valor que puede considerarse como fisiológicamente normal (Bach, 2003). Los
163 valores de pH observados estuvieron muy próximos a los indicados por Posado *et al.*, (2013)
164 y por encima de los señalados por otros autores para animales de similares características
165 (Bartolome, 2009; Moya *et al.*, 2010).

166 Los valores máximo y mínimo de las horas a las que se alcanza el pH máximo y el pH
167 mínimo parecen señalar que hay momentos puntuales en los cuales los picos extremos de pH

168 se dan durante la noche. Sin embargo, tanto los cuartiles como la moda y el valor medio son
169 indicativos de que el pH mínimo suele alcanzarse a primera hora de la tarde (entre las 15:00 y
170 las 17:00), es decir, entre 5 y 8 horas después de haber suministrado la ración. Por su parte, el
171 pH máximo se alcanza a primera hora de la mañana (entre las 8:00 y las 10:00), justo antes
172 del suministro de alimento, coincidiendo con lo publicado por Bach en 2002. Así, la ingestión
173 de alimento suele producirse en torno a los valores máximos de pH (o momentos posteriores),
174 mientras que los valores mínimos de pH son indicativos del momento en el que se produce la
175 máxima actividad fermentativa en el rumen, tras una ingestión considerable de alimento. En
176 concordancia con lo afirmado por Crater *et al.*, (2007), el pH del rumen baja de una manera
177 progresiva inmediatamente después del suministro del alimento y retorna a los niveles previos
178 en 24 horas, como puede observarse en las Figuras 1 y 2.

179

180 *[Figura 1 Gráfica de los valores reales (medidos) de pH y*
181 *temperatura ruminal durante tres días consecutivos]*

182

183 El valor de pH medio observado en el presente trabajo (6,22) es ligeramente superior a los
184 datos encontrados por Bartolomé (2009), cuyo valor medio (6,08) se encuentra dentro del
185 límite considerado como de acidosis crónica (Bach, 2003), y por debajo del cual la
186 digestibilidad de la parte fibrosa de la ración comienza a estar comprometida (Grant y
187 Mertens, 1992). Bartolomé (2009) encontró, además, evidentes síntomas de acidosis ruminal
188 aguda en toros de lidia al final de su ciclo productivo. Esta discrepancia puede deberse,
189 fundamentalmente a dos factores; el primero tiene que ver con el momento de la toma de
190 muestras: mientras que en este trabajo se trata de una monitorización continua de las
191 condiciones ruminales, en el estudio de Bartolomé (2009) el pH se midió únicamente tras el
192 sacrificio de los animales, cuando estos habían pasado por una fase de estrés agudo y una

193 notable deshidratación. Por otra parte, como ya se ha señalado (Calsamiglia *et al.*, 2003), el
194 manejo de la alimentación puede resultar más determinante que la composición de la ración o
195 las estrategias nutricionales sobre el pH ruminal y el consiguiente riesgo de acidosis. Así,
196 aunque el alimento era distribuido para permitir a los animales una ingestión de 10 kg de
197 mezcla unifeed por cabeza, el sistema de manejo en un cercado amplio (alrededor de 17 ha)
198 les habrá permitido expresar su patrón de comportamiento normal de pastoreo en libertad.

199 No obstante, es probable que, al disponer de una superficie amplia sobre la que moverse, los
200 animales pasen una gran parte del tiempo alejados del punto donde se suministra la mezcla
201 unifeed, lo que provocaría que se redujera el número de ingestas y aumentara el volumen de
202 las mismas, con lo cual se dificultaría la regulación del pH ruminal. Es posible que se den
203 situaciones en las ganaderías en las que, aunque el alimento se distribuya, como en este caso,
204 a primera hora de la mañana y permanezca en el comedero disponible a lo largo del día, puede
205 haber diferencias en el patrón de ingestión de alimento entre animales. Así, la distribución del
206 alimento en momentos puntuales, aún con espacio suficiente en el comedero para todos los
207 animales, da lugar a fenómenos de competencia entre individuos por el acceso al mismo,
208 reduciendo el número de comidas al día e incrementando la cantidad de alimento ingerida en
209 cada comida; esto puede dar lugar a una desregulación de los mecanismos para mantener las
210 condiciones ruminales óptimas (González *et al.*, 2008; Schwartzkopf-Genswein *et al.*, 2004).
211 En este sentido, en nuestro estudio se observó que cada animal mostró un patrón diario
212 (Figura 4) diferente de variación del pH ruminal, si bien tanto los datos de pH como la
213 ausencia de signos clínicos patognomónicos, no permiten concluir que hubiera procesos de
214 acidosis evidentes.

215

216 *[Figura 2. Evolución del pH medio a cada hora del día (media de todos los días del*
217 *periodo de medición) para cada uno de los toros y la media global de todos ellos.]*

218

219 *[Tabla 3. Valores descriptivos de pH ruminal diario de toros de lidia en la fase de*
220 *remate.]*

221

222 Cada microorganismo posee un rango de pH óptimo para desarrollarse y, en conjunto, para la
223 microbiota habitual del rumen éste se sitúa entre 5,5 y 6,9; fuera de este rango se favorece el
224 desarrollo de otros microorganismos que alterarían el patrón metabólico del rumen haciendo
225 enfermar al animal. (Relling y Mattioli, 2003). Así pues, los individuos monitorizados en este
226 trabajo pasan dentro del rango fisiológico más del 94% del tiempo (entre el 88,9% y el 99,0%
227 en función de los individuos), como media, lo cual evitaría el desarrollo de microorganismos
228 que pudieran alterar la fermentación ruminal.

229 Para Yokohama y Johnson (1988), variaciones considerables durante el día en los valores de
230 pH ruminal pueden influir profundamente sobre la población microbiana, de tal forma que son
231 más nocivas las fluctuaciones diarias de pH que un valor medio relativamente bajo. Como se
232 observa en la Tabla 3, el área bajo la curva (Tiempo (min/día) × pH) para pH inferior a 5,40
233 es, de media, de 14 minutos, si bien en algunos animales alcanza la media hora. Estos tiempos
234 no parecen ser suficientes para que se produzcan alteraciones en la microbiota que puedan
235 comprometer la fisiología ruminal. En este sentido, ya se ha señalado que el mantenimiento
236 de un pH relativamente bajo favorecería el crecimiento de clostridios y coliformes que
237 provocarían una inflamación de la mucosa y el desarrollo de hiper o paraqueratosis, que
238 actuarían como barrera física para la absorción de AGV (Krehbiel *et al.*, 1995).

239 En la Tabla 4 aparecen recogidos los valores medios de temperatura de los 5 animales
240 monitorizados. La temperatura del rumen es, para diferentes autores (Van Lier, 2008;
241 Yokohama y Johnson, 1988), otro de los factores que condicionan el desarrollo bacteriano.
242 Producto de las reacciones químicas dentro del rumen y de la regulación homeotérmica del

243 rumiante, la temperatura ruminal se mantiene entre 38 y 42 °C, 1 o 2 grados por encima de la
244 temperatura corporal del animal, debido a la enorme cantidad de procesos metabólicos que se
245 producen en él, si bien se pueden lograr descensos de la temperatura ruminal con ingesta de
246 agua o forraje frío.

247 Ni los valores medios ni los máximos registrados son excesivamente altos como para ser
248 indicativos del desarrollo de patologías o infecciones que pudieran afectar al estado de los
249 animales. Se observaron valores relativamente bajos de temperatura ruminal mínima (en torno
250 a 32°C), lo cual está relacionado con los momentos en los que el animal bebe agua. En
251 consecuencia se ha estimado que la principal ingesta de agua de los animales (de las cuales se
252 producen entre 2 y 3 al día, de media) se sitúa alrededor de las 14:00, posiblemente después
253 de la ingestión más fuerte de alimento (que se podría situar alrededor de las 10:00) (Figura 4).
254 Estas observaciones concuerdan con lo indicado por Vidaurreta (2012), quien señaló que los
255 animales en pastoreo prefieren consumir agua varias veces al día, alternando con momentos
256 de consumo de alimento, si bien la frecuencia con la que el animal bebe está condicionada por
257 la distancia a la que se encuentra el agua en relación a la zona de alimentación. El consumo de
258 agua, además de por estos factores, está condicionado por el estado fisiológico, el nivel
259 productivo, el consumo de materia seca, el tamaño corporal, la actividad física, la
260 composición de la ración, la temperatura ambiente y otros factores ambientales.

261 El tiempo que el rumen pasa a temperaturas altas es relativamente corto: cuanto más alta es la
262 temperatura del rumen menor es el tiempo que el rumen se mantiene en esos valores. Para
263 Bach (2002) la temperatura y el agua consumida, junto a otros factores antes mencionados,
264 pueden influir en la presentación de la acidosis ruminal. Así, no es recomendable que los
265 animales que reciban raciones con alto riesgo de inducir acidosis consuman agua durante las
266 primeras horas después de la ingestión de la ración, ya que este comportamiento facilita la
267 producción de ácido a nivel ruminal. En este trabajo no se ha observado, sin embargo, que la

268 ingestión de agua favorezca un descenso del pH a nivel ruminal ya que, como puede verse en
269 la tabla 4, cuando los valores de temperatura ruminal son mínimos (30,94- 33,15 °C), por
270 debajo del rango considerado como fisiológico (Van Lier, 2008), los valores de pH se sitúan
271 dentro del rango fisiológico descrito por Bach (2003).

272

273 *[Tabla 4. Valores descriptivos de temperatura ruminal diaria (T^a , °C) de toros de lidia en*
274 *la fase de remate.]*

275

276 Algunos estudios previos indican que existe una relación negativa entre la temperatura y el
277 pH ruminal durante un episodio de acidosis, por lo tanto, el seguimiento de la temperatura
278 ruminal podría ser de utilidad para detectar tal situación (Wahrmund *et al.*, 2012). En
279 contraposición con lo sugerido por estos autores, en el presente trabajo se ha observado una
280 correlación positiva entre pH y temperatura media diaria que, si bien es estadísticamente
281 significativa ($P=0,03$), debe interpretarse con precaución, dado el bajo valor del coeficiente de
282 correlación (0,153).

283

284

285 **Conclusiones**

286

287 Los resultados observados en este trabajo muestran que el pH ruminal medio (6,22) en toros
288 de lidia durante al fase de acabado se sitúa dentro del rango fisiológico (6,2-7,0; Bach, 2003).
289 Asimismo, la probabilidad de que se produzcan alteraciones en el patrón de fermentación
290 ruminal es baja, ya que el tiempo durante el que el rumen se mantiene a estos valores parece
291 no ser suficiente para alterar la microbiota del rumen. En el caso de la temperatura, ni los

292 valores medios ni los máximos son excesivamente altos como para afectar al estado de los
293 animales. En consecuencia, con un manejo adecuado de las raciones y del sistema de
294 alimentación, puede llevarse a cabo una suplementación con alimentos concentrados para
295 toros de lidia en la fase de remate de manera adecuada y respetuosa con su ambiente ruminal.

296

297 **Agradecimientos**

298

299 Este trabajo ha sido financiado por Garcisan Distribuciones S.L a través del proyecto titulado:
300 “Monitorización del ambiente ruminal durante la fase de remate del toro de lidia”.

301

302

303

304

305 **Bibliografía**

306

307 Bach A (2002). Trastornos ruminales en el vacuno lechero: un enfoque práctico. Curso de
308 especialización FEDNA XVII, 4 y 5 de noviembre de 2002, Barcelona, España, pp 119-
309 142

310 Bach A (2003). Trastornos ruminales en vacuno lechero: un enfoque práctico. Producción
311 Animal 18(191): 13-33.

312 Bartolomé DJ (2009). Influencia de la acidosis ruminal en el síndrome de caída y la respuesta
313 etológica del Toro de Lidia en la plaza. Tesis Doctoral. Universidad de León.

314 Barroso L (2003). Reducción del riesgo de acidosis ruminal: aproximación al uso de los
315 probióticos. Producción Animal 18 (191):63-71.

316 Calsamiglia S, Ferret A (2003). Fisiología ruminal relacionada con la patología digestiva:
317 acidosis y meteorismo. Producción Animal 18 (192): 2-23.

318 Church DC (1993). El rumiante: fisiología digestiva y nutrición. Ed. Acribia, Zaragoza,
319 España. 641 pp.

320 Compan H, Arriola J (1998). Acidosis ruminal en el toro de lidia (III). Toro Bravo 15: 30-33.

321 Crater R, Barboza S, Forster J (2007). Regulation of rumen fermentation during seasonal
322 fluctuations in food intake of muskoxen. Comparative Biochemistry and Physiology Part
323 A 146: 233–241.

324 Dye TK, Richards CJ (2008). Effect of water consumption on rumen temperature. Journal
325 Animal Science 86: 114.

326 González LA, Ferret A, Manteca X, Ruíz-de-la-Torre JL, Calsamiglia S, Devant M,
327 Gómez-Peinado A (2001). Acidosis ruminal y su incidencia en la lidia. II Jornadas sobre
328 Ganado de Lidia, 23 y 24 de febrero 2001, Pamplona, España, pp. 137-147.

329 Gasteiner J, Fallast M, Rosenkranz S, Häusler J, Schneider K, Guggenberger T (2009).
330 Measuring rumen pH and temperature by an indwelling and data transmitting unit and
331 application under different feeding conditions. Proceedings Livestock Precision Farming,
332 Wageningen Publishers: 127-133.

333 Grant RH, Mertens DR (1992). Influence of Buffer pH and Raw Corn Starch Addition on In
334 Vitro Fiber Digestion Kinetics. Journal of Dairy Science, Vol. 75, Issue 10: 2762–2768

335 Jimeno V, Majano A, Mazzuchelli F, Mirat, F (2003). Patologías nutritivas en la terminación
336 del toro de lidia. VI Symposium del Toro de Lidia, 24 y 25 de octubre 2003, Zafra,
337 España, pp. 51-61.

338 Krehbiel CR, Britton RA, Harmon DL, Wester TJ, Stock RA (1995). The effects of ruminal
339 acidosis on volatile fatty acid absorption and plasma activities of pancreatic enzymes in
340 lambs. Journal of Animal Science 73: 3111–3121.

341 Moya D, Mazzenga A, Holtshausen L, Cozzi G, González LA, Calsamiglia S, Gibb DG,
342 Mcallister TA, Beauchemin KA, Schwartzkopf-Gensweinmoya K (2010). Feeding
343 behavior and ruminal acidosis in beef cattle offered a total mixed ration or dietary
344 components separately. Journal of Animal Science, 89: 520-530

345 Nocek JE (1997). Bovine acidosis: implications on laminitis. Journal of Dairy Science 80:
346 1005-1028.

347 Owens FN, Secrist DS, Hill WJ, Gill DR (1998). Acidosis in cattle: a review. Journal Animal
348 Science 76: 275-286.

349 Posado R, Bodas R, Tabernero de Paz, MJ, Bartolomé DJ, Herraiz, P, García JJ (2013). Cebo
350 de terneros con unifeed o pienso y paja: Efecto sobre el rendimiento y el ambiente
351 ruminal. AIDA, XV Jornadas sobre producción animal (Tomo I), 14 y 15 de mayo 2013,
352 Zaragoza, España, pp. 261-263.

353 Purroy A, Azpilicueta G, Alzón M (2003). La alimentación en el ganado de lidia. III Jornadas
354 sobre Ganado de Lidia, 21 y 22 febrero 2003, Pamplona, España, pp. 123-148.

355 Relling AE, Mattioli GA (2003). Procesos fermentativos en el estomago de los ruminates.
356 En: Fisiología Digestiva y Metabólica de los Rumiantes (Ed. Universidad Nacional de la
357 Plata), pp 23-44.

358 Schwartzkopf-Genswein KS, Beauchemin KA, McAllister T A, Gibb D J, Streeter M,
359 Kennedy AD (2004). Effect of feed delivery fluctuations and feeding time on ruminal
360 acidosis, growth performance, and feeding behavior of feedlot cattle. *Journal of Animal*
361 *Science* 82: 3357-3365.

362 Stone C (2003). Nutritional approaches to minimize subacute ruminal acidosis and laminitis
363 in dairy cattle. *Journal Dairy Science* 87: 13-26.

364 Van Lier E, Regueiro M (2008). Digestión en retículo-rumen. En: Curso de anatomía y
365 fisiología animal departamento de producción animal y pasturas. Facultad de Agronomía
366 de Montevideo, Uruguay. Disponible en:
367 [http://prodanimal.fagro.edu.uy/cursos/AFA/TEORICOS/Repartido-Digestion-en-](http://prodanimal.fagro.edu.uy/cursos/AFA/TEORICOS/Repartido-Digestion-en-Reticulo-Rumen.pdf)
368 [Reticulo-Rumen.pdf](http://prodanimal.fagro.edu.uy/cursos/AFA/TEORICOS/Repartido-Digestion-en-Reticulo-Rumen.pdf) (30 de marzo de 2014).

369 Vaz F,(2002). La alimentación y su influencia en las caídas de los toros. IV Congreso
370 Mundial Taurino de Veterinaria, 28 al 30 noviembre2002, Salamanca, España, pp 53-61.

371 Vidaurreta I (2012). Calidad y disponibilidad de agua para los bovinos en producción.
372 Disponible en: <http://www.vetifarma.com.ar/novedades/22.pdf> (30 de marzo de 2012)

373 Wahrmund JL, Ronchesel JR, Krehbiel CR, Goad CL, Trost SM, Richards CJ (2012).
374 **Ruminal acidosis challenge impact on ruminal temperature in feedlot cattle.** *Journal*
375 *Animal Science* 90 (8): 2794-801.

376 Yokoyama MT, Johnson KA (1988). Microbiología del rumen e intestino. En: El rumiante.
377 Fisiología digestiva y nutrición. (Ed. Acribia), pp 112-131.

378

Tabla 1. Ingredientes de las raciones utilizadas

Table 1. Feed ingredients

Ingredientes (%)	Pienso	Ración unifeed
Cebada 10.8 4.8	27,000	
Maíz	34,357	
Pulpa de remolacha	10,000	
Sal	0,350	
DDG Maíz	7,000	
Colza 36	10,000	
Soja 44	5,046	
Aceite de soja	1,000	
Carbonato cálcico	1,401	
Fosfato	0,371	
Grasas by pass ¹	1,973	
Corrector vitamínico mineral ²	0,500	
Buffer ³	1,000	
Pienso	--	61,905
Paja de cereal	--	33,333
Melaza de caña	--	4,762

¹Hepagras J.c., Trow Nutrition, Madrid, España; ²Ternimax51 TLIDI, Trow Nutrition,

Madrid, España; ³Biomax (75% Bicarbonato de sodio, 25% Óxido de magnesio), Trow

Nutrition, Madrid, España.

385

386

Tabla 2. Composición química de la ración

387

Table 2. Chemical composition of the feeds

Composición química (% sobre materia seca)	Pienso	Ración
Humedad	10,60	9,60
Proteína bruta	13,40	10,80
Cenizas	5,60	6,50
Fibra bruta	9,40	14,70
Almidón	33,00	23,10
Grasa bruta	4,93	4,10
Carbohidratos no fibrosos		27,70

388

389

390

391 Tabla 3. Valores descriptivos de pH ruminal diario de toros de lidia en la fase de remate

392 *Table 3. Mean values of daily rumen pH in finishing Lidia bulls*

	Media	Des. est.	Moda	Mínimo	Q25	Mediana	Q75	Máximo
pH medio	6,22	0,28	--	5,50	6,02	6,22	6,42	6,87
pH mínimo	5,53	0,38	5,47	4,67	5,25	5,49	5,80	6,58
Temperatura a pH mínimo	38,46	1,97	39,56	27,72	38,25	39,03	39,71	40,77
Hora a pH mínimo	16:07	7:31	22:25	0:00	14:07	18:43	21:29	23:57
pH máximo	6,80	0,21	6,97	6,11	6,64	6,82	6,97	7,30
Temperatura a pH máximo	38,87	0,58	38,73	33,34	38,64	38,83	39,06	40,51
Hora a pH máximo	9:05	2:53	9:11	0:39	7:48	8:52	9:53	22:26
Tiempo (min/día) a pH <								
7,0	1413	129	1440	150	1440	1440	1440	1440
6,6	1090	333	1440	20	870	1145	1400	1440
6,2	615	382	0	0	310	670	890	1440
5,8	280	287	0	0	0	210	470	1110
5,4	77	153	0	0	0	0	80	680
5,0	7	31	0	0	0	0	0	280
Tiempo (min/día) × pH <								
7,0	1115	418	1489	93	823	1107	1403	2164
6,6	599	362	--	0	316	578	861	1588
6,2	258	237	0	0	45	202	402	1012
5,8	82	117	0	0	0	34	109	566
5,4	15	35	0	0	0	0	6	222
5,0	1	4	0	0	0	0	0	42

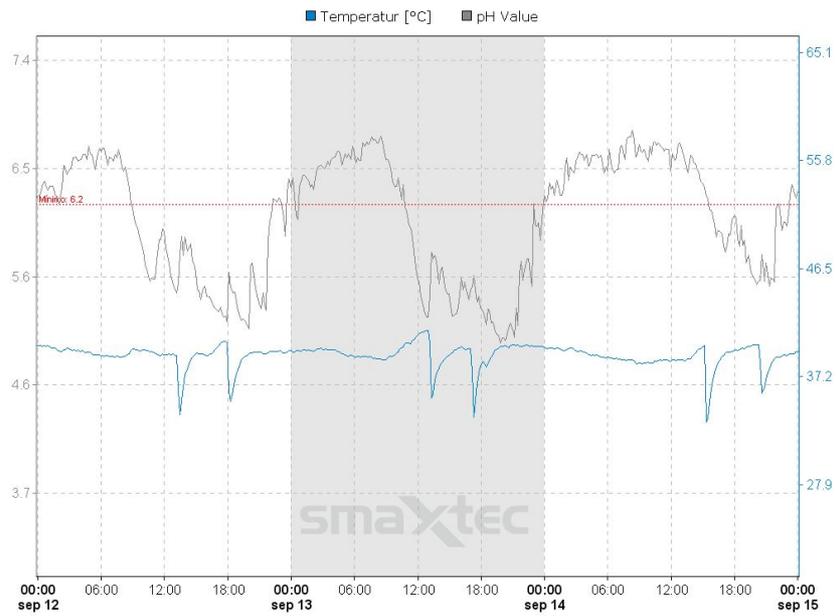
393 Des. est. = desviación estándar; Q25 = primer cuartil; Q75= tercer cuartil

394 *Tabla 4. Valores descriptivos de temperatura ruminal diaria (T^a, °C) de toros de lidia en la fase de remate*

395 *Table 4. Average daily values of rumen temperature (T^a, °C) in finishing Lidia bulls*

	Media	Des. est.	Moda	Mínimo	Q25	Mediana	Q75	Máximo
T ^a media	38,89	0,40	--	37,81	38,57	38,87	39,19	39,88
T ^a máxima	40,07	0,48	39,66	39,14	39,69	40,08	40,35	42,46
pH a T ^a máxima	5,97	0,46	5,57	4,88	5,59	6,01	6,33	6,97
Hora a T ^a máxima	15:56	6:35	18:30	0:03	15:10	18:28	20:02	23:57
T ^a mínima	32,15	2,02	33,12	27,53	30,80	32,18	33,10	39,50
pH a T ^a mínima	6,07	0,33	6,14	5,02	5,90	6,08	6,26	6,92
Hora a T ^a mínima	14:03	4:29	12:34	1:05	12:00	13:28	16:18	23:52
Tiempo (min/día) a T ^a >								
39,0	730	391	200	50	380	730	1110	1370
39,2	563	400	290	0	200	485	920	1320
39,4	402	364	0	0	80	255	700	1300
39,6	286	311	0	0	20	150	500	1230
39,8	183	240	0	0	0	65	300	1170
Tiempo (min/día) a T ^a < 38,4	180	85	160	0	130	160	220	540
Tiempo (min/día) × T ^a >								
39,0	399	343	105	6	101	294	654	1460
39,2	269	272	0	0	41	163	462	1248
39,4	171	203	0	0	15	71	287	1040
39,6	102	141	0	0	1	31	170	835
39,8	56	91	0	0	0	12	77	634
Tiempo (min/día) × T ^a < 38,4	339	175	0	0	231	326	424	1390
Nº medio de bebidas/día	2,45	1,15	2,00	0,00	2,00	2,00	3,00	8,00

396 Des. est. = desviación estándar; Q25 = primer cuartil; Q75= tercer cuartil



398

399

Figura 1. Gráfica de los valores reales (medidos) de pH y temperatura ruminal durante tres días consecutivos

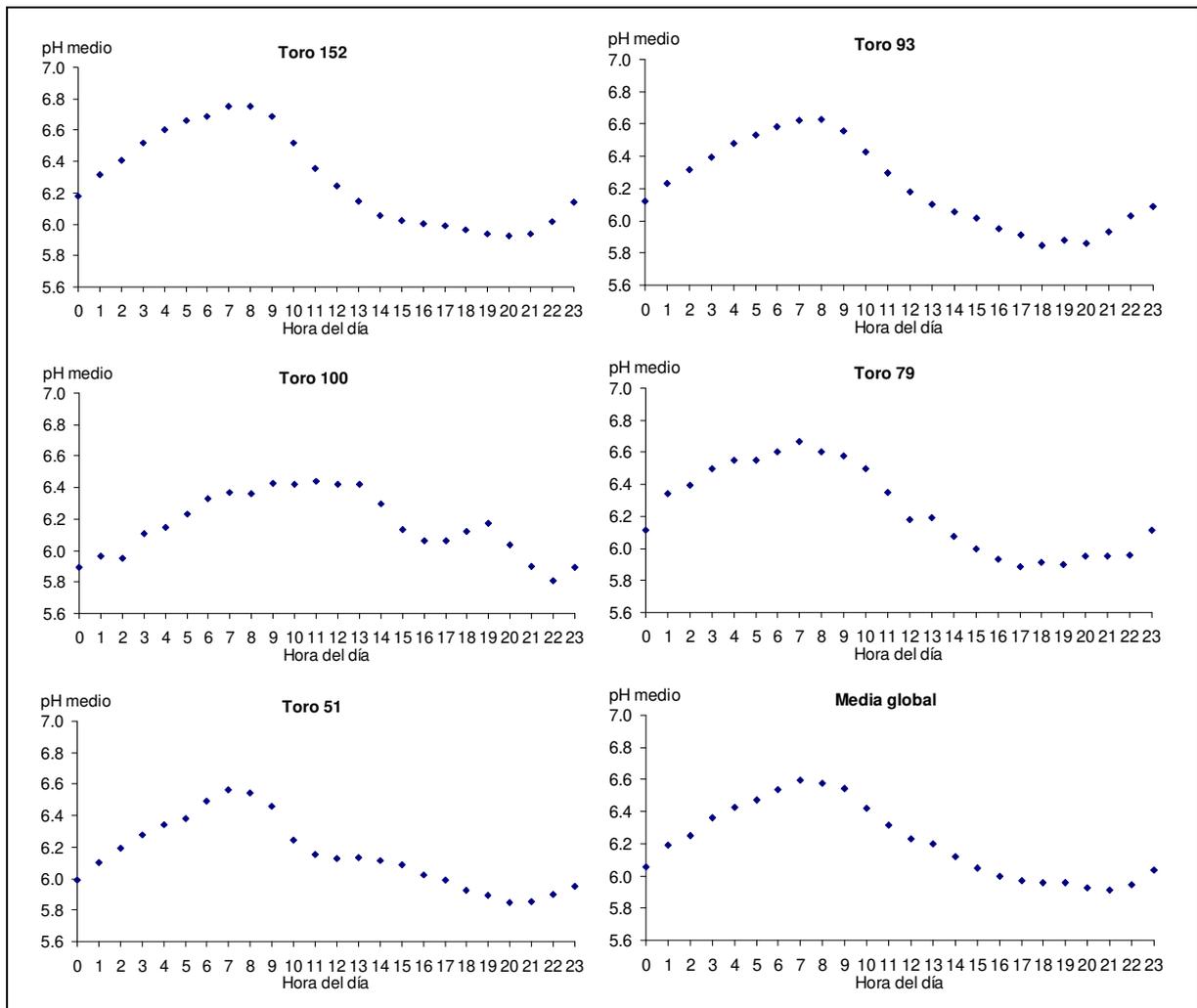
400

401

Figure 1. Graph with actual measurements of rumen pH and temperatura for 3 consecutive days.

402

403



404

405

406

407

408

409

Figura 2. Evolución del pH medio a cada hora del día (media de todos los días del periodo de medición) para cada uno de los toros y la media global de todos ellos.

Figure 2. Evolution of rumen pH throughout the day (average of all the days) for each bull and average of the 5 bulls