



UNIVERSIDAD DE LEÓN

FACULTAD DE VETERINARIA

**INFLUENCIA DE DIFERENTES PROTOCOLOS DE
MANEJO SOBRE EL RENDIMIENTO
PRODUCTIVO DEL GANADO VACUNO DE LIDIA**

INFLUENCE OF DIFFERENT HANDLING
PROTOCOLS ON THE PRODUCTIVE
PERFORMANCE OF LIDIA CATTLE

Juan José García García

2015



UNIVERSIDAD DE LEÓN

FACULTAD DE VETERINARIA

**INFLUENCIA DE DIFERENTES PROTOCOLOS DE
MANEJO SOBRE EL RENDIMIENTO
PRODUCTIVO DEL GANADO VACUNO DE LIDIA**

INFLUENCE OF DIFFERENT HANDLING
PROTOCOLS ON THE PRODUCTIVE
PERFORMANCE OF LIDIA CATTLE

Memoria presentada por el Licenciado
Juan José García García para optar al
Grado de Doctor en Veterinaria por la Universidad de León

“Es moral lo que hace que uno se sienta bien, inmoral lo que hace que uno se sienta mal. Juzgadas según estos criterios morales que no trato de defender, las corridas de toros son muy morales para mí”.

Ernest Hemingway

INDICE

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS.....	Pag 15
1.1. La raza de Lidia.....	Pag 17
1.2. Sistema de explotación.....	Pag 19
1.3. Descripción del medio natural.....	Pag 22
1.3.1. Distribución geográfica.....	Pag 22
1.3.2. Climatología y condiciones meteorológicas.....	Pag 24
1.4. Rendimiento productivo del toro de Lidia.....	Pag 25
1.5. La lidia.....	Pag 26
1.5.1. Origen de la lidia y los festejos taurinos.....	Pag 26
1.5.2. Evolución histórica de la lidia.....	Pag 27
1.5.3. Condiciones generales para realizar la lidia y requisitos que deben cumplir los animales.....	Pag 30
1.5.4. Desarrollo de la lidia: partes que la integran.....	Pag 37
1.6. Factores que afectan al rendimiento productivo del toro de Lidia.....	Pag 40
1.6.1. Dificultad para evaluar el rendimiento productivo.....	Pag 40
1.6.2. Selección.....	Pag 43
1.6.2.1. Selección genealógica.....	Pag 44
1.6.2.2. Selección morfológica.....	Pag 45
1.6.2.3. Selección funcional: la tiente.....	Pag 46
1.6.2.4. Comprobación por descendencia.....	Pag 55
1.6.3. Genética.....	Pag 56
1.6.4. Sanidad.....	Pag 59
1.6.5. Alimentación.....	Pag 61
1.6.6. Manejo.....	Pag 65

1.7. Patología de la nutrición: Acidosis ruminal.....	Pag 68
1.7.1. Etiología.....	Pag 69
1.7.1.1. Manejo de la alimentación.....	Pag 69
1.7.1.2. Inadecuada capacidad amortiguadora del rumen...	Pag 71
1.7.1.3. Inadaptación de la microflora ruminal a dietas ricas en concentrados.....	Pag 72
1.7.1.4. La fibra.....	Pag 72
1.7.1.5. La temperatura ambiente.....	Pag 72
1.7.2. Patogenia de la acidosis.....	Pag 72
1.7.3. Formas clínicas.....	Pag 74
1.7.3.1. Acidosis ruminal aguda.....	Pag 74
1.7.3.2. Acidosis ruminal subclínica.....	Pag 74
1.7.4. Diagnóstico.....	Pag 75
1.8. Nuevas metodologías aplicadas a la cría y mejora de la raza de Lidia.....	Pag 76
1.8.1. Fotozómetro.....	Pag 76
1.8.2. Collares GPS-GPRS.....	Pag 78
1.8.3. Bolos intrarruminales.....	Pag 81
1.8.4. Sensores para la medida de la FC y la SO ₂	Pag 89
1.9. Objetivos de la tesis doctoral.....	Pag 84
1.10. Referencias bibliográficas.....	Pag 85
2. PROTOCOLOS EXPERIMENTALES.....	Pag 105
2.1. Frecuencia cardíaca y niveles de saturación de oxígeno en sangre del toro de Lidia durante diferentes prácticas de manejo.....	Pag 107
2.2. Monitorización del ambiente ruminal durante la fase de remate del toro de Lidia.....	Pag 131

2.3. Aproximación a las modificaciones del ambiente ruminal (pH y temperatura) durante la lidia y su entorno..... Pag 149

2.4. Dinámica del pH y la temperatura ruminal en toros de la raza de Lidia y Avileña-Negra Ibérica en sus respectivos sistemas de explotación.....Pag 163

2.5. Efecto de las condiciones climáticas sobre el ambiente ruminal en ganado de Lidia.....Pag 191

3. DISCUSIÓN GENERAL.....Pag 217

4. CONCLUSIONES.....Pag 235

5. RESUMEN.....Pag 239

6. SUMMARY & CONCLUSIONS.....Pag 245

7. AGRADECIMIENTOS.....Pag 251

LISTA DE ABREVIATURAS

AEMET: Agencia Estatal de Meteorología

AGVs: Ácidos grasos Volátiles

AOAC: Métodos oficiales de análisis

AR: Acidosis ruminal

BRSV: Virus respiratorio sincitial bovino

BVD: Diarrea vírica bovina,

CNF: Carbohidratos no fibrosos

°C: Grado centígrados

E. Coli: *Escheriquia Coli*

FC: Frecuencia cardiaca

FND: Fibra neutro detergente

g: Gramos

GMD: Ganancia media diaria

GPRS: Servicio general de paquetes vía radio

GPS: Sistema de Posicionamiento Global con Sistema de Navegación por Tiempo y Distancia

GSM: Sistema Global para Comunicaciones Móviles

ha: Hectárea.

IBR: Rinotraqueítis infecciosa bovina

IE: Índice de enfriamiento

IPV: Vulvovaginitis pustular infecciosa

ITH: Índice de temperatura y humedad

JCyL: Junta de Castilla y León

Kcal: Kilocaloría

kg: kilogramos

km: kilómetro

MAGRAMA: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente

MECD: Ministerio de educación, Cultura y Deportes.

min: Minutos

MS: Materia seca

NE: Nor-este

NRC: Consejo nacional de investigación

PENTAURO: Plan Estratégico Nacional de Fomento y Protección de la Tauromaquia

pH: Medida de acidez o alcalinidad de una disolución. El pH indica el logaritmo negativo de la concentración de iones hidronio $[H_3O^+]$ presentes en la muestra.

puls/min: Pulsaciones por minuto

SO₂: Saturación de oxígeno

SW: Sur oeste

T^a: Temperatura

T_{aparente} : Sensación térmica o temperatura aparente.

UCTL: Unión de Criadores de Toros de Lidia

A MODO DE PRESENTACIÓN Y ORGANIZACIÓN DE LA TESIS DOCTORAL

La Tesis Doctoral comienza con una **Introducción General y Objetivos**, en la que se realiza una aproximación a la raza de Lidia así como a las características de su sistema de explotación y del entorno natural en el que se realiza la cría de estos animales, centrándonos en su rendimiento productivo (la lidia) y en los factores que pueden influir sobre él, haciendo hincapié en la alimentación, especialmente en la acidosis ruminal. Las nuevas tecnologías aplicadas en el estudio de esta raza es otro de los puntos que, por su interés y relevancia, ha sido incluido en este epígrafe. Al final del capítulo se exponen los cinco objetivos de este estudio que dan origen a cada uno de los protocolos realizados.

Los cinco protocolos experimentales que se adjuntan son manuscritos que en su mayoría han sido enviados a diferentes revistas científicas, de ahí que su estructura sea la propia de un artículo científico. Se ha utilizado un formato común con el fin de facilitar su comprensión y homogeneizar la presentación.

Tras los protocolos se expone una **Discusión general**, en la que se debaten los principales resultados de nuestras investigaciones. Como resultado de la Discusión general se aportan a modo de síntesis las Conclusiones.

Finalmente, para dotar de un carácter bilingüe a esta memoria de Tesis Doctoral, se adjunta un **Resumen y Conclusiones** en inglés (**Summary and Conclusions**) con el objetivo de favorecer la comprensión integral de los resultados obtenidos en la misma.



1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1.1. LA RAZA DE LIDIA

El Toro de Lidia es un rumiante, de la familia de los Bóvidos, especie *Bos Taurus primigenium*. Ocupa un destacado lugar en los biosistemas ibéricos de explotación extensiva: el ecosistema de la dehesa, controlado su medio ambiente por el hombre, siendo el animal dominante, sin competidores herbívoros y sin ser dominado por los carnívoros. El Toro de Lidia es una de las aportaciones más valiosas de nuestro país a la zootecnia mundial, constituyendo una raza única. Su existencia se justifica por ser el centro de los espectáculos taurinos que se prodigan a lo largo de la geografía española, constituyendo una importante realidad socio-económica de España, Portugal, Francia y de una buena parte de Latinoamérica, si bien en la actualidad otros países no latinos están mostrando un interés incipiente por los festejos taurinos, tal es el caso de algunos de Extremo Oriente y Estados Unidos (PENTAURO, 2013).

El ganado bravo constituye una raza autóctona cuya producción tiene una gran trascendencia económica y social en España. La raza de Lidia está distribuida en 946 ganaderías con un censo de 195.967 cabezas, ocupa más de 400.000 hectáreas de superficie adehesada a lo largo de todo el territorio nacional, constituye el núcleo activo de la raza bovina autóctona de fomento más numerosa de nuestro país y la segunda, en censos, después de la Frisona (MAGRAMA, 2014). No en vano esta raza está presente en todo el territorio nacional a excepción de Galicia, Asturias, Cantabria y las Islas Canarias. Además, desde el punto de vista zootécnico, se trata de un animal único en el mundo que atesora un importante caudal genético (CAÑÓN *et al.*, 2008).

La vigencia actual de esta producción ganadera, en el marco de la Unión Europea, se ve corroborada por el gran número de festejos, tanto en nuestro país, 1.868 festejos taurinos profesionales y 15.848 festejos taurinos populares en 2012 (MECD, 2014), como en Francia y Portugal. Además, el espectáculo taurino ha sido declarado en el Plan Estratégico Nacional de Fomento y Protección de la Tauromaquia (PENTAURO, 2013) como parte del patrimonio cultural digno de protección en todo el territorio nacional, conforme con la normativa aplicable y los tratados internacionales sobre la materia. En él se establece, de acuerdo con lo previsto en el artículo 46 de la Constitución, la obligación de que, en su condición de patrimonio cultural,

los poderes públicos garanticen la conservación de la Tauromaquia y promuevan su enriquecimiento. A través de este plan se han impulsado los trámites necesarios para la solicitud de la inclusión de la Tauromaquia en la lista representativa del Patrimonio Cultural Inmaterial de la Humanidad de la UNESCO. La raza bovina de Lidia se genera en España en la Edad Media (siglos V-XV), caracterizándose por su agresividad y resistencia al manejo convencional (RODRÍGUEZ, 2002). Esta raza ha ido evolucionando a lo largo de los siglos mediante una selección orientada hacia un carácter psicológico denominado “bravura”, de acuerdo con unos modos y unas modas, en medios de ecología diversa, conformándose animales de morfología variada y de dotaciones génicas amplísimamente alejadas entre sí (SOTILLO *et al.*, 1996).

Son muchos los autores (COSSÍO 1951; SOTILLO *et al.*, 1996; FERNÁNDEZ, 2005; LUCÍA, 2007) entre otros, que sitúan en el siglo XVIII el comienzo de la explotación organizada del Toro de Lidia, aunque ya en el siglo XVII existían referencias documentales sobre determinadas ganaderías en los archivos de Madrid y Pamplona. SANTONJA (2010) ha demostrado que existen referencias sobre la cría de toros de Lidia desde el siglo IX y que ya hay ganaderos dedicados a esta actividad en los reinos cristianos castellanos desde al menos el siglo XIII.

Las ganaderías del Toro Bravo, tal como hoy las conocemos, se han conformado en el tiempo a partir de ocho agrupaciones llamadas “Castas Fundacionales”:

- Casta Navarra
- Casta Morucha-Castellana
- Casta Jijona
- Toros de la Tierra
- Casta Cabrera
- Casta Gallardo
- Casta Vazqueña
- Casta Vistahermosa

España es el primer país productor de ganado vacuno de Lidia y posee el patrimonio genético más variado e importante de esta raza. Se sostiene en gran medida gracias a los ganaderos, que son a la vez los criadores y creadores de la misma, ya que han estado, y están, conservándola y seleccionándola. El Toro

de Lidia tuvo su cuna, origen y solar en España, y desde aquí se extendió y exportó a Portugal, al sur de Francia y a numerosos países del Continente Americano principalmente durante el siglo XX (FERNÁNDEZ, 2005).

En la actualidad, el Toro de Lidia, como eje fundamental del espectáculo, es la columna vertebral de un sector económico que mueve un importante volumen económico cada temporada taurina. Tampoco debemos olvidar el ancestral arraigo que tiene el Toro de Lidia dentro de las manifestaciones culturales de nuestros pueblos y ciudades, siendo parte esencial e irremplazable en sus tradiciones y celebraciones festivas, por lo que esta raza debe ser mantenida, promovida y estudiada; además el toro de Lidia constituye un modelo animal de gran interés debido a su específico comportamiento, único dentro del reino animal (JIMÉNEZ, 2014).

1.2. SISTEMA DE EXPLOTACIÓN

En su inmensa mayoría, las ganaderías de reses de Lidia mantienen un régimen de explotación y manejo extensivo, conservando buena parte de tradiciones seculares (RODRÍGUEZ, 1996). En sus orígenes, se establecían mayoritariamente en las dehesas, grandes fincas de secano con abundantes pastizales, praderas y sotos, en las que también estaba presente la vegetación arbórea y arbustiva. Las marismas, cuyos pastos eran muy apreciados, eran otro de los ecosistemas característicos del hábitat del Toro de Lidia.

Actualmente, las fincas dedicadas a este tipo de producción siguen siendo amplias, aunque de menor extensión y calidad que las de hace unas décadas, siendo desplazadas de las vegas de los ríos, quedando estas zonas más fértiles para explotaciones agrícolas u otros tipos de ganaderías más rentables (CRUZ, 1991). Se dedica al ganado de Lidia buena parte de la dehesa de Salamanca, Extremadura y algunos territorios de Andalucía, que contrastan con zonas menos productivas de Jaén, Madrid, Aragón, Guadalajara y Comunidad Valenciana, que también se aprovechan para la explotación de esta raza (UCTL, 2011).

Se trata de una raza de gran rusticidad, capaz de adaptarse y aprovechar todo tipo de terrenos, incluso aquellos con climatología extrema, desde zonas con veranos calurosos, como Córdoba y Sevilla hasta zonas tan frías en invierno como Castilla y León (RODRÍGUEZ, 2002).

En nuestros días se ha reducido el número de hembras por ganadería, aunque reciben mayores cuidados, tanto en el aspecto sanitario como en el nutricional, para conseguir que queden gestantes entre el 75% y el 95% de las vacas de vientre.

Con esta reducción de terreno y calidad de pasto es imprescindible la incorporación de nuevas técnicas de alimentación, suplementando las deficiencias de las fincas en los meses de escasez (PURROY *et al.*, 2003). Los becerros comienzan siendo alimentados exclusivamente con leche materna y desarrollan un crecimiento significativo pero, a partir de la sexta semana, deben ser suplementados con piensos de arranque (JIMENO *et al.*, 2005), para más adelante complementar el aprovechamiento herbáceo a diente con henos y piensos sólo en las épocas de carestía. Estos piensos se basan en una mezcla de componentes naturales, de manera que contribuyan al desarrollo del esqueleto del animal y aporten poca grasa (CARBONELL y GÓMEZ, 2001).

Las vacas madres son animales rústicos de pocas exigencias nutricionales, ya que su reducido tamaño pondera también sus necesidades. Aun así, una alimentación equilibrada es esencial por lo que es necesario conocer y cubrir sus requerimientos alimenticios dependiendo del estado fisiológico en el que se encuentren (PURROY y MENDIZÁBAL, 1996). En la suplementación de las vacas se emplea, generalmente, alfalfa en rama o deshidratada, henos de distinta calidad y composición, ensilados, pajas naturales y algunos concentrados en tacos o subproductos típicos de la zona donde pasta la ganadería.

Los machos reciben mayores cuidados, al tratarse de la principal fuente de ingresos. A pesar de todo, los toros alternan periodos de abundancia y escasez a lo largo de su vida. En primer lugar, durante una gran parte de su vida, los animales están sometidos a un proceso de subalimentación, donde los pastos de las fincas continúan siendo el principal, y en muchos casos único, elemento de la alimentación del ganado. Esta fase de carestía nutricional da como resultado un inadecuado desarrollo del tejido óseo, en especial durante la fase inicial del crecimiento de los toros, ya que es cuando se va a desarrollar la estructura ósea que permitirá soportar un desarrollo muscular final equilibrado. Y, en segundo lugar, durante la fase final del crecimiento y ante las necesidades de vender y exhibir peso y trapío, los uteros suelen someterse a una

sobrealimentación, durante un periodo variable de tiempo (8-12 meses), la cual genera una sobrecarga en la estructura ósea, además de un estado de obesidad, con la consiguiente influencia sobre la movilidad y fuerza del animal en la plaza (LOMILLOS *et al.*, 2013). Esta suplementación se realiza con henos de calidad y paja, como ración de volumen, junto con concentrados naturales.. procedentes de fábricas de piensos o elaborados en la propia explotación, utilizando fundamentalmente en su preparación cebada, avena, centeno, maíz, yeros, algarrobas, habas, soja y torta de girasol, además de, antiácidos y/o tampones (bicarbonato, oxido de magnesio, extractos de plantas) así como correctores mineral-vitamínicos (RODRÍGUEZ, 2002).

Sin embargo, este esquema plantea importantes carencias y la idea de que una mejor alimentación de los animales desde que nacen, mejorando la nutrición de las madres y suplementando la dieta siempre que sea preciso durante toda la vida del ejemplar hasta llegar a la fase de acabado, puede repercutir en un mayor rendimiento productivo, parece ser aceptada cada vez en mayor medida (BARTOLOMÉ, 2009).

El sistema de manejo reproductivo más empleado es la monta natural, en completa libertad. Para ello, el ganadero establece distintos lotes de reproductoras integrados por un determinado número de vacas, que oscila entre 10 y 70, por cada semental, en cercados separados. El mayor o menor número de vacas asignadas a cada semental va a depender de la edad del semental y de si es un toro en fase de prueba o de un semental de contrastada calidad en su descendencia.

Las nuevas técnicas reproductivas que ya se realizan en el campo de la producción animal para la mejora genética de otras razas, pueden ser herramientas válidas de futuro para avanzar más rápido en la mejora genética del comportamiento del ganado de Lidia. De hecho, en las últimas décadas se ha puesto a punto la técnica de recogida y conservación de semen para su utilización en inseminación artificial, se ha conseguido realizar transferencias de embriones de vacas de Lidia con alto valor genético a hembras de aptitud lechera e incluso se han realizado las primeras clonaciones de sementales para conservar su excelente calidad genética (GÓMEZ, 2008).

El ganado vacuno en general, al igual que otras especies animales de herbívoros de manada, son animales presa. El miedo les induce a estar

permanentemente vigilantes para escapar de los potenciales predadores siendo un gran factor de estrés y haciendo que el ganado se agite durante las prácticas de manejo habituales (GRANDIN, 2000). En el caso del ganado de Lidia, realizar cualquiera de ellas tanto en el campo como en los corrales, resulta muy complicado como consecuencia de la especial idiosincrasia de los ejemplares de esta raza, con una agresividad ancestral, de modo que son muy frecuentes las peleas y los accidentes. Por todo ello, se necesitan operarios altamente cualificados. Los mayores y vaqueros deben saber montar bien a caballo y conocer profundamente las reacciones de los animales tanto en el campo como en las dependencias de manejo de la explotación para minimizar las posibilidades de que se produzcan accidentes como cornadas, lesiones oculares, roturas o astillamiento de cuernos o fracturas de extremidades que inutilizarían el animal para su posterior lidia (PURROY, 2003).

Este personal, mayoral y vaqueros, trabajan con ayuda de caballos y cabestros, elementos fundamentales en toda explotación de este tipo. También se utilizan perros, sobretodo para evitar y separar a los animales en las peleas, que pueden llegar a ser mortales, y para mover los toros en el campo fomentando la gimnasia funcional (DOMECQ, 2008).

En el manejo de estas ganaderías son fundamentales las instalaciones, integradas por plaza de tientas, embarcadero, corrales y corraletas, chiqueros, mangas, cajón de curas o muelco, y cajón de herrar. Aparte de éstas, la finca precisa de una serie de cercados en los que se disponen los distintos grupos de reses: lotes de cubrición de vacas de vientre, añojos, añojas, erales, eralas, novilladas y corridas de toros, incluso otros más para sementales fuera de épocas de cubrición. Estos cercados deben estar provistos de estanques, charcas o bebederos, si no se dispone de arroyos o fuentes naturales de agua (SÁNCHEZ y ALONSO, 1996).

1.3. DESCRIPCIÓN DEL MEDIO NATURAL.

1.3.1. Distribución geográfica

El ganado de Lidia puede ocupar ecosistemas muy diversos por estar dotado de una enorme capacidad de adaptación (MALPICA, 2007), como prueba de ello esta raza esta presente en todo el territorio nacional a excepción de Galicia, Asturias, Cantabria y las Islas Canarias, así como en otros países de

Europa, (Francia y Portugal), o de América (Méjico, Venezuela, Colombia, Perú, Ecuador, Costa Rica y Estados Unidos), si bien la zona de mayor tradición de la cría de esta raza se sitúa en nuestro país, de donde es originaria (SANES, 2013). Su principal área de distribución esta vinculada a sistemas adeshados que ocupan una superficie de 9 millones de hectáreas de pastizal incluida la dehesa arbolada y desarbolada (HERNÁNDEZ, 2005).

Tabla 1: Porcentaje de ganaderías de bovino de Lidia por países.

España	64,90%
México	15,90%
Portugal	5,60%
Colombia	3,60%
Perú	3,61%
Francia	2,40%
Ecuador	2,30%
Venezuela	1,80%
Otros países	0,30%

Desde el año 1602 se han exportado animales de la raza de Lidia a otras zonas del mundo, y con ellos también su sistema de producción, especialmente a Iberoamérica, donde ha ocupado las zonas conocidas como sabanas, en las cuales el pasto herbáceo esta salpicado de arbolado disperso (HERNÁNDEZ, 2005).

Las dehesas españolas y portuguesas, donde se asienta más del 70% del censo de esta raza, son sistemas agroforestales formados a partir del bosque mediterráneo. Existen dehesas por todo el territorio nacional y ecosistemas similares por toda la cuenca del Mediterráneo, si bien estos son más abundantes en Castilla y León, Extremadura, Madrid, Andalucía y Castilla la Mancha (HERNÁNDEZ, 2005).

La dehesa es un sistema de explotación agrícola, ganadero y forestal (agrosilvopastoral) característico de gran parte del oeste y sureste de España, cuyo destino fundamental es la práctica de una ganadería extensiva ligada a la tierra (GÓMEZ, 1991; CAMPOS, 1995). En las dehesas típicas los árboles están distribuidos de manera dispersa, conformando un paisaje de aspecto sabanoide que representa la transición entre el bosque y matorral mediterráneo y los

pastizales o cultivos derivados de la eliminación total del arbolado (SUÁREZ, 1997).

En nuestro país, según datos del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (2014), la zona con mayor censo de ganado de Lidia se sitúa en la zona suroeste, encontrándose más del 75% de las reproductoras y más del 70% de las ganaderías en estas Comunidades.

Castilla y León es, después de Andalucía, la segunda Comunidad Autónoma en lo que al censo del ganado de Lidia se refiere con 37.500 cabezas y 202 ganaderías. (MAGRAMA 2014). Salamanca es la provincia de España con mayor número tanto en censo como en explotaciones, con 32.000 animales y 170 ganaderías respectivamente. Además, Salamanca es la provincia de la Comunidad de Castilla y León con mayor superficie dedicada a la cría del ganado de Lidia, con 48.184 hectáreas lo que supone cerca del 85% de la superficie total de dicha Comunidad (SAYAGUES, 2013).

1.3.2. Climatología y condiciones meteorológicas.

Como se ha visto en el apartado anterior la distribución geográfica y por lo tanto la climatología a la que esta raza ha sabido adaptarse es muy amplia. Desde zonas tropicales a semiáridas pasando por las oceánicas, con precipitaciones abundantes y temperaturas invernales suaves, y las más continentales con lluvias escasas y temperaturas bajas en los meses de invierno, si bien podemos considerar que su hábitat natural se corresponde con el clima mediterráneo de las dehesas de la península ibérica, con 4-5 meses de sequía estival y precipitaciones medias anuales entre 300-800 mm., concentradas en invierno y primavera y muy variables en su distribución anual.

El verano siempre es seco y sumamente calido con temperaturas que rozan los 40°C (HERNÁNDEZ, 2005). Según SÁNCHEZ DE RON (2007), dentro de este ecosistema podemos diferenciar tres grupos de dehesas, uno que se extiende por el suroeste peninsular cubriendo los dos tercios occidentales de Andalucía, la mayor parte de Badajoz y el oeste de Cáceres. Un segundo tipo se distribuye por Castilla la Mancha, oriente de Andalucía, la parte más septentrional de Badajoz, el oriente de Cáceres y el sur de Madrid. El tercer grupo abarca Castilla y León, norte de Madrid, Guadalajara y Cuenca. Los grupos uno y dos se diferencian por su pluviometría, en torno a los 600 mm anuales el primero y menos de 500 mm el segundo. El tercer grupo se distingue

de los anteriores por tener temperaturas entre 3,5 y 4°C inferiores a las de los otros dos grupos.

Centrándonos en el tercer grupo climático, que es la zona en la que se ha realizado el desarrollo experimental, y concretamente en la provincia de Salamanca, según lo indicado por SÁNCHEZ (1997), a partir de un estudio en el que se recoge la información meteorológica comprendida entre los años 1945 y 1994, los inviernos meteorológicos son largos y fríos (unos 160 días), concentrándose las heladas entre los meses de noviembre y marzo, y los veranos algo más cortos y calurosos (unos 100 días). Las temperaturas medias mínimas se registran en el mes de enero (3,7°C) y las máximas en el mes de Julio (21,4°C).

Las precipitaciones son poco frecuentes (66 días/año de media). Se totalizan, en promedio, del orden de 400 mm/año, aunque se pueden producir episodios de intensidad fuerte, fundamentalmente de carácter tormentoso. Los vientos más frecuentes, a lo largo del año, son del primero y tercer cuadrantes (NE y SW). La velocidad, en general no suele superar los 40 km/h, predominando los vientos flojos, aunque son relativamente frecuentes velocidades de viento que llegan hasta los 80 km/h.

1.4. RENDIMIENTO PRODUCTIVO DEL TORO DE LIDIA.

De todos los bóvidos, la raza de Lidia, es la única que se explota por una aptitud productiva principal diferente a la producción de carne o leche: la producción de comportamiento.

La búsqueda de unos determinados patrones de comportamiento, atípicos en su especie, ha dado lugar a una raza diferente, única en el mundo, cuya selección trata de conseguir animales adaptados a las exigencias de la lidia o de las diferentes manifestaciones taurinas.

El toro de Lidia ha llegado hasta nuestros días después de una depurada y artesanal selección del ganado vacuno existente en diversas zonas geográficas de España (MATA, 1995). Desde sus orígenes estos animales se han diferenciado de los restantes individuos de su especie por la manifestación de unas peculiaridades etológicas, inherentes a esta raza, conocidas con el nombre de bravura (HUERTAS, 1991).

En sus inicios, el toro bravo acometía, no embestía. Las luchas de sus antepasados se limitaban, prácticamente, a disputas por la hegemonía sexual

de las vacadas. Serían, sin duda, intensas, pero breves, nunca alcanzarían los 15-20 minutos de la mayoría de las faenas actuales. Además, ya no sólo se le exige embestir, sino que a la embestida se le añaden todo tipo de cualidades: capacidad de humillar, transmitir, galopar, mantener un ritmo, etc,... (RODRÍGUEZ, 2005).

Gracias a la acometividad de los individuos de esta raza, los ganaderos, han sabido adaptar el comportamiento de estos animales para integrarlo socialmente, dando lugar a una manifestación cultural, la tauromaquia, en todas sus variantes: novilladas y corridas, espectáculos de rejones, capeas, recortes, encierros de calle y de campo, etc.

1.5. LA LIDIA.

La lidia se puede definir como el aprovechamiento inteligente de todas las reacciones espontáneas del toro, combinadas con las que le provoca el torero, es decir, todo lo que se le hace a un toro, o se evita hacer para mejorar su comportamiento (ALCANTARA, 1998).

Durante el desarrollo de la lidia el torero ha de engañar a su adversario, el toro, pero debe hacerlo con lealtad y en eso estriba su ética. Se trata de engañar a este toro y no a otro, hay que saber ajustar la acción propia a las condiciones singulares de su oponente, diferente por hipótesis de todos los demás, ya que es mortal y combate una sola vez. Es un ser vivo, con su carácter singular, que se ha de saber descubrir y su conducta imprevisible, se debe prever (WOLFF, 2008).

1.5.1. Origen de la lidia y de los festejos taurinos.

La teoría más aceptada es que la utilización de los toros en espectáculos públicos data de tiempos de los íberos, que se sirvieron de ellos como animales de culto religioso. Los griegos y los romanos, durante la colonización de la Península, los emplearon en funciones circenses, en las que se practicaba la suerte de mancornar o embarbar, consistente en agarrar al toro por las astas, doblarle el cuello y derribarle. También los hicieron luchar contra tigres, leones, etc. (MIRA, 1993). Destacaron los llamados *taurtarii*, los únicos bestiarios a los que se les consentía usar, además del arma, un trozo de tela purpúrea como medio para engañar a los toros, a manera del actual capote (DOMECQ, 1994).

FERNÁNDEZ DE MORATÍN, en su carta histórica sobre “El origen y progreso de las fiestas de los toros en España” de 1777 refuta el origen romano

de esta actividad y defiende el origen autóctono de la fiesta, mientras que otros tratadistas defienden la ascendencia árabe de las corridas de toros (ALBENDEA, 1992).

COSSÍO (1951), considera que la lidia actual es, en parte, una transferencia a los cosos del ejercicio de la caza del Uro, en la que se dieron los primeros enfrentamientos de lo que llegaría a ser un arte. Según MADARIAGA (1966), no se dispone de elementos de estudio suficientes para determinar los orígenes del espectáculo pues hay toda una gama de suposiciones, la mayor parte de ellas carentes de rigor científico.

1.5.2. Evolución histórica de la lidia.

Son varias las fuentes que sitúan el inicio de la lidia a pie a finales del siglo XVI, si bien algunos autores, como CAMPOS (1973), establecen el origen del espectáculo taurino propiamente dicho alrededor del año mil. El primer espectáculo taurino formalizado que conocemos tuvo lugar en León, en tiempos de la Reconquista (año 815), aún bajo dominio árabe, aunque sus organizadores eran cristianos (CUBILLO DE LA PUENTE, 1998). COSSÍO (1951) señala como la primera fiesta de toros de la que tiene información fidedigna, la celebrada con motivo de la coronación de D. Alfonso VII el Emperador, en el año 1135. Del mismo siglo XII y del mismo reinado, son las fiestas reales con las que se celebró la boda de Doña Urraca, en las cuales también tuvieron lugar actos taurinos.

Alfonso X el Sabio, en sus Cantigas (1221-1284), relata fastos taurinos en el aspecto de la diversión y en una forma que hace suponer que, por su bullicio, tuvieran cierta analogía con las modernas capeas. El Rey Sabio define al “matatoros” como “*ome que recibiese precio por lidiar con alguna bestia*”. Según COSSÍO (1951), lo más probable es que estos “matatoros” ejecutaran unas suertes a pie, preludio del posterior toreo pirenaico, consistente en utilizar instrumentos no arrojados.

Durante la alta Edad Media surgieron en Castilla las corridas ecuestres, de origen claramente nobiliario. En estos festejos las reses bravas eran alanceadas desde caballos en plazas públicas (MIRA, 1981). El toreo a caballo se utilizó, además de como regocijo, como ejercicio físico de adiestramiento para la guerra (VIFORCOS, 1992). En el siglo XVI reyes y nobles lancearon a los toros desde el caballo sin ningún complemento a pie y en el siglo XVII se

impone la monta a la jineta (arte de montar a caballo consistente en llevar los estribos cortos y las piernas dobladas, pero en posición vertical desde la rodilla abajo), dando origen al rejoneo (MIRA, 1981). Hasta que no se generalizó el toreo a pie y, con él, la costumbre de dar muerte a las reses en el coso, la forma más usual de acabar con la vida del animal era el desjarrete, que consistía en cortar los tendones de las extremidades posteriores y cuando el animal caía al suelo se le acuchillaba. Todavía existen referencias a este lance en la segunda mitad del XVII, aunque su práctica ya se encontraba en retroceso, dejando paso al estoque, que a finales de este siglo ya era obligatorio (VIFORCOS, 1992).

En este mismo siglo XVII surgió el toreo a pie, de origen andaluz. Trascendental importancia en este hecho tuvieron las Reales Maestranzas. Sus cofrades, pertenecientes al estamento nobiliario, se ejercitaban en múltiples actividades ecuestres frente a toros sirviéndoles de entrenamiento para la guerra. A estos caballeros maestrantes les ayudaban, descabalgados, unos mozos llamados caballerangos que complementaban a pie y remataban a estoque, tras burlar con telas, los toros que aquellos rejoneaban. Serían los primeros lidiadores e iniciadores del toreo tal como en la actualidad se entiende y que se impuso en el siglo XVIII, época en la que aparece la figura auxiliar del picador de vara larga o varilarguero (MIRA, 1981). La tauromaquia pasa de ser caballescica a popular y el torero a pie pasa de ser auxiliar del caballero noble a protagonista máximo de la lidia (LÓPEZ, 1992).

RUÍZ (2005) sitúa la transición del toreo a caballo al toreo a pie en el año 1.700 cuando Carlos II, último Rey de los Austrias, al morir sin descendencia, nombra como sucesor a Felipe de Anjou (Felipe V), monarca de la dinastía francesa de los Borbones. Este hecho provocó un cambio en el gusto y las costumbres de los nobles y los militares despreciando el rudo y arriesgado ejercicio del hombre y el caballo frente al toro. Pero lejos de desaparecer ese enfrentamiento, se transforma en un nuevo arrojito, el del hombre a pie frente al toro.

SANTONJA (2012) indica que el toreo a pie es muy anterior a lo creído tradicionalmente, hallando documentos sobre contratos de "toreadores" a pie incluso con sus cuadrillas a inicios del XVII y aún ya en el XVI, siendo paralelo al toreo caballescico. De hecho, en el toreo a caballo nobiliario de siempre hubo ayudadores a pie.

De principios del siglo XVIII data la “cartilla”, documento en el que se expone el orden de las distintas suertes. Así, la lidia había de comenzar por las suertes de capa, seguir por las de banderillas y acabar con el manejo del lienzo y la estocada. Nada dice de los hombres de a caballo que intervenían en la lidia, debido a que su mayor categoría les autorizaba para intervenir en cualquier momento. Incluso hasta el siglo XIX permanecían en el ruedo durante toda la lidia (COSSÍO, 1951).

Paralela e independientemente, en el norte de la Península se desarrolla otro tipo de toreo llamado pirenaico, caracterizado por que sus suertes se desarrollaban todas a pie, denominándose toreadores y no toreros. Esta modalidad podría derivar del hecho de que los navarros no empleaban el caballo en el cuidado del ganado vacuno y todas las faenas se hacían a pie. En esta fórmula de burlar las acometidas de las reses no se usaban telas como engaños, por lo que es muy posible que todas las destrezas “a cuerpo limpio”, incluidas las banderillas, tengan su fundamento en las suertes que practicaban navarros, vascos, aragoneses y riojanos (MIRA, 1993).

A finales del siglo XVIII comienza a tomar forma la actual corrida de toros, pero seguía siendo frente al caballo cuando el astado tenía que hacer un mayor esfuerzo (DOMEQCQ, 1995). Era en esa época cuando la bravura de un toro se evaluaba según su comportamiento en el primer tercio (ABARQUERO, 1955; FERNÁNDEZ, 1959; MARAÑÓN, 1974; ROMERO, 1974; DOMEQCQ, 1994; SANES *et al.*, 1994). En las referencias de los toros de entonces consta siempre como un detalle decisivo y casi exclusivo, el número de varas tomadas, los derribos y los caballos “despachados” (DOMEQCQ, 1994). En resumen, el tercio de varas era considerado como el eje fundamental de la lidia, mientras que en la actualidad, en muchas situaciones, parece quedar en entredicho (DOMEQCQ, 1993).

La forma de torear a pie ha evolucionado mucho. Antes los toreros alargaban menos el trasteo de muleta y doblegaban menos a los toros que en la actualidad. Varias razones pudieron coexistir para que esto ocurriera. Una de ellas podría ser que aún no se habían definido las reglas clásicas del toreo actual, es decir, embarcar, parar, templar y mandar (PURROY, 1988). Sin embargo, el principal motivo parece haber sido que los toros eran menos nobles, más violentos, de furia incontenible y, en consecuencia, ilidiables

algunas veces (PURROY, 1988; GUERRA *et al.*, 1994). En este sentido, según la opinión de muchos aficionados a la tauromaquia, el toro de hoy es distinto, con menos fuerza y fiereza, pero a la vez con más trapío y bravura (GUERRA *et al.*, 1994).

Esta nueva lidia precisa un nuevo tipo de toro, por lo que es necesario modificar los criterios de selección. En nuestros tiempos el tercio de muleta es el más importante de la lidia, debido, principalmente, a un cambio en los gustos del público (MADARIAGA, 1966; PÉREZ-TABERNERO, 1975; PURROY, 1988; DOMECCQ, 1994). Partiendo de esta premisa la selección se centró en conseguir animales de suave y largo recorrido, que lleven el hocico cerca de la arena y tengan una fijeza en la cabeza casi total, en definitiva un toro de embestida fija y codiciosa (DOMECCQ, 1994).

1.5.3. Condiciones generales para realizar la lidia y requisitos que deben cumplir los animales.

GUTIÉRREZ (1996), considera que el primer aspecto a tener en cuenta a la hora de evaluar la idoneidad del toro para la lidia es el físico o morfológico, lo que en el argot taurino se denomina “trapío”.

COSSÍO (1951), define el trapío como: “el conjunto de características del toro de apreciación visual, que hacen juzgar de su aspecto, estampa y probables condiciones para la lidia”. Para SÁNCHEZ (1952) es la expresión plástica resultante de los rasgos proporcionados por cada una de las regiones corporales, asociados a los deducidos de la observación en conjunto de las características somáticas del animal de Lidia. CRUZ (1991), considera que nadie puede definir el trapío y añade que es una palabra acuñada para describir la condición morfotípica total de un toro que reúne secuencias de belleza y armonía corporal, sin defecto físico apreciable, que transmite sensación de poder, perfectamente aplomado y encornado, y con un expresivo patrón de conducta como corresponde a su estirpe genética; en definitiva, el trapío difícilmente se define sino que más bien se intuye. Las características morfológicas ideales del trapío son, para FERNÁNDEZ (1962), la resultante de la suma del tamaño, gordura, edad, cornamenta, gesto, tipo, etc. Los factores que contribuyen a definir el trapío son para SÁNCHEZ (1952) aquellos representativos de fuerza y resistencia corporal, unidos a los que demuestran acusada virilidad del toro.

Para VEGA (1954), “el toro modelo es aquel de regular tamaño, buena presencia, bien proporcionado y fuerte; de piel fina, pelo lustroso, espeso, suave y limpio; testuz ancha y proporcionada a la cabeza; hocico pequeño, fino, elástico y negro; ventanas de la nariz abiertas y dilatadas; cuernos bien colocados, iguales, fuertes, delgados, lisos, puntiagudos, ni cortos ni muy desarrollados y de color negro tirando a verde desde más arriba del nacimiento hasta la punta; ojos grandes, vivos, brillantes y encendidos; orejas pequeñas, vellosas y muy móviles; cuello redondo, flexible, corto y grueso; morrillo grande, ancho y levantado; papada pequeña, pecho ancho y profundo; vientre deprimido pero bien desarrollado; dorso marcado pero lleno; lomos firmes y rectos; grupa ancha y musculosa; cola alta, delgada, fina, prolongada hasta los corvejones, con cerdas sedosas y espesas hasta el remate; extremidades recias, nervudas, fornidas y lo más rectas y delgadas posible; corvejones bien pronunciados; pezuñas pequeñas y bien redondeadas, lustrosas y del color de los cuernos; aplomos buenos y normalmente constituidos y bien desarrollados los órganos de la generación”

DOMECQ (1994), define el “toro de trapío como aquél que posee “las astas bien colocadas, finas y de regular tamaño, cabeza no muy voluminosa, piel fina, pelo lustroso, liso, morrillo prominente, espalda llena y lomo recto, es decir, bien proporcionado”. Como señala dicho autor, el “trapío” va ligado a la edad y crianza del animal.

Hasta el momento hemos visto como diferentes autores utilizan el término “trapío”, para referirse, fundamentalmente, a las características físicas del individuo. Sin embargo, en algunas definiciones de este concepto se incluye además un componente psicológico (vivacidad, nerviosismo, etc.) e incluso lo consideran relacionado con, y a veces reflejo de, la bravura. Para COSSÍO (1951), el “toro de trapío promete una lidia artística en la que lucirá su bravura y nobleza”. DOMECQ (1994), estima que el trapío es totalmente necesario para que se aprecie la bravura de los animales, y afirma: “sin trapío será difícil que un toro sea verdaderamente interesante, o aún siéndolo, dudemos, porque no resplandece en toda su intensidad la bravura”. En definitiva, cualquiera que sea la aproximación al concepto de trapío, éste parece estar integrado, además de por la estampa del animal, por la máxima proporción de bravura y nobleza.

El segundo factor a tener en cuenta en la lidia es la edad de los animales. El vigente Reglamento de Espectáculos Taurinos, *Real Decreto 176/1992 de 28 de febrero (BOE nº 56, de 5 de abril de 1992)*, establece que las reses destinadas a la lidia en corridas de toros habrán de tener de 4 a 6 años, y las destinadas a novilladas con picadores de 3 a 4 años (artículo 46).

En los siglos XVII y XVIII se consideraba como novillos a los animales menores de 5 años. Así, Juan Francisco Melcón en su “carta-satisfactoria para desengaño del público y defensa de la inocencia”, publicada en 1738, distingue “el toro que es toro” de la “cabra o novillo cuatroño” (COSSÍO, 1951). A lo largo de la historia de la tauromaquia no siempre se han lidiado los toros con la misma edad. Antiguamente se lidiaban con 5 o 6 años (MADARIAGA, 1966; VIFORCOS, 1992; DOMECCQ, 1994) y en la plaza de toros de Pamplona durante el siglo XVIII preferían individuos de más de 6 años para el tercio de varas (CAMPO, 1972).

En el Reglamento de 1852 se fija la edad de los toros entre 5 y 8 años (COSSÍO, 1951). No es hasta el Reglamento de 1923 cuando se dispuso por primera vez que los toros pudieran lidiarse a la edad de 4 años cumplidos. Esta reducción en la edad ha ido acompañada de una reducción en el peso de las reses. En la actualidad el peso mínimo de los toros es de 460, 435 y 410 kilogramos, en función de que la categoría de la plaza sea de primera, segunda o tercera, por este orden (*Artículo 37, Real Decreto 57/2008*), frente a los 525 ó 550 que establecía el Reglamento de 1917 según la época del año (GARCÍA, 1981).

El siguiente factor a considerar es el término bravura, definido por el Padre Laburú como “el instinto de huida considerado innato y fruto de la cobardía del animal” (MADARIAGA, 1966). SANZ (1942) lo califica como un instinto defensivo, mejor aún como un instinto de liberación. MADARIAGA (1962) indica que la bravura es una persistencia del instinto de agresividad que existe en los animales de domesticidad incompleta. MONTERO (1965) por su parte pone de manifiesto como el animal necesita un estímulo para, mostrar su cualidad brava, el cual determina un acto volitivo, con transmisión nerviosa a los miembros locomotores, produciendo la defensa mediante la pelea, ataque o la embestida.

Para PURROY (1988), la bravura es equiparable a la embestida, y dice que “la embestida debe poseer un gran componente de entrega desinteresada, de alegría festiva, de altruismo e incluso de soberbia”.

Por su parte, COSSÍO (1951) considera que el término bravo define “la conducta propia del toro fiero, de acometividad resuelta y con constancia en la acometida”. SÁNCHEZ (1954), señala que el concepto de bravura, en la práctica, es considerado sinónimo de “franca aptitud para la lidia”, dejando de ser una concepción fija e inmutable, para variar, a veces, hasta grandes extremos en función de la época. Este concepto es definido por CRUZ (1991) como “la forma de expresar cada toro su comportamiento y se pone de manifiesto mediante la embestida”.

Según MIRA (1981) el toro ideal para la lidia sería el que manifiesta:

- a) Salida alegre y pronta del chiquero.
- b) Remata en los tres burladeros desde donde primero se le cita por los peones.
- c) Dobla humillando y con recorrido al correrlo y torearlo con capa.
- d) Acude presto y desde largo al caballo en el tercio de varas, dejándose pegar sin dolerse al castigo y creciéndose ante éste en los tres puyazos.
- e) No se duele y mantiene la prontitud en banderillas y en la muleta. Cuantos más muletazos con largura en la embestida así como fijeza y amplitud en el recorrido soporte un toro, tanto mejor será.
- f) Morir en los medios sin haber perdido ni un instante su condición de realmente bravo.

Para NIETO (1987), las características principales de la bravura son: “embestida con prontitud y repetición de la misma, pelea resuelta en el caballo, acudiendo de lejos y metiendo los riñones, sin dolerse en el tercio de varas ni durante el de banderillas, rectitud en el viaje de sus acometidas, tendencia a los medios y morir con la boca cerrada tragándose la sangre”.

MONTES, en su obra “Tauromaquia completa” (1836), define los siguientes requisitos que deben buscarse en un toro para lidiarlo: la casta, la edad, las libras, el pelo, que este sano y que nunca lo hayan toreado.

Según GAUDIOSO *et al.* (1985), la bravura sería “el ataque decidido (no dubitativo), inmediato y continuo, con independencia de la distancia a la que se halle el estímulo agresor y/o del nivel de injuria sufrido por el animal”. Los

patrones de comportamiento que, a juicio de los ganaderos, mejor reflejan esta condición son: “acude de largo al caballo”, “se crece al dolor”, “repite de largo ante el caballo”, “acude al cite en banderillas”, “embiste en todos los terrenos ante el capote y la muleta”, etc.

La definición de DOMECCQ (2009) se refiere a la voluntad de luchar desde el principio hasta la muerte.

En líneas generales la opinión predominante es que la bravura depende de la interacción de numerosos factores (FERNÁNDEZ 1959; MADARIAGA, 1966; SÁNCHEZ-ALGABA, 1979), y la importancia atribuida a cada uno de ellos varía ampliamente según el autor considerado. Así, para FERNÁNDEZ (1959) el principal componente de la bravura es la “codicia” y sólo en menor medida la arrancada “pronta” y/o “larga”, “suavidad”, “viveza”, etc. En el mismo sentido, ROMAGOSA (1977) considera que la máxima bravura sólo se daría en animales de cinco años, fuertes y de difícil manejo para los espadas (a pesar de ser nobles).

En el polo opuesto, MADARIAGA (1966) considera que la “embestida” o “suavidad” es el rasgo más sobresaliente o definitorio de la bravura. DOMECCQ (1994) añade que el toro bravo es un “hermoso y orgulloso animal que ataca siempre sin el menor resquicio de miedo. Un toro bravo arranca pronto, embiste por derecho, siempre pasa delante galopando, no andando ni trotando, va siempre más allá de la cornada, tranquilo, reposado, seguro de su fuerza, de su poder, sin bronquedad falsa, sin temor al ataque por la espalda”. En opinión de CRUZ (1991) y de DOMECCQ (1994), la bravura supone una manifestación de fuerza y movilidad, de modo que mediante la fuerza el toro mantiene la embestida y merced a su movilidad esa respuesta será repetitiva, con decisión y grandes dosis de “nobleza”. Esta facilidad para la lidia, esta “suavidad”, esta “embestida educada” en un toro bravo exige un paso más que haría al toro “noble”.

Dentro del ámbito taurino, la mayoría de los críticos y ganaderos (SÁNCHEZ-ALGABA, 1979; MIRA, 1981; NIETO, 1987; DOMECCQ, 1994) utilizan el término nobleza como sinónimo de “suavidad”, “facilidad para el toreo”, etc. contraponiéndolo a otros como “bronquedad” o “defenderse”. En este sentido, los ganaderos consideran nobles a aquellos animales cuya lidia está exenta de peligro incontrolado para el matador, siendo los patrones de

“humilla” y “pasa bien” los máximos exponentes de dicha condición. Aún es más, un ejemplar es tanto más noble cuanto mayor sea el tiempo de la lidia durante el cual manifiesta estas pautas etológicas, evidenciando al mismo tiempo una menor capacidad de aprendizaje (SÁNCHEZ, 1988).

SÁNCHEZ (1988), define al toro ideal para la lidia como “aquél que además de bravo es noble, asociándose ambas características en la justa medida, para que el público aprecie cierto peligro. Esto es, el animal de ataque decidido e inmediato, de elevada bondad y suavidad, el animal que transmite sin plantear una lidia peligrosa”. Según esto, los patrones de comportamiento que debe presentar el toro ideal son:

- acude de largo en la muleta
- humilla en la muleta
- pasa bien
- repite los pases con rapidez y sin parada (codicia)
- humilla en el caballo
- mete los riñones
- se crece al dolor
- embiste en todos los terrenos

Además de una ausencia total de pautas como:

- cabecea en el caballo
- derrota en la muleta
- tardea en los pases
- huye de la muleta
- querencia

Centrándonos en los aspectos legales, la Comunidad de Castilla y León de acuerdo con lo establecido en el vigente Estatuto de Autonomía, tiene competencia exclusiva en materia de espectáculos públicos, entre los que se incluyen los espectáculos taurinos. Una vez transferidas por la Administración del Estado las funciones y servicios inherentes a esta competencia mediante *Real Decreto 1685/1994, de 22 de julio*, la Administración Autonómica ha venido desde entonces desarrollando un intenso proceso normativo orientado a ordenar y regular los espectáculos taurinos que se producen en nuestro territorio. Debe tenerse en cuenta que en esta Comunidad se han llegado a autorizar anualmente más de dos mil quinientos espectáculos taurinos, lo que

afecta a la práctica totalidad de las provincias y es, por tanto, un sector de actividad de relevancia económica que requiere de un eficaz marco jurídico que prevea los necesarios niveles de intervención administrativa.

Con este nuevo *Reglamento*, que se dicta en el marco normativo diseñado por *la Ley 10/1991, de 4 de abril, sobre potestades administrativas en materia de Espectáculos Taurinos*, se aborda la regulación de los festejos taurinos mayores con el fin de garantizar la integridad del espectáculo y el tratamiento adecuado a las reses de Lidia, salvaguardando, a la par, los derechos de los profesionales y del público en general. Con este *Reglamento* se pretende también actualizar la normativa aplicable a este tipo de espectáculos adaptándola, en su caso, a las especificidades autonómicas, regulando nuevos espectáculos taurinos peculiares que, como el bolsín taurino, se están empezando a desarrollar en la Comunidad de Castilla y León.

Debido a lo expuesto en el párrafo anterior y teniendo en cuenta que los protocolos experimentales de esta tesis doctoral se han desarrollado en esta Comunidad Autónoma, nos centraremos en el Reglamento taurino de Castilla y León.

El *Real Decreto 57/2008, de 21 de agosto* aprueba el Reglamento General Taurino de la Comunidad de Castilla y León (*Boletín Oficial de Castilla y León, nº 165*). En el *TÍTULO IV Medidas de garantía de integridad de los espectáculos* define, en el *CAPÍTULO I, las características de las reses de Lidia*, lo que recogemos de manera resumida a continuación:

Únicamente podrán lidiarse reses inscritas en el Libro Genealógico de la Raza Bovina de Lidia y cuyas ganaderías de origen se encuentren inscritas en el correspondiente Registro de Empresas Ganaderas de Reses de Lidia. Los machos que se destinen a la lidia en las corridas de toros o de rejones deberán tener cuatro años cumplidos y en todo caso menos de seis. En las novilladas con picadores la edad será de tres años cumplidos y menos de cuatro, y en las demás novilladas, de dos años cumplidos y menos de tres.

Los pesos de las reses serán diferentes en función del tipo de festejo y la categoría de la plaza, así las corridas de toros tendrán un peso mínimo de 460 kg en las plazas de primera categoría, 435 en las de segunda y 410kg al arrastre o su equivalente de 258 kg canal en las de tercera categoría. Las novilladas picadas tendrán un peso máximo de 500 kg, para las plazas de

primera y segunda categoría, siendo en las plazas de tercera categoría el peso máximo de 410 kg al arrastre o su equivalente de 258 kg en canal. En las novilladas sin picadores el peso de las reses no podrá exceder de 410 kg al arrastre o su equivalente de 258 kg en canal.

Las defensas de las reses en corridas de toros y novilladas con picadores estarán íntegras. Las reses escobilladas y despitorradas y los mogones y hormigones únicamente podrán ser lidiadas en novilladas picadas, siempre que se incluya en el propio cartel del festejo y con caracteres bien visibles la advertencia: Desecho de tienta y defectuosas. En el toreo de rejones y en las novilladas sin picadores, las defensas, si previamente está anunciado en el cartel, podrán ser manipuladas y mermadas. En las becerradas y toreo cómico, cuando las características de los cuernos de las reses, impliquen grave riesgo, podrán ser manipuladas al tratarse de reses de menos de dos años.

1.5.4. Desarrollo de la lidia: partes que la integran.

La lidia debe ajustarse a unas normas para que la corrida guarde un mínimo orden y para que su duración aproximada sea la idónea, en la actualidad una media de 15 minutos (ALONSO *et al.*, 1995, BARTOLOMÉ, 2009), en concordancia con lo apuntado por COMPAN (2008) quien estima la duración media de la lidia de cada animal en 15 minutos y 40 segundos.

La lidia se divide en tres partes o tercios: tercio de varas y quites, tercio de banderillas y tercio de muleta y muerte (ALCÁNTARA, 1998). Esta misma división, pero con distinta nomenclatura hace COSSÍO (1951), tercio de picar, el de banderillar y el de matar.

Primer tercio:

Se inicia cuando el toro sale al ruedo. El toro debe ser fijado por los lidiadores en el capote. Una vez fijada la embestida el animal deberá ser puesto ante el caballo para realizar la suerte de varas.

VIDAL (1975) señala que “el tercio de varas es el eje de la lidia, entre otras razones, por que en él se practica la prueba definitiva de la bravura del toro...”. Se comienza en el primer tercio a quebrantar la res por medio de puyazos o heridas causadas por la puya. La disminución de facultades que la pérdida de sangre supone no debe ser excesiva, pero sí suficiente para que el toro temple su ímpetu bronco y, consiguientemente, se ahorme su cabeza, dejando el cornear continuo y descompuesto (COSSÍO, 1951).

En realidad, el tercio de picar servía, según COSSÍO (1951), “en cierto modo como prueba o retienta hecha a la faz del público para calificar la bravura del toro”.

En la actualidad, este tercio ha perdido importancia quedando reducido a un mero trámite en algunas plazas, viendo disminuida su duración en un 50% en los últimos 15 años (ALONSO, 2009).

Segundo tercio.

Finalizada la suerte de varas, el presidente saca un pañuelo blanco y los clarines suenan para anunciar el cambio de tercio. Los picadores pueden abandonar el ruedo. La colocación de las banderillas se realiza a cuerpo limpio y las puede poner el espada o sus peones (ALCÁNTARA, 1998).

Para COSSÍO (1951) el tercio de banderillas tiene como misión reanimar al toro o alegrarlo (alegradores se llamaban también a las banderillas), excitándolo sin restarle fuerzas, si bien este autor pone en duda este efecto, ya que en la preparación para clavarlas se le quebranta con capotazos y recortes.

Ultimo tercio

Se inicia cuando suena el clarín y el matador toma la espada y la muleta. La faena de muleta se puede definir como el conjunto de suertes a la par efectivas y de adorno, que forman la pieza más importante de la lidia (ALCÁNTARA, 1998).

Comprende la preparación del toro utilizando la muleta y su muerte a estoque. La faena de muleta es hoy la más importante de la lidia, habiendo dejado en penumbra la suerte de matar, que por necesidad ineludible es la fundamental del matador y la llamada con razón, suerte suprema pues es el colofón de la faena. (COSSIO, 1951).

GARCIA-SCHNEIDER. (2008) y ALONSO *et al* (1995) a diferencia de los autores antes mencionados, dividen la corrida en 4 fases:

Fase 1

Desde la entrada del toro en la arena hasta el sonido de los clarines que indican la entrada de los picadores. Esta fase comprende el descubrimiento de la arena por el animal y los capotazos dados por el torero.

Fase 2

Desde la entrada de los picadores hasta que suenan los clarines que indican la finalización de la suerte de varas.

Estas dos primeras fases constituyen el primer tercio.

Fase 3

Fase de las banderillas se corresponde con la suerte de banderillar al toro. Sería el equivalente al segundo tercio.

Fase 4

Desde el fin de las banderillas hasta la muerte del toro. Esta fase corresponde a la faena de muleta y a la estocada. Es el tercer tercio.

GARCIA-SCHNEIDER. (2008) justifica esta división debido a que el esfuerzo que debe realizar el animal en cada una de estas fases es diferente. El toro realiza primero los esfuerzos de un sprinter (fase 1), luego de un halterófilo (fase 2) y por fin de un corredor de fondo (fase 3 y 4).

El Reglamento General Taurino de la Comunidad de Castilla y León (*Real Decreto 57/2008, de 21 de agosto*) en los Capítulo II Del primer tercio de la lidia, Capítulo III Del segundo tercio de la lidia, y Capítulo IV último tercio de la lidia, hace referencia a las partes que integran la lidia a través de los artículos 66 al 70 que resumimos a continuación:

El presidente será la persona encargada de indicar el inicio de la lidia, los cambios de tercio y los avisos.

Una vez la res haya salido al ruedo será toreada con el capote por el espada de turno. A continuación, por indicación del presidente saldrán al ruedo los picadores, que actuarán de manera alterna. Al que le corresponda intervenir, se situará en la parte más alejada posible de los chiqueros, situándose el otro picador en la parte del ruedo opuesta al primero. El picador no podrá rebasar el círculo más próximo a la barrera, mientras que la res será puesta en suerte sin rebasar el círculo más alejado de la barrera. Queda prohibido barrenar, tapar la salida a la res, girar alrededor de la misma, insistir o mantener el castigo incorrectamente aplicado. Las reses recibirán, a criterio del espada de turno, los puyazos apropiados, de acuerdo con la bravura y fuerza del animal. Después del primer puyazo, el espada podrá solicitar el cambio de tercio a la presidencia. En plazas de primera categoría cada res tendrá que recibir, al menos dos puyazos.

Una vez los picadores se hayan retirado del ruedo se procederá a colocar no menos de dos ni más de tres pares de banderillas, salvo orden en contra del Presidente.

Finalizado el tercio se iniciará la faena de muleta al final de la cual el torero deberá dar muerte al animal. Se prohíbe a los lidiadores ahondar el estoque que la res tenga colocado, apuntillarla antes de que caiga o hierla de cualquier otro modo para acelerar su muerte. El espada no podrá entrar a matar nuevamente hasta que no se haya retirado el estoque que pudiera tener clavado de un intento anterior. El espada podrá descabellar a la res únicamente después de haber clavado el estoque. Transcurridos diez minutos desde el inicio de la faena de muleta, si la res no ha muerto se dará, mediante toque de clarín, el primer aviso; tres minutos después, el segundo aviso, y dos minutos más tarde el tercero y último, en cuyo momento el espada y los demás lidiadores se retirarán a la barrera para que la res sea devuelta a los corrales, o en caso de imposibilidad, apuntillada en el ruedo.

El arrastre de las reses muerta fuera del ruedo se realizara con un tiro de mulillas, o en el caso de tratarse de un espectáculo de caballos, con los caballos de reserva de picadores.

1.6. FACTORES QUE AFECTAN AL RENDIMIENTO PRODUCTIVO DEL TORO DE LIDIA.

1.6.1. Dificultad para evaluar el rendimiento productivo.

La primera dificultad destacable es precisamente la ponderación de la producción final de los toros bravos, pues el hecho de que se trate de un rendimiento etológico hace necesario una escala de medida adaptada y no siempre homogéneamente aceptada.

La valoración del rendimiento productivo ha sido realizada por los ganaderos de modo intuitivo desde que surgió la necesidad de establecer una selección de los animales con un fin concreto, la lidia (BARTOLOMÉ, 2009). En efecto, durante la tienta los ganaderos, realizan una valoración del rendimiento del animal. Esta información será utilizada por el ganadero en la elección de los futuros reproductores tal y como se indica en el apartado siguiente. Durante la lidia el público realiza una evaluación subjetiva del comportamiento del animal en la plaza, manifestándolo abiertamente durante el arrastre de la res, si bien es cierto que prevalece la ponderación de la actuación del torero sobre el comportamiento manifestado por el animal

GAUDIOSO *et al.* (1985), diseñaron un modelo de encuesta con los principales patrones etológicos considerados por diversos autores (COSSÍO,

1951; DOMECCQ, 1985; MADARIAGA, 1966), que fue enviado a los propietarios de ganaderías inscritas en la Unión de Criadores de Toros de Lidia (UCTL), solicitando que indicasen el significado (bravura, nobleza y/o mansedumbre) que, a su juicio, poseían los distintos patrones de comportamiento incluidos en la lista exhaustiva que se les facilitaba al efecto, rogándoles que añadiesen cualquier otro de interés que no figurase en la misma.

A partir de los resultados obtenidos en la encuesta, se elaboró una ficha de valoración que contenía 24 variables que, una vez evaluadas, resultaban suficientes para definir el comportamiento de los animales durante la lidia en grupos sucesivos del uno al diez, en función de su menor o mayor aptitud para la lidia, tras la aplicación de una serie de funciones de clasificación a partir de las puntuaciones concedidas (SÁNCHEZ *et al.*, 1990). Los 24 actos y posturas con poder discriminante se agrupan en cinco apartados:

- **Salida:** recorre la plaza.
- **Tercio de varas:** número de varas, distancia de arrancada al caballo, tiempo de embestida, mete los riñones, cabecea, sale suelto, no se retira al quite y se crece al dolor.
- **Tercio de banderillas:** acude de largo, fijo en el banderillero y se duele.
- **Tercio de muleta:** duración de la faena, acude de largo a la muleta, humilla, pasa bien, codicia, repite con parada, tardea, fijo en la muleta y huye de la muleta.
- **Patrones observados durante toda la lidia:** querencia, escarba y mosquea.

El significado de cada una de las variables, así como la metodología básica de valoración, son los descritos por SÁNCHEZ (1988). Con la información recogida se desarrolló el primer programa de valoración informático (ALONSO, 1994) utilizado para evaluar el comportamiento de los toros durante su lidia. Inicialmente, el programa demanda del valorador, a lo largo de las diferentes partes de la lidia, la calificación de 0 a 5 puntos otorgada al animal en cada uno de los patrones con poder discriminante. A continuación, el programa utiliza las ecuaciones de clasificación pertinentes en las que aplica las puntuaciones concedidas y, finalmente, muestra en pantalla el grupo o categoría, de 1 a 10, a la que adscribe el ejemplar que está siendo lidiado,

permitiendo reconocer antes de la suerte suprema a aquellos toros que, por su excepcional comportamiento, podrían merecer el indulto.

COMPAN *et al* (2008), consideran que el rendimiento del animal esta condicionado en parte por un componente “mental” y en parte por un componente “motor”. Para entender cómo afecta este segundo componente al rendimiento del toro durante la lidia GARCÍA-SCHNEIDER (2008) ha desarrollado un método objetivo de cuantificación de la actividad física y del gasto energético de los toros en el transcurso de la lidia basado en el análisis del vídeo de las corridas mediante el programa “Observer”®, utilizado en investigaciones sobre el comportamiento animal.

Para estimar el gasto energético estos autores tienen en cuenta los siguientes parámetros:

- **Para la salida y la fase de capa (fase1):** el paso de salida, el número de vueltas de al ruedo antes de fijarse, el paso dominante desde la salida hasta el caballo y la violencia de la carga.
- **Para la puya (fase2):** el número de puyazos y su intensidad, la importancia de la utilización de capote antes y entre los puyazos.
- **Para las banderillas (fase3):** si el animal se va de lejos, si sigue al banderillero hasta las tablas y el paso dominante de tercio.
- **Para el muleta (fase 4):** el ritmo del principio de faena, la actitud del toro frente al muleta (parte de lejos y repite, se va de parado y repite, se va de lejos y no repite, y la duración del faena).

Con el fin de evaluar la debilidad hay que anotar para cada fase: el número de caídas, el tipo de caída, la bajada de ritmo (fuerte, media o débil) y si el animal tiene la boca abierta o cerrada.

Esta información convenientemente anotada, permite sumándolo todo, obtener la nota de energía, de debilidad y de caída. De esta manera, son cronometrados el tiempo durante el cual el toro marcha, trota, galopa, está inmóvil, empuja al caballo, tiene la boca cerrada o abierta, el número y el tipo de las caídas, para cada una de las fases de la lidia. A partir de estos tiempos, gracias a estudios realizados en el caballo de carreras y con la ayuda de especialistas en etología y fisiología del INRA, se han aplicado coeficientes que permiten tener una estimación cuantitativa del gasto energético de los toros para cada una de las actividades físicas y fases de la lidia.

GARCÍA-SCHNEIDER (2008) ha determinado que el tiempo medio de la lidia era de 15 minutos y 40 segundos, que el tiempo de inmovilidad llegaba al 62% del total, el tiempo de galope 16.5%, el tiempo de trote 5.5% y el tiempo de marcha al paso 16%. Por otro lado este mismo autor (2008), obtuvo un gasto energético medio durante la lidia de 7.925 Kcal, con los siguientes valores medios en cada una de las fases de la lidia:

Fase 1: 1.658 Kcal.

Fase 2: 2.440 Kcal.

Fase 3: 1.105 Kcal.

Fase 4: 2.746 Kcal.

La fase 4 es la que supone un mayor gasto energético para el animal (cerca del 35%), seguida por la fase 2 con aproximadamente un 30%. Las fases con un menor gasto son la 1 y la 3 con valores cercanos al 21% y al 14% respectivamente.

1.6.2. Selección

La selección de la raza de Lidia se centra en la valoración de parámetros subjetivos y, por tanto, difíciles de cuantificar e interpretar, pero que, si son puntuados con el suficiente rigor, manifiestan heredabilidades que las hacen susceptibles de poder ser seleccionados en un sentido u otro a elección del ganadero (CAÑÓN, 2008). Este hecho ha quedado demostrado por la evolución de las características morfo-funcionales que se ha producido desde los orígenes de la raza hasta nuestros días.

En prácticamente nada se parecen los animales utilizados en los primeros festejos taurinos (brancos, grandes y destartalados) al toro de hoy en día, noble, armónico y adaptado a las exigencias de la lidia actual. Estos cambios son, básicamente, consecuencia de una selección genética bien orientada.

Esta selección consiste en identificar a los animales portadores de los genes más beneficiosos para los caracteres de interés y utilizarlos como reproductores para que los transmitan a sus descendientes. La única forma de saber si la medida de un carácter (fenotipo) en un animal es o no un buen reflejo de los genes de los que es portador (valor o mérito genético) es calculando la heredabilidad del mismo carácter (CAÑÓN, 2008).

“Los ganaderos de lidia, han hecho del toro una máquina de comportamiento consiguiendo una perfecta armonía entre la morfología externa y su rendimiento durante la lidia” (PURROY, 1988), utilizando las dos estrategias genéticas a su disposición para lograr sus objetivos: la selección de los mejores reproductores y las decisiones de cruzamiento entre ganaderías o encastes (CAÑÓN, 2008).

La selección en el ganado bravo va encaminada a la elección tanto de machos como de hembras destinados a ser reproductores y, para escoger estos animales, el ganadero ha de valorar los aspectos relacionados con la especialización productiva de la raza (ACEÑA, 1993).

El toro empezó a ser seleccionado para que acometiera. La acometida, después, se transformó en arrancada. La bravura llegó a través de la evolución de la arrancada, cuando ésta se hizo más frecuente y constante. La bravura comenzó a medirse en la suerte de varas y, después, pasó a definirse como la voluntad de luchar desde el principio hasta la muerte, siendo esta última definición un desarrollo posterior de los anteriores conceptos de bravura (DOMEcq, 2009).

El proceso de selección es largo y complejo, y en él participan tres métodos de selección diferentes: morfología y etología propias; la selección por ascendencia, teniendo en cuenta las características de sus progenitores; y la selección por descendencia, valorando la transmisión a sus descendientes de las características anteriormente citadas (GARCÍA-BELENQUER, 1991; GAUDIOSO y RIOL, 1996).

1.6.2.1. Selección genealógica

Centrada en un profundo estudio de la genealogía de cada animal, basándose en los libros de la ganadería o en los programas informáticos de cada explotación, en los que aparecen reflejados todos los datos concernientes a cada animal.

Entre la información recogida de cada individuo podemos encontrar: la identificación del animal, la fecha de nacimiento, la identidad del padre, de la madre y de los abuelos, la nota de tiente del animal y sus antecesores, así como la evolución de la lidia de sus hermanos. Con todos estos datos se tiene información suficiente para valorar las familias productoras de las mejores reses (VICENTE, 2002), lo cual permitirá realizar una preselección de los mejores

animales a la espera de mayor cantidad de datos antes de tomar la decisión definitiva.

Si la selección genealógica es importante en las hembras, en el caso de la elección de los futuros sementales es fundamental elegir aquellos animales con mejores orígenes. Así, para GAUDIOSO *et al.* (1996), en el caso de los machos cobra gran importancia el comportamiento manifestado por sus hermanos y hermanas de camadas anteriores.

La selección genealógica podrá ser de tres tipos en función de cómo se acometa la elección de los animales:

- Selección por descendencia: cuando se utiliza la información de los numerosos hijos que pueda tener un reproductor (macho o hembra) para conocer el mérito genético de ese animal.
- Selección por ascendencia: cuando se utiliza la información de los padres (o genéricamente de los ascendientes).
- Selección individual: únicamente se utiliza cuando disponemos de información sobre el propio animal. Dicha información se obtiene durante la tiente o la propia lidia en el caso de los toros indultados o de aquellos en los que se recoge material para extracción de dosis seminales.

1.6.2.2. Selección morfológica

En términos taurinos para referirse a la morfología del animal se utiliza el término “trapío”, y aunque ya se ha expuesto anteriormente la variedad de definiciones empleadas para el mismo, preferimos utilizar aquí aquella que lo entiende como “el conjunto armónico de un individuo que se corresponde con el biotipo constitucional del encaste de donde procede” (FERNÁNDEZ, 2000).

Los animales deberán seleccionarse conforme a las características morfológicas del encaste al que pertenecen, buscando, en todo momento, conseguir animales con el trapío necesario para que, posteriormente, puedan ser lidiados en las plazas de toros. Así, el actual reglamento de espectáculos taurinos obliga a relacionar el trapío de las reses con “la categoría de la plaza, así como el peso y las características de la ganadería a las que pertenezca cada animal”, volviendo a repetirse en los requisitos en los que se basa el primer reconocimiento de las reses. Cabe destacar que, debido a la notable variabilidad morfológica de la raza de lidia, derivada de su origen heterocigótico,

debemos esperar que se produzcan diferencias entre animales procedentes de distintas castas (GUTIÉRREZ, 1996).

SOTILLO (1985), describió las bases morfológicas utilizadas en la selección del toro de Lidia: peso vivo, integridad ocular, posición de los cuernos, aplomos y tipo zootécnico. Teniendo en cuenta que los caracteres morfológicos presentan un índice de heredabilidad mayor que los caracteres etológicos, se debe prestar especial atención a la morfología de los animales que se van a seleccionar como reproductores, tanto machos como hembras, evitando en la medida de lo posible animales defectuosos.

Aunque la selección de esta raza este fundamentada de una forma prioritaria en caracteres funcionales, es indudable que los morfológicos deben estar, necesariamente, presentes (SANES *et al.*, 1997) y, en ningún caso, se debe caer en el error de pensar que la morfología no importa y seleccionar únicamente en función de la bravura (VICENTE, 2002).

1.6.2.3. Selección funcional: la tienta

Quizá sea el tipo de selección de mayor importancia, teniendo en cuenta que el toro de Lidia es una raza explotada en función de sus particularidades etológicas, tratándose de un animal preparado durante años para un espectáculo de veinte minutos de duración (SANZ, 1958), de modo que el comportamiento exhibido durante la lidia justifica la explotación de esta raza.

A principios del siglo XVII comienzan a aparecer referencias sobre ganaderías concretas. Así, COSSÍO (1951) señala que Felipe IV tuvo una importante vacada en Aranjuez, proporcionando, en 1623, toros para las fiestas celebradas en honor del Príncipe de Gales. En 1670 se constituye, en la localidad Navarra de Corella, la vacada de Joaquín Antonio de Beaumont de Navarra y Ecurra Mexía, Marqués de Santacara, recogiendo y seleccionando reses salvajes existentes en la zona de las Bárdenas y sus alrededores. Ha sido considerado como el ganadero que inició la selección y crianza del ganado vacuno de casta Navarra con destino a los festejos populares (RODRÍGUEZ, 2000).

A mediados del siglo XVIII empiezan a aparecen vacadas bien definidas y designadas con el nombre de sus fundadores: Juan Sánchez Jijón (“jijona”), Rafael José de Cabrera (“cabrera”), Vicente José Vázquez (“vazqueña”), Pedro Luís de Ulloa, Conde de Vistahermosa (“vistahermosa”) (COSSÍO, 1951; MIRA,

1981; SÁNCHEZ BELDA, 1984; RODRÍGUEZ, 1991), quienes comienzan a seleccionar animales y realizar cruzamientos intentando conseguir las características más adecuadas para la lidia: acometividad como expresión de bravura (FERNÁNDEZ MARDOMINGO, 1998).

Desde el mismo momento en el que comienzan a perfilarse las primeras ganaderías destinadas, exclusivamente, a la cría de reses para ser lidiadas en plazas de toros, los ganaderos españoles sienten la necesidad de cerciorarse de la mayor o menor bravura de sus productos antes de ser utilizados (COSSÍO, 1951), poniendo todo su ingenio y capacidad creadora para dirigir la evolución de la raza brava en el sentido que hoy conocemos (MONTERO, 1965).

Los ganaderos navarros desarrollaron un peculiar sistema para evaluar la bravura de sus reses. Se soltaba la res en un corral en el que se colocaba, a contraquerencia, un canasto de mimbre o muñeco valorando el temperamento del animal según el número y saña de las acometidas realizadas sobre el objeto (COSSÍO, 1951; RODRÍGUEZ, 2000). Esta prueba solía hacerse después de marcar o herrar al becerro, para que con el dolor de la manipulación saliera más enfurecido.

Guerrita, describe en su *Tauromaquia* como “en la ganadería de D. Álvaro Muñoz, sólo se probaba la bravura de los becerros soltando uno a uno en el corral, en cuyo centro se colocaba un dominguillo (pelele con figura humana que se ponía en la plaza para que el becerro se cebase en él), mereciendo la aprobación el que remataba en el bulto” (COSSIO, 1951).

Aunque no se puede determinar con exactitud en que fecha comienza a practicarse la tiente, se cita como una de las rutinas de campo que se llevaban a cabo en las ganaderías, según testimonios del siglo XVIII. Al publicarse la *Tauromaquia* de MONTES (1836), se confirma cómo esta prueba se practicaba generalmente, gozando de gran consideración. A los toros aptos para la lidia se les requería que fueran de casta conocida, pues, entre otras razones, sufrían una tiente (prueba con canasto o dominguillo) en la cual el individuo menos bravo era apartado para buey o para el matadero. En 1986, en la citada *Tauromaquia* de Guerrita, se afirma que la costumbre de la tiente “iba generalizándose en casi todas las ganaderías” (COSSÍO, 1951).

Esta prueba funcional, que comenzó a practicarse hace más de doscientos años, se ha conservado hasta nuestros días con el mismo objetivo

original: llevar a cabo una selección funcional. La realizada actualmente nada o casi nada tiene que ver con la llevada a cabo en siglos pasados, habiéndose visto obligada a tomar un camino paralelo al de la lidia para poder proporcionar al espectáculo los animales demandados por el público que acude hoy en día a los cosos taurinos.

La característica principal que se les exige a las reses tentadas es la “**bravura**”, considerando la reproducción de los individuos seleccionados el mejor sistema para acumular bravura en los nuevos productos. En las definiciones de “bravura” mencionadas en apartados anteriores no se hace referencia a los numerosos factores que interaccionan y entran a formar parte de este amplio concepto y que, en su conjunto, determinan que un animal sea aceptado o rechazado para la función exigida. Existe gran disparidad de criterios, según los autores, a la hora de valorar la importancia otorgada a cada factor en la consecución de la bravura.

FÉRNANDEZ (1959), considera la “codicia” como el principal componente de la bravura, en menor medida la arrancada “pronta” y/o “larga”, “suavidad”, “viveza”, etc. MONTERO (1965) asocia la bravura con la “rapidez en la embestida y la fijación en el capote y muleta”, la “manera de embestir y volver”, el “comportamiento en la suerte de varas” indicando si “se crece al castigo” o “sale suelta la res”, si “muge, escarba, o recula”, si “calamochea en la muleta o embiste recto” y la “alegría en la arrancada”, los aspectos más relevantes.

GAUDIOSO *et al.* (1985), recogen los patrones de comportamiento que, a juicio de los ganaderos, mejor reflejan esta condición: “acude de largo al caballo”, “se crece al dolor”, “repite de largo ante el caballo”, “acude al cite en banderillas”, “embiste en todos los terrenos ante el capote y la muleta”, “repite los pases con rapidez (codicia) y sin parada en capote y muleta”, etc.

DOMECQ (1985) hace una diferenciación entre lo que considera factores positivos y negativos en relación con la bravura. Entre los primeros se encuentran:

1. fuerza, codicia, movilidad, prontitud, venir de largo
2. raza, casta, fiereza
3. fijeza, temple, galope, meter la cara, embestir derecho

4. no dolerse, persistencia en el tiempo, con constancia o “viniéndose arriba”.

Como factores negativos, es decir, no deberían aparecer en los animales seleccionados como futuros reproductores, señala los siguientes:

1. falta de fuerza, de codicia, de movilidad, tardo
2. falta de raza, distraído, trotón, andarín, sin casta ni fiereza, pereza en la embestida
3. cara alta, o no baja en la embestida, escarbar
4. “se cuela”, se duele, se viene abajo, desigualdad en la embestida, salirse suelto, andar para tras.

Para este autor berrear, escarbar, salir suelto y abrir la boca pueden considerarse transmisibles, pero no siempre el berreo, escarbar o abrir la boca se consideran defectos de bravura, excepto cuando se deba, el abrir la boca, a un comienzo de falta de resistencia, o el berreo sea una consecuencia del miedo. El escarbar supone una reducción de puntos en el examen de bravura, pero no es excluyente.

Este concepto ha evolucionado en función de la época. Así, en el año 1988, SÁNCHEZ *et al.* definen el toro ideal como “aquel animal cuyo comportamiento se adapta a las exigencias del toreo del momento”, lo que a día de hoy sería aquel animal que manifiesta una conducta de bravo y noble al mismo tiempo.

La definición del término “**nobleza**” presenta también múltiples matices, como se ha mencionado anteriormente, aunque la mayoría de los profesionales utilizan este término como sinónimo de “suavidad y facilidad para el toreo”.

GARCÍA-BELENQUER (1991), considera que un animal es noble cuando posee una embestida franca, clara, repetitiva y sin peligro aparente ante el estímulo que se le presenta que, generalmente, es el capote o la muleta.

La bravura y la nobleza deben asociarse en su justa medida para que el público aprecie un cierto peligro en los ejemplares que se lidian, es decir, que el animal a demás de presentar elevada “bondad” y “suavidad”, “transmita” sensación de riesgo y autenticidad.

DOMECQ (1985), enumeró los caracteres que, según su criterio, se deberían seleccionar en una vaca: “En primer lugar bravura; en segundo, la clase; en tercero, hoy, la fuerza; en cuarto, la alegría, el transmitir, el ir más allá,

rebosarse en la muleta, la movilidad, la codicia, la raza, la casta, aguantar el máximo tiempo embistiendo”.

SÁNCHEZ *et al.* (1988), establecieron una metodología objetiva que permite valorar los patrones etológicos presentados por los animales durante su lidia. Diferenciaron patrones positivos: “humilla en el caballo”, “mete los riñones”, “se crece al dolor”, “acude de largo en la muleta”, “humilla en la muleta”, “pasa bien”, “repite los pases con rapidez y sin paradas (codicia)” y “embiste en todos los terrenos” de patrones negativos como: “cabecea en el caballo”, “derrota en la muleta”, “tardea en los pases”, “huye de la muleta”, y manifiesta “querencia”.

Con posterioridad, HUERTAS (1991) definió y analizó los factores deseables en un reproductor, tanto durante el desarrollo de su prueba en el caballo, como en el tercio de muleta, así como las principales características negativas que pueda manifestar el animal. Entre los primeros, manifestados durante el tercio de varas, se encuentran:

- 1.- forma de embestir al capote, humillando, con largura, repitiendo, no frenándose ni “echando las manos por delante”
- 2.- mayor distancia de arrancada al caballo
- 3.- prontitud en arrancarse al caballo, de una forma instintiva
- 4.- velocidad de arrancada, al galope y estrellándose contra el caballo, humillando y empujando con los riñones, sin cabecear ni dolerse al castigo.

Entre las características negativas que los animales pueden presentar durante este tercio destaca la presencia de querencias muy acusadas, bramar, escarbar, tardear, no acudir al cite del picador, irse de la suerte, dolerse al sentir el hierro, huir del castigo y salirse suelto. Reacciones como empujar en el caballo con la cara alta o berrear, no suponen mansedumbre sino falta de clase.

La prueba de muleta debe realizarse por ambos pitones. Como factores a considerar durante este tercio destacan:

- 1.- mayor longitud de arrancada en la muleta
- 2.- largura de la embestida, desplazándose lejos
- 3.- velocidad y ritmo, galopando y con el mismo son durante toda la acometida
- 4.- repetición
- 5.- suavidad

6.- humillar al seguir la muleta, demostrando entrega y calidad

7.- larga duración en este tercio, realizándose la mayor parte en los medios.

La tiente es la principal técnica práctica de selección funcional, prueba que partiendo de parámetros comunes muy generales, produce gran disparidad en los resultados dependiendo de las matizaciones realizadas por los ganaderos. Cada propietario, teniendo siempre presente su ideal de toro, buscará acentuar aquellas cualidades que en cada ganadería más escaseen, reforzando las ya presentes (RODRÍGUEZ, 1996). Esta práctica de manejo se viene utilizando como elemento básico para la selección de las ganaderías bravas desde hace más de dos siglos (GONZÁLEZ *et al.*, 1994). Durante la misma, el ganadero, observará el comportamiento de las reses valorando, según su criterio, aquellas características que considere de interés, para tratar de alcanzar los objetivos pretendidos en el desarrollo de su actividad.

Existen dos formas de llevar a cavo la tiente:

1.6.2.3. a) Tiente a campo abierto:

Práctica que consiste en hacer caer a la res tentada, persiguiéndola a caballo y empujándola con la garrocha. El momento preciso en el que los garrochistas derriban al animal se denomina “echada”. Generalmente, esta práctica se realiza para llevar a cabo la tiente de machos. Es necesario disponer de un espacio conocido como “corredero”, que consiste en una parcela de la finca, llana y desprovista de árboles, de unas medidas mínimas de 2.000 metros de largo por 60 metros de ancho.

La camada de erales debe pasearse unos cuantos días antes por el corredero para aprender las querencias. En el día fijado para la faena se dispondrá la camada junto a los bueyes en el rodeo, y en el extremo opuesto del corredero otra parada de bueyes. A 600 metros del rodeo se situará el picador sobre un caballo ligero y cerca de él el ganadero, a caballo o sobre un remolque.

La collera formada por garrochista y amparador, sacará a un novillo del rodeo, el cual correrá hacia los bueyes situados al otro extremo del corredero. El amparador forzará la carrera del novillo arreándole con la voz y la garrocha. A los 400 o 500 metros el eral, ya cansado, comenzará a reducir la velocidad en el galope, evidenciando que ya está “hecho”. Entonces la collera se juntará tras el

novillo, adelantándose ligeramente el amparador que debe obligar al animal a girar algo a la derecha, para que el animal descubra su solana, momento que el garrochista aprovecha para “montar el palo” y entrar al derribo, apoyando la puya de su garrocha en la solana, junto al nacimiento de la cola. El garrochista empuja y levanta los cuartos traseros del eral que es derribado, consumando así la “echada”. El animal será derribado, una o dos veces hasta que, dependiendo de su bravura, “da la cara” y “se emplaza”. Entonces la collera se retira, dando paso al picador, que cita al animal a la orden del ganadero, que observa y apunta el comportamiento del eral, prontitud y tranco, galope, estilo y fijeza. La collera saca al eral del caballo siempre por la derecha, sin toreo ni recortes, volviéndolo a poner “en suerte”. Cuando el ganadero lo estime conveniente se retira el picador y la collera lleva arrancado al novillo a la cola del caballo, siempre por derecho, hasta los bueyes, concluyendo la faena (MARTÍN, 2007).

Tras el acoso, concluida la suerte de varas, las becerras y los machos que aspiran a semental serán toreados con la muleta. En estas condiciones los animales manifestaran con mayor intensidad sus querencias y particularidades etológicas, de modo que los animales mansos buscaran la huída mientras los bravos desarrollaran patrones de pelea.

1.6.2.3. b) Tienta en corral o tienta en plaza:

Los animales son probados en un recinto cerrado que se halla en la propia finca, en un intento por simular la lidia que se lleva a cabo en una corrida de toros. Las reses son analizadas desde el momento en el que salen al ruedo, estudiando una serie de variables distintas en función de la selección que el ganadero deseé aplicar, pero persiguiendo unos comportamientos generales interpretables como signos de bravura. En general, podemos decir que el animal que se busca es aquel que desde su comienzo manifiesta espíritu de lucha, saliendo de los corrales rápido y decidido, con la cabeza alta, barriendo la plaza, acudiendo de largo y pasando bien en el capote, con entrega en el tercio de varas, acudiendo raudo y fijo al caballo desde cualquier distancia, metiendo los riñones, humillando y, por fin, en el último tercio, acudiendo desde largo a la muleta, pasando bien, humillando, repitiendo los embistes con avidez, fijeza y sin dudar.

Esta modalidad de tiente es la forma en la que se prueba toda la camada de hembras, normalmente durante su segundo año de vida. En el caso de los machos únicamente se tientan aquellos animales que previamente han sido seleccionados por su genealogía y características morfológicas. En la tiente de machos no se utiliza el capote, los animales son “puestos” al caballo por una collera formada por dos toreros con la única ayuda de una vara o rama. Sólo si el novillo hace una buena pelea en el caballo será toreado con la muleta, en caso contrario será devuelto a la dehesa y lidiado en la plaza de toros con posterioridad.

En algunos casos, los machos seleccionados, frecuentemente a la edad de dos años, son toreados como si de una hembra se tratase. En este caso, en el argot taurino se dice que son “quemados”, es decir, parados y puestos al caballo con el capote, y toreados posteriormente con la muleta. Esta tarea solo se realiza con animales en los que el ganadero tiene plena confianza teniendo en cuenta sus orígenes y morfología.

Aunque es poco habitual, en algunos casos, cuando se compra una ganadería, o se adquieren vacas de otros ganaderos, puede ser necesario llevar a cabo una retienta, lo cual conlleva volver a torear una res que ya fue tentada en su día, con el objetivo de realizar la selección con criterios propios. Los animales previamente toreados manifiestan querencias y resabios, desarrollando sentido con facilidad.

La retienta puede ser realizada a petición de algún profesional con el objetivo de probarse (ganar confianza ante algún compromiso, valorar su estado tras alguna lesión, etc.) ante un “animal grande”.

La calificación de cada una de las reses deberá de ser lo más minuciosa posible, anotando diferentes matices, lo que facilitará la difícil tarea de trazar una línea divisoria entre la reposición y el desecho.

Son muchos los sistemas de calificación propuestos por diferentes autores:

GÓMEZ (1960), plantea un sistema de calificación sobre 50 puntos distribuidos de la siguiente manera:

- Genealogía: 10 puntos para la descendencia de una vaca muy brava y un semental extraordinario.
- Varas: 5 puntos por cada puyazo hasta un máximo de 7.

- Lidia a pie: 5 puntos si es muy buena.

Los defectos restarían sobre el máximo de puntuación. Define como buenos aquellos animales con notas superiores al 8 en genealogía, 30 en varas y 4 en la lidia. Este sistema no se usa en la actualidad ya que el 70% de la nota recaía en la suerte de varas, frente a sólo un 10% como reflejo del tercio de muleta.

MONTERO (1965), asigna como máximo el 70% de la puntuación a las condiciones presentadas por el animal, reservando un 30% a la suma de las condiciones externas (manera de llevarse la lidia, destreza del torero, condiciones climáticas, etc....), clasificando los animales en las siguientes categorías:

- ideal o de bandera: 90 a 100 puntos
- brava: de 80 a 90 puntos
- boyante: de 70 a 80 puntos
- manejable: de 60 a 70 puntos
- gazapona: de 50 a 60 puntos
- bravucona: de 40 a 50 puntos
- mansa: de 0 a 40 puntos.

BARGA (1989), modifica el sistema de clasificación definido por DOMECCQ (1985), basado en las anotaciones sobre el comportamiento de la becerra realizadas durante el desarrollo de todos los tercios de la lidia. Las clasificaciones finales serían las siguientes:

- S: para el animal superior en el caballo y en la muleta
- B: muy bueno
- T: toro o bueno
- R: regular
- D: desecho, dividiendo este último en bueno, regular y malo.

Este sistema de letras ha sido sustituido por uno numérico con escala 1-10, o 1-5 según se quiera matizar más menos. Así 10 se correspondería con la letra S y 1 al desecho.

SÁNCHEZ *et al.* (1988), proponen clasificar los animales dividiéndolos en 10 grupos, siendo los grupos de 1 a 5 los considerados como “malos” y de 6 a 10 los “buenos”. Para valorar el comportamiento de los animales se apoya en el

estudio previo de los patrones etológicos manifestados por cada individuo y que realmente diferencian la conducta de los individuos de cada categoría, calificando cada patrón de modo individual con un valor comprendido entre 0 y 5.

Para GÓNZALEZ *et al.* (1994), las hembras son calificadas con tres notas, una para el caballo, otra para la muleta, y otra global que suele ser la media aritmética de estas dos. La escala básica de calificación relaciona un número con una letra del siguiente modo: 5.0 significa "S" o "Superior"; 4.0 es igual a "B" o "Buena"; 3.0 es "A" o "Aprobada"; 2.5 es "V" o "Vaca"; 2.0 es "DB" o "Desecho Bueno" y 1.0 es "D" o "Desecho".

Utilizando estos sistemas de calificación el ganadero podrá tomar decisiones aplicando la presión de selección que considere adecuada en base a la situación de su ganadería.

Entendemos por presión de selección el porcentaje de reses desechadas en una camada, referido al número total de animales que la integran (HUERTAS, 1991). La presión de selección varía mucho dependiendo de la rigurosidad del ganadero y de las circunstancias particulares de cada explotación (condiciones económicas, campañas de saneamiento, aumento del tamaño de la explotación, etc.). Cuando se lleva a cabo una selección con rigor se aprueba, por término medio, entre un 15% y un 20% de las hembras tentadas (HUERTAS, 1991).

1.6.2.4. Comprobación por descendencia.

Una vez que el animal ha superado cada una de las tres pruebas anteriores, su permanencia como reproductor en la explotación está supeditada a que sus descendientes también sean aptos en las pruebas anteriores.

Para MONTERO (1962) esta prueba evidencia, sin lugar a dudas, la capacidad e intensidad de la transmisión de la bravura, así como la conformación o trapío adecuados para la lidia, a los descendientes. Para dicho autor, las pruebas de descendencia se clasifican en preliminar o anticipada, y última o definitiva. La preliminar evidenciará el rendimiento en la tiente siguiendo la pauta clásica, y al objeto de poder comparar los resultados, la realizará con ejemplares de igual edad, lugar, época del año, y además en días de similar meteorología, siendo análogos el número de puyazos y la distancia a la que se colocan las reses. Se realizará una valoración utilizando criterios estándar de

puntuación y se considerará de forma secundaria el peso, la conformación corporal y la forma y características de la encornadura. Los resultados se compararán con los obtenidos por los progenitores comprobando la capacidad de los mismos para transmitir bravura. Igualmente, puede aplicarse el coeficiente de heredabilidad, mostrando qué porcentaje de bravura corresponde a la transmisión de los padres y al medio ambiente.

La prueba definitiva de la bravura será el juego dado por los toros en las plazas donde se lidien, siendo ésta la mejor orientación sobre la calidad genética de sus ascendientes.

HUERTAS (1991), considera conveniente, en el caso de las hembras, esperar al menos a ver los resultados de la tiente de tres de sus hijas, nacidas del cruce con distintos sementales, antes de tomar una decisión final. En el caso de obtener resultados positivos, se considerará una reproductora contrastada y, en el caso contrario, será rechazada. Sin embargo, estos resultados no se consideran de forma estricta en las hembras, pues una posible equivocación en la decisión final no influye de forma determinante en el futuro de la ganadería puesto que a lo largo de su vida reproductiva dará lugar a un número limitado de crías.

Las posibles repercusiones son más trascendentes en el caso de los sementales, capaces de producir gran número de descendientes. Por ello, un semental aprobado en la tiente se destinará a cubrir un número limitado de vacas, 20-25 como máximo, en el primer año. Este animal será retirado de la reproducción hasta que se tienten y valoren sus productos. Cuando el resultado sea positivo se le asignará un lote de cubrición con un número de hembras similar al que se le asignan al resto de los sementales de la ganadería. El nuevo semental estará contrastado definitivamente cuando sus descendientes sean lidiados en novilladas picadas o corridas de toros.

1.6.3. Genética

El rendimiento del animal durante la lidia está predeterminado por su potencial genético, de modo que para mejorar la aptitud para la lidia es imprescindible realizar una adecuada selección de los reproductores de manera que se garantice el avance genético.

Para conseguir el avance genético deseado es necesario, aunque no suficiente, que los caracteres a seleccionar manifiesten heredabilidades relativamente elevadas, y que las correlaciones genéticas entre ellos no sean negativas.

CAÑÓN (2008), considera que, para poder plantear una estrategia de selección con éxito, la heredabilidad de los caracteres a seleccionar debe ser superiores al 25%. Caracteres de comportamiento denominados por dicho autor como "acometividad" (0.35), "toreabilidad" (0.37), "fuerza" (0.29), "emplearse" (0.31), "movilidad" (0.27), "galope" (0.25), "recorrido" (0.28), "meter la cara" (0.32), "nobleza" (0.25), "caerse" (0.24) presentan heredabilidades altas. En cambio la "rectitud" (0.08), y el "desarrollo" (0.14), son los caracteres con heredabilidades más bajas y de los que poco se puede esperar por selección, pues cuanto mayor sea la heredabilidad de un carácter, mayor será el progreso genético que se obtenga.

En base a los resultados obtenidos por CAÑÓN (2008), la "acometividad" y la "toreabilidad" tienen correlaciones altas (0.50), y las correlaciones de estos dos caracteres con caerse es nula. Se puede esperar que la modificación por selección de la "acometividad" implique cambios en los caracteres: "desarrollo", "querencia", "reponerse", "fijeza" y "emplearse", debido a su elevada correlación. Con la toreadabilidad presentan una elevada correlación genética los caracteres: "nobleza", "meter la cara", "recorrido", "fijeza", "emplearse".

Algunos caracteres presentan valores negativos en su correlación genética, así entre "fuerza" y "nobleza" (-0.87), entre "querencia" y "desarrollo" (-0.97), y entre "fuerza" y "ritmo" (-0.59). En cambio "emplearse" presenta correlaciones genéticas positivas con otros caracteres como "meter la cara" (0.81), "fijeza" (0.77), "recorrido" (0.73), "ritmo" (0.71), y "rectitud" (0.51) (CAÑÓN, 2008).

Cuando dos caracteres tienen una correlación genética muy elevada (>0.90), y uno de ellos es muy difícil de seleccionar, o con baja heredabilidad frente al otro, nos permitirá olvidarnos del primero y seleccionar el segundo. De esta manera estaremos realizando una selección indirecta del primero a través de la búsqueda del segundo.

CAÑÓN (2008), indica que el comportamiento de estos mismos o parecidos caracteres no tienen por qué ser el mismo que en otras ganaderías, al

depender de la situación concreta que para esos caracteres existan en esas explotaciones, quizá por eso los resultados presentados por este autor difieren, en algunos casos de los encontrados por GONZÁLEZ *et al.* (1994) quienes consideran que los valores de heredabilidad de la nota de tienta y lidia son moderadas, entre 0.19 y 0.24, lo cual indica la necesidad de efectuar una fuerte presión de selección para obtener mejoras en las características deseables para la lidia.

GONZÁLEZ *et al.* (1994), descompone el concepto “bravura” en las principales características que la conforman con el objeto de poder valorar la heredabilidad de cada uno de estos aspectos de una forma individualizada. Los valores de heredabilidad estimados para los caracteres frente al caballo durante la tienta en este estudio, fueron de bajos a muy bajos, oscilando los valores entre 0.00 y 0.15. Las heredabilidades más altas se encontraron para “alegría” y “humillar”, con un valor de 0.14, seguidos por “fuerza” con 0.11, y “ausencia de defectos” con 0.10. Resultados similares se obtienen para las características correspondientes a la muleta. Sin embargo, el carácter “humillar”, presentó heredabilidades altas con un valor de 0.30, “fijeza” con un valor moderado de 0.15, seguidos por “recorrido” y “repetir” con un valor de 0.14.

Algunas características presentan distintas heredabilidades en los machos y en las hembras, así “prontitud en el caballo” presenta un valor de 0.01 en las hembras y de 0.34 en los machos. Este hecho diferencial es atribuido a que los machos en la lidia (plaza) reciben menos puyazos, a menor distancia y ayudados por los toreros de a pie.

“Recargar” en el caballo presenta heredabilidades de 0.07 en las hembras y de 0.37 en los machos, debido quizá a la diferente manera de practicar la suerte en el tentadero o en la plaza de toros.

Otras variables como “fijeza en la muleta” (0.15), “humillar en la muleta” (0.30) y fuerza (0.11) presentan iguales heredabilidades para ambos sexos.

A pesar de las posibles diferencias en las respuestas etológicas de un individuo dependiendo del medio ambiente y las experiencias más o menos próximas que haya tenido, se hace necesario estimar su producción en base a una calificación del comportamiento en el ruedo o en la tienta (SÁNCHEZ *et al.*, 1988).

1.6.4. Sanidad

El estado sanitario de los animales a lidiar determina enormemente el rendimiento de los mismos tanto durante la tiente como durante su lidia en la plaza de toros. Los problemas relacionados con enfermedades infecciosas y/o parasitarias representan para el ganado extensivo, y dentro de éste para el de lidia la principal fuente de pérdidas económicas (SAN MIGUEL *et al.*, 2008).

Para este mismo autor los planes vacunales instaurados por los ganaderos tienen el objetivo de aumentar el estatus inmune de la explotación con el fin de disminuir:

- La circulación de determinados agentes infecciosos.
- El número de animales portadores y/o con infección activa.
- Las pérdidas asociadas a la infección por esos patógenos.

Así el programa sanitario de una explotación de ganado de Lidia para SAN MIGUEL *et al.* (2008) debería estar planteado de la siguiente manera:

1.- Patologías digestivas: Causan bajas y retraso en el crecimiento de los animales jóvenes.

- Rotavirus, coronavirus y *E. Coli*: vacunación a la madre un mes antes de la fecha prevista para el parto. Transfiere inmunidad pasiva al neonato.
- Enterotoxemias: vacunación semestral a todos los animales presentes en la explotación
- BVD, IBR: vacunación semestral a las reproductoras. Transferencia pasiva al ternero.

2.- Patologías respiratorias/reproductivas: Provocan pérdida de rentabilidad en la ganadería derivada no solo por las bajas, abortos o fallos reproductivos que ocasiona, sino también por la cronificación de lesiones en vías respiratorias que disminuyen la capacidad de intercambio gaseoso a nivel pulmonar y por lo tanto el rendimiento del animal durante la lidia (GARCÍA, 2010).

- IBR/IPV, BRSV, BVD/MD: vacunación semestral a todo el colectivo.

3.- Infecciones/Infestaciones parasitarias: Las parasitosis suponen un problema muy importante en las ganaderías de reses bravas ya que los animales sufren múltiples alteraciones en sus tejidos que, aunque en principio no supongan una sintomatología muy evidente, sí van mermando, lentamente,

sus facultades físicas. Los parásitos producen daños mecánicos o tóxicos que pueden afectar a la calcificación del hueso, a la conformación tendinosa del músculo, a la sustracción de jugos orgánicos o nutritivos, o la pérdida de sustancia en la piel y mucosas que pueden dar lugar a la aparición de agentes infecciosos secundarios (CABALLERO, 1996). Será conveniente realizar dos tratamientos frente a parásitos tanto internos como externos, uno en primavera y otro en otoño.

Paralelamente al programa sanitario instaurado en cada ganadería, la Unión Europea, en el marco de la Política Agraria Común, establece como mecanismo esencial para lograr la conservación y fomento de la cabaña de los Estados miembros, los programas de erradicación de enfermedades animales, que serán elaborados y presentados por los distintos Estados, aprobados por la Comisión de la Unión Europea y cofinanciados por los fondos comunitarios.

El *Reglamento de 4 de febrero de 1955* de Epizootias y sucesivas Órdenes ministeriales desarrollaron normas y medidas complementarias para la ejecución de las campañas de saneamiento y de diversos programas de erradicación. La importancia de los programas de erradicación de enfermedades animales en el saneamiento de la cabaña nacional y la necesidad de dotarlos de mayor eficacia en su aplicación y desarrollo hicieron necesaria la promulgación de este *Real Decreto 2611/ 1996, de 20 de diciembre*, por el que se regulan los programas nacionales de erradicación de enfermedades de los animales. Con él se pretende establecer las bases para la planificación, coordinación, seguimiento y evaluación de dichos programas, recogiendo en una única disposición las distintas normas sobre esta materia, de acuerdo con las directrices establecidas en la *Decisión 90/638/CEE, de 27 de noviembre*, por la que se establecen los criterios comunitarios aplicables a las medidas de erradicación y vigilancia de determinadas enfermedades de los animales.

Una de las medidas esenciales de este *Real Decreto* es la creación de un Comité Nacional de Cooperación y Seguimiento de los Programas Nacionales de Erradicación de Enfermedades Animales, con la representación de las Comunidades Autónomas competentes para la ejecución de los mismos. Así, serán objeto de erradicación la brucelosis bovina, la tuberculosis bovina, la leucosis enzoótica bovina y la perineumonía contagiosa bovina. La Dirección General de Sanidad del Ministerio de Agricultura, es la autoridad competente en

materia de elaboración, planificación y coordinación de los programas nacionales de erradicación de estas enfermedades de los animales e informará a la Comisión de la Unión Europea de la incidencia y evolución de las mismas, según se establece en la normativa comunitaria.

Los órganos competentes de las Comunidades Autónomas serán los responsables de la ejecución y desarrollo de dichos programas en el ámbito de sus respectivos territorios.

La Lengua Azul es otra de las enfermedades frente a la cual se han tomado medidas como se recoge en la *Orden AAA/2001/2030, de 25 de noviembre*, por la que se establecen medidas específicas de protección en relación a esta enfermedad. Así se establecen las zonas en las que se obliga a vacunar todos los bovinos mayores de 3 meses frente a los serotipos 1 y 4, así como las zonas de vacunación voluntaria y las zonas libres, si bien los animales cuya lidia este prevista en Francia deberán estar vacunados frente al serotipo 1 de esta enfermedad, independientemente de la calificación sanitaria de la zona de origen de los animales.

1.6.5. Alimentación

A lo largo de las últimas décadas, los tradicionales sistemas extensivos de producción de ganado de Lidia han sido sustituidos paulatinamente por sistemas más intensificados. En este sentido se ha pasado de una alimentación basada, esencialmente, en el pastoreo y el aprovechamiento de forrajes fibrosos, a la situación actual que acopla al sistema extensivo, un engorde final del ganado que suele comenzar en el verano-otoño del año anterior a su lidia, en cercados de tamaño reducido y con el suministro diario de raciones de alta concentración energética y digestibilidad (BARTOLOMÉ, 2009). Por esta razón, se ha pasado de un animal criado en un régimen extensivo puro, en el que muchas de las patologías asociadas eran debidas a carencias nutricionales, a un sistema de explotación en el que los animales a pesar de vivir en libertad se encuentran, en muchas ocasiones, sobrealimentados. Si bien es cierto que los déficits en vitaminas y minerales han sido una de las causas más estudiadas, en la actualidad apenas tienen importancia ya que la mayoría de los ganaderos oferta correctores vitamínico-minerales con el pienso, que suplen las posibles deficiencias debidas al pasto o al tipo de suelo en que se encuentran las explotaciones de ganado bravo (PURROY *et al.*, 2003).

La necesidad de lograr un perfecto acabado del toro de Lidia, en un periodo relativamente corto de tiempo, hace que los ganaderos deban utilizar cantidades muy elevadas de concentrados en la dieta, en detrimento de los forrajes.

Así, la suplementación intensiva en la época previa a la lidia, en la que un toro suele consumir más de 8 kilogramos de concentrado diarios (ARRIOLA, 1998a), puede contribuir de forma eficiente a dar el trapío deseable al animal, pero no permite compensar los defectos de crecimiento arrastrados desde edades juveniles (RODRÍGUEZ, 1993).

Estos cambios producidos en los sistemas de alimentación, puede llevar a los animales a manifestar determinadas patologías nutricionales ocasionadas por excesos alimenticios, muy conocidas en el sector del vacuno lechero, pero poco estudiadas en el ganado bravo; donde pueden originar efectos secundarios en forma de caídas durante la lidia (VAZ, 2002; JIMENO *et al.*, 2004; BARTOLOMÉ, 2009). De ellas, la acidosis ruminal es, sin ninguna duda, 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 provoca directamente y el que más pérdidas ocasiona (COMPAN y ARRIOLA, 1998; BARTOLOMÉ, 2009).

La acidosis altera el normal funcionamiento del rumen y la integridad de muchos otros sistemas orgánicos produciendo abscesos hepáticos, alteraciones en la mucosa ruminal, diarrea, laminitis, etc., lesiones cuyos efectos pueden estar relacionadas de una forma directa o indirecta con la aparición de caídas durante el transcurso de la lidia (GÓMEZ, 2001; BARTOLOMÉ, 2009).

A comienzos del siglo XX, los ganaderos no tenían costumbre de dar concentrado a los toros de Lidia, pues entendían que aquello daba lugar a mansedumbre y que, en los primeros años de vida, el pastoreo y la escasez de alimento mejoraban el rendimiento de los animales en la plaza (FERNÁNDEZ, 2005). Sin embargo, el establecimiento de un peso mínimo, en el reglamento de 1917, exigía el aporte de piensos para hacer “presentable” al ganado en años de escasez primaveral de pastos y al principio de la temporada.

A partir de esa fecha, la alimentación se hace más continua a través del año agrícola, con el fin de que el ganado no sufra intermitencias en su crecimiento durante las épocas de escasez. De esta forma, el ganado bravo

comienza a dar signos de precocidad en el desarrollo del esqueleto, músculos, cornamenta, etc. que permiten lidiarlo más prematuramente que en épocas anteriores.

En 1940, en plena posguerra, los toros en muy raras ocasiones sobrepasaban los 400 Kg. (FERNÁNDEZ, 2005). Más que un toro chico se lidiaba lo que había, un toro muy desigual, pues también salían al ruedo torazos de gran cornamenta y vareado cuerpo (RUÍZ, 2005).

A mediados del siglo pasado el ganadero ya es plenamente consciente de la importancia del cuidado de la alimentación en la cría de reses bravas, por el medio en el que viven y por su finalidad, para muscular al toro de Lidia y dar sensación de energía y fortaleza. Pero afirma que para ello, cada ganadero tiene sus secretos, que no siempre se inspiran en formulas científicas, pero que en la práctica resuelven sus problemas.

GÓMEZ (1960), describe el método seguido por dos conocidos ganaderos salmantinos de la época:

- D. José Matías Bernardos, daba pienso a sus toros desde primeros de septiembre hasta últimos de abril, consistiendo la ración en una mezcla de 5 Kg de algarrobas y 1 Kg de avena (ración diaria para un toro). A finales de abril retiraba el pienso y los toros pastaban la abundante hierba fresca.
- D. Manuel Francisco Garzón, empezaba a dar pienso en invierno a los erales y la ración consistía en 2 Kg de algarrobas diarios. En marzo disminuía algo la ración y aportaba forraje en verde. De abril en adelante no daba pienso, manteniéndose con hierba abundante. A utrerros y toros, en otoño les proporcionaba 3.5 Kg diarios de algarrobas por cada toro. Dos meses antes de la lidia aumentaba la ración hasta 5 Kg diarios.

Otros ganaderos salmantinos han empleado alimentaciones compuestas a base de harinas de cereal, alfalfa, yeros, habas, etc. Esta ración, cuando faltan dos meses para la lidia, se sustituye por algarrobas. A dichas raciones se les añadían 2-3 kilos de paja de cereal (MARÍN, 1983).

En las décadas siguientes, la alimentación del toro “de saca” consiste en el aporte de materias primas de calidad, que dan mejores características de resistencia y fuerza a los animales. En su elaboración se comienza a emplear distintos cereales (cebada, avena, maíz, trigo, etc.), leguminosas (habas, yeros,

algarrobas, etc.), proteaginosas (soja a partir de los años 60 y 70) y correctores vitamínico minerales (BARTOLOMÉ, 2009).

Los cambios acaecidos en las décadas previas provocaron que el toro de finales del siglo XX fuese, probablemente, uno de los más grandes que haya habido nunca (RUÍZ, 2005). De uno u otro encaste, el toro actual sale con culatas muy rematadas y pechos anchos. El toro fibroso, el más vareado, apenas si está presente y la cuestión está en asumir qué tipo de toros pueden rematarse así de forma natural (FERNÁNDEZ, 2005).

Los ganaderos, generalmente comienzan a dar concentrado, ya sea granulado o en harina, de utreros, durante el invierno, calculando que para la fecha en que se van a lidiar, ya tengan el peso exigido. Las cantidades proporcionadas son unos 7 Kg por toro y día, de un alimento que por lo general se adquiere fuera de la explotación y que, según los resultados publicados por PURROY *et al.* (2003), presenta unos contenidos en nutrientes, energía y proteína superiores a las necesidades que poseen estos animales en los meses que preceden a la lidia. Además, suelen llevar incorporado un corrector vitamínico-mineral.

La superficie dedicada a los toros “de saca” suele ser bastante reducida y el número de reses por cercado varía mucho (desde 8-10 hasta 20), en función de la categoría de la plaza de destino. El número de meses de acabado se aproxima a 11 y la ganancia media diaria (G.M.D.) en torno a 450 g/día, lo que hace que en este período, su último año de vida, los toros ganen cerca de 150 Kg de peso, el 30% de su peso final (toro estándar: 500 Kg de peso a los 4 años de edad) (BARTOLOMÉ, 2009).

En resumen, para conseguir el peso y el trapío exigido en las diferentes plazas es preciso incorporar concentrados, con el fin de satisfacer las necesidades energéticas de los animales y alcanzar así todo su potencial genético, y también un nivel de fibra suficiente para asegurar un buen funcionamiento del rumen y el mantenimiento de su pH normal-óptimo (CALSAMIGLIA, 2000).

El sistema de alimentación a través de carros mezcladores comenzó a utilizarse, en esta raza, a finales del siglo pasado, con el objetivo de asegurar una correcta alimentación de los animales homogenizando las mezclas de

alimentos tal y como se estaba haciendo en el ganado de leche. Las operaciones que realizan los remolques mezcladores y distribuidores son: carga de alimentos, picado, dosificación, mezcla y distribución. Tienen sensores de peso para medir las cantidades que van siendo aportadas a la tolva y varios tornillos sinfín y/o palas giratorias en el fondo de su tolva, con objeto de preparar la ración alimenticia completa del ganado mezclando íntimamente los distintos productos que se viertan sobre él (paja, heno, ensilado, pulpas, concentrados e incluso líquidos), mejorándose la eficiencia del aporte y disminuyendo los problemas digestivos que surgen por un elevado consumo de pienso (VALERO y GIL, 2006) aunque los resultados obtenidos en investigaciones recientes sobre el estado de la mucosa ruminal parecen indicar que esta práctica de manejo no resulta tan eficaz como se esperaba (LOMILLOS, 2012).

1.6.6. Manejo

El diccionario de la Lengua Española define la palabra manejo con dos acepciones que se pueden aplicar al ganado bravo: conducción; dirección y gobierno de un asunto o negocio. Así, cuando nos referimos al manejo del ganado de Lidia estamos hablando de la conducción de las reses a la vez que de la gestión y dirección de la explotación ganadera en todos los aspectos relacionados con la cría y cuidado del ganado de Lidia. Esto es, las diferentes actuaciones que se realizan sobre los animales de cara a su preparación para la lidia así como el modo y manera en el que los animales son conducidos y custodiados durante las diferentes faenas camperas.

El manejo del toro de Lidia en el campo y en los corrales resulta muy complicado como consecuencia de la especial idiosincrasia de los ejemplares de esta raza, en los que prima una agresividad innata de modo que son muy frecuentes las peleas y los accidentes (RODRÍGUEZ, 1996).

Son elementos fundamentales en el manejo del ganado de Lidia, los caballos y los cabestros. Unos y otros deberán estar perfectamente domados y obedecer las órdenes de los vaqueros. Los perros son también utilizados en algunas ganaderías para ayudar en el manejo de las reses (RODRÍGUEZ, 1996), si bien en muchas otras no se utilizan ya que consideran que los toros pueden desarrollar sentido al acometer a los cánidos.

El comportamiento animal es fruto de la interacción de varios factores: neurofisiología, ambiente, experiencias previas y aprendizaje, con lo cual se

puede ver modificado; en el caso del ganado de Lidia, que pasa por diferentes situaciones y ambientes, éste puede ser aún más variable, siendo especialmente destacable el efecto que sobre él mismo pueden ejercer las diferentes prácticas de manejo (ALONSO, 2008).

Por este mismo motivo, algunos ganaderos impiden, en la medida de lo posible, que sus toros embistan a las cabalgaduras. Para ello cuando algún animal se arranca a los caballos prefieren dejarlo tranquilo con los bueyes durante el tiempo que sea necesario para reanudar la faena con paciencia y manejándolos a una distancia prudente para que el animal no se sienta atosigado, los bueyes deberán arropar al toro, y moverse despacio, sin cambios bruscos de ritmo que lo puedan violentar. Vaqueros y mayorales darán las indicaciones a los bueyes con suavidad y a cierta distancia, tratando de encaminar el paso de la manada en la dirección adecuada. Esto exige una parada de bueyes bien domada y de personal cualificado para llevar a cabo el trabajo.

En la actualidad, se ha impuesto en muchas ganaderías una pauta de manejo que obliga a los toros a realizar ejercicio físico. AGÜERA (2008), lo define como una actividad física planificada, estructurada y repetitiva que tiene como objetivo mejorar o mantener los componentes de la forma física. Se entiende por actividad física cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos. El entrenamiento comprende el perfeccionamiento de la habilidad, fuerza y resistencia. A las modificaciones funcionales producidas durante el ejercicio se les denomina "respuestas", en tanto que a las modificaciones estructurales o funcionales alcanzadas a largo plazo, producto del entrenamiento, reciben la calificación de "adaptaciones".

Un entrenamiento consiste, fundamentalmente, en el método mediante el cual se prepara a un animal para realizar un esfuerzo determinado, sin cansarse y sin llegar a la extenuación que pudiera poner en peligro su integridad física. El principal objetivo del ejercicio de entrenamiento es, por tanto, la estimulación de las adaptaciones estructurales y funcionales que mejoran de forma específica el rendimiento. Estas adaptaciones requieren un adecuado programa que preste atención a la frecuencia, intensidad, dureza, velocidad, duración, intervalos de reposo y tipo de entrenamiento de acuerdo con cada tipo de competición.

No existe una pauta definida de entrenamiento para preparar los animales con el objetivo de que el rendimiento físico sea el adecuado. Cada ganadero tiene una pauta definida en base a su experiencia y sus objetivos, que puede variar de 15 minutos un día a la semana a 60 minutos tres días a la semana, unos lo hacen al trote, y otros al galope (LOMILLOS, 2008).

El programa de entrenamiento propuesto por AGÜERA (2008), es el siguiente: 400 m al paso, 1200 m a 4-5 m/s, 2 minutos de descanso, 1200 m a 4-5 m/s y 400 m al paso que realizaban 3 días a la semana. De los resultados obtenidos se deduce una modificación del hemograma mejorando el número de glóbulos rojos, hematocrito, hemoglobina y el volumen corpuscular medio lo que implica un mayor aporte de oxígeno al músculo esquelético y cardíaco. Los parámetros bioquímicos como lactato, creatinquinasa, aspartato amino transferasa, creatinina, urea y ácido úrico disminuyen lo cual indica una disminución de la fatiga y daño muscular.

Desde el punto de vista atlético, uno de los principales objetivos del entrenamiento es aumentar la capacidad de consumo de oxígeno, el cual aumenta su valor de reposo. Este mayor consumo de oxígeno se manifiesta, no sólo como una intensificación del metabolismo en el ejercicio, sino también, por cambios adaptativos que se traducen en modificaciones de los niveles de algunos metabolitos sanguíneos en respuesta al ejercicio (MILLER y LAWRENCE, 1986).

El empleo de este programa de entrenamiento de 6 meses de duración reveló que en toros bravos no sólo da lugar a una mejoría de la capacidad oxidativa, sino que también incrementa los mecanismos antioxidantes, valorados a partir de la acumulación de productos de lipoxidación y otros marcadores antioxidantes, como glutatión y catalasa plasmática (AGÜERA *et al.*, 2005).

El entrenamiento, además de incrementar la capacidad del sistema respiratorio y cardiovascular produce un aumento de la masa muscular favoreciendo el rendimiento físico del animal (RIVERO *et al.*, 1993).

Junto a la instauración de programas de entrenamiento adaptados al toro de Lidia se ha generalizado la práctica de enfundar los cuernos de los toros con el objetivo de preservar la integridad de los mismos. Según LIRA (2008), uno de los más graves problemas con los que se encuentra un ganadero de reses

bravas, son los diversos deterioros que se producen en las defensas de los animales. Éstos ocurren principalmente en el último año de vida hasta que son embarcados para los diferentes festejos taurinos.

En las últimas temporadas, los ganaderos han puesto fundas protectoras en los cuernos para evitar lesiones de éstos y disminuir el número de bajas por cornadas. Se han probado diversos materiales que proporcionen consistencia suficiente, y que sean fáciles de manejar. En la actualidad se usan vendas para inmovilizar, de fibra de vidrio o con resinas sintéticas, fáciles de manejar y que se endurecen rápidamente por polimerización con agua, proporcionando buena consistencia. En la parte distal del cuerno se refuerza además con algún material más duro, tubos metálicos o similares, con el fin de disminuir el desgaste de la punta. La colocación se hace, bien bajo anestesia, inmovilización en muelco o ambas, y siempre de la forma más rápida posible. La eliminación debe hacerse también de forma rápida y con la suficiente antelación para que este manejo repercuta lo menos posible en su posterior lidia (PIZARRO *et al.*, 2008; ALONSO *et al.* 2013)

Para LIRA (2008) y ALONSO *et al.* (2013), la colocación de las fundas ha permitido resolver una serie de problemas tales como:

- protección de los cuernos evitando el deterioro que se produce en ellas como consecuencia de peleas, roces, contactos con el suelo, árboles, comederos, etc.
- disminución importante del número de cornadas entre animales (90% según LIRA, 2008).
- mejora del manejo de los animales para vacunaciones, desparasitaciones y otros tratamientos, al reducirse el riesgo de cornadas y el riesgo de deterioro de las encornaduras.

A pesar de la gran aceptación que las fundas han tenido dentro del sector ganadero, no falta quien considera que este sistema puede adulterar la puntería del toro a la hora de lanzar una cornada, pues ha estado un buen tiempo con una especie de funda que altera el tamaño del pitón (ROMERO, 2008).

1.7. PATOLOGÍA DE LA NUTRICIÓN: ACIDOSIS RUMINAL.

La acidosis ruminal es una enfermedad metabólica que se asienta en el rumen, producida por la fermentación de grandes cantidades de Carbohidratos No Fibrosos (CNF), como almidón y azúcares, que conducen a la producción de

elevadas cantidades de Ácidos Grasos Volátiles (AGVs) y lactato, que se acumulan en el rumen y provocan una reducción no fisiológica del pH y la producción de factores tóxicos, generando problemas digestivos, productivos y patológicos (SAUVANT *et al.*, 1999).

La etiología de la acidosis ruminal y sistémica ha sido descrita desde antiguo en excelentes revisiones realizadas por ELAM (1976), HUBER (1976), SLYTER (1976), BRITTON y STOCK (1987), HUNTINGTON (1988), HARMON (1996); OWENS *et al.*, (1998).

En la actualidad, además de las pérdidas económicas derivadas de los problemas sanitarios, la acidosis ruminal también ocasiona pérdidas importantes debido a la disminución de la ingestión de Materia Seca (MS), el descenso en la digestión de la fibra y el crecimiento microbiano, y la consecuente disminución del rendimiento productivo (ALLEN, 1997). En este sentido, BARTOLOMÉ (2009), confirma la existencia de acidosis ruminal en el toro de Lidia, con una incidencia variable en función del tipo de lesión contemplada. Así, según el citado autor un 58.5% de las reses se lidiaron con valores de pH ruminal compatibles con el padecimiento de algún tipo de acidosis, la mayoría de tipo crónico; un 27% presentaron alguna afección hepática y un 71% paraqueratosis en la mucosa ruminal.

1.7.1. Etiología.

1.7.1.1. Manejo de la alimentación.

En el manejo de la alimentación hay cuatro aspectos importantes.

a) Cociente forraje/concentrado: altera la dinámica ruminal mediante el desequilibrio entre la flora celulolítica y amilolítica, en beneficio de esta última.

b) Inapropiada combinación de cereales en la ración: trigo, maíz y sorgo son los cereales que mayor contenido en almidón presentan (superior al 70%), seguidos de la cebada y la avena, con un 57-58% (HUNTINGTON, 1997). Pero no sólo hay que tener en cuenta la cantidad de almidón sino también la degradabilidad del mismo (McALLISTER *et al.*, 1993). Desde este punto de vista, sería el trigo el cereal que más predispone a padecer acidosis ruminal, debido a la rápida fermentación de su almidón (ELAM, 1976). Por el contrario, el sorgo presenta un bajo riesgo de inducir acidosis debido a su lento ritmo de degradación y baja concentración de azúcares.

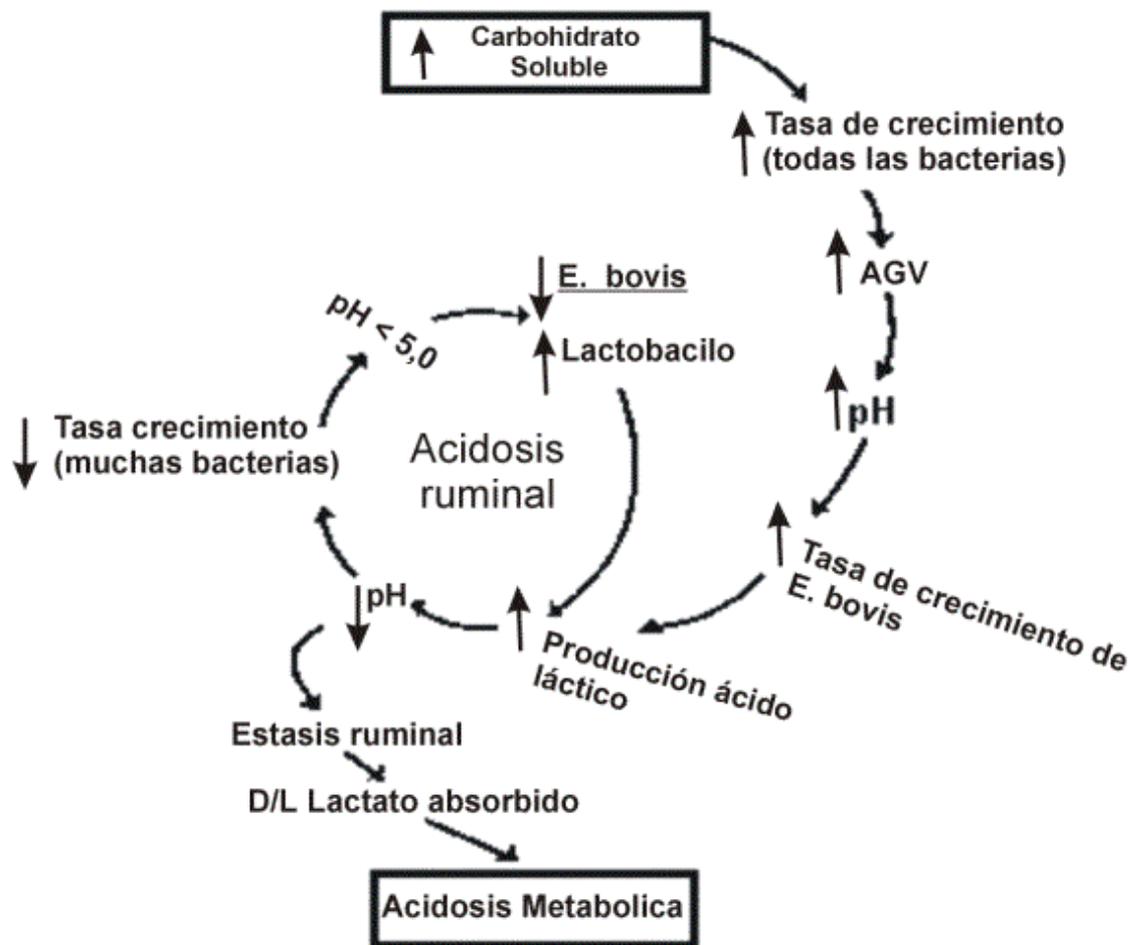


FIGURA 1. Secuencia de procesos asociados al desarrollo de la acidosis en los rumiantes (Adaptado de NOCEK, 1997).

c) Problemas de manejo: Entre estos podemos señalar la alteración de los patrones de consumo debido a una programación irregular de las tomas (alternancia de períodos de ayuno, manipulaciones durante los tiempos de comida, etc.) o bien a una mala dosificación de las cantidades de grano con cada toma. Para OWENS *et al.* (1998), dos tomas al día resultan insuficientes. Esta opinión coincide con la de DE BRABANDER *et al.* (2002), ya 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.

d) Manipulación del cereal: en este sentido, el molido, laminado, peletizado, etc. que se administra con la ración tiene como objetivo aumentar la digestibilidad del almidón y proteínas contenidas en los cereales. Sin embargo, a medida que se incrementa la digestibilidad del almidón se incrementa también

la producción de ácido láctico, contribuyendo al descenso en el pH ruminal (LESMEISTER, 2003; CASTILLO *et al.*, 2004), observando un mayor número de problemas digestivos en aquellos terneros que consumen cereales muy finamente molidos (menos de 2 mm) que en aquellos otros a los que se les administra el grano entero o triturado de forma más grosera.

1.7.1.2. Inadecuada capacidad amortiguadora del rumen.

El ganado vacuno es capaz de mantener el pH ruminal dentro de sus rangos fisiológicos mediante la regulación de la ingesta, la producción de amortiguadores endógenos, la adaptación microbiana y la absorción de AGVs (OWENS *et al.*, 1998; OETZEL, 2001).

Dentro de este sistema amortiguador adquiere gran relevancia la saliva, rica en sodio, potasio, fosfatos y bicarbonato. Su secreción se activa durante la masticación y la rumia dependiendo de la cantidad y longitud de la fibra aportada con la ración (OWENS *et al.*, 1998; VARGA *et al.*, 1998; OETZEL, 2001; DE BRABANDER *et al.*, 2002), así como de la especie de cereal y su tamaño tras el procesado (YANG *et al.*, 2000). La masticación del grano molido toscamente genera saliva, aunque siempre en menor cantidad que la producida por el consumo de forraje. A mayor contenido en fibra, mayor es el tiempo empleado en la masticación y la rumia y, en consecuencia, mayor será la secreción de saliva.

Por otro lado, cabe destacar la capacidad que tiene el rumen para la absorción de AGVs, mediante un sistema de transporte pasivo a través de las papilas ruminales. Por ello, cuando se produce una disminución en el número o longitud de dichas papilas (ruminitis crónica con fibrosis) la capacidad de absorción se verá limitada, lo cual repercutirá en el mantenimiento del pH ruminal (OETZEL, 2001).

Otro importante mecanismo amortiguador es imputable al amonio procedente de la degradación de las proteínas en el rumen (OWENS *et al.*, 1998). En general, se considera que altos niveles de proteína en las raciones pueden ayudar a mantener el pH ruminal, ya que los excesos de proteína pueden convertirse en amoniaco y así aumentar la capacidad alcalinizante y tampón del rumen (BACH, 2003). Sin embargo, este aparente efecto positivo de

la suplementación proteica sobre el pH ruminal es muy discutido ya que puede verse anulado por la sobreproducción de AGVs (VÁZQUEZ *et al.*, 2005)

1.7.1.3. Inadaptación de la microflora ruminal a dietas ricas en concentrados.

El que un bóvido posea un patrón de fermentación ruminal estable y adecuado, a pesar de consumir una dieta rica en cereales, va a depender de cómo tenga lugar la fase de adaptación al mismo, empezando por el tiempo requerido que será de días o semanas en función de la intensidad del cambio. Si la adaptación es adecuada, los animales son capaces de mostrar una mayor resistencia al padecimiento de acidosis ruminal de tipo subclínico gracias al correcto desarrollo de las bacterias consumidoras de lactato y de los protozoos ciliados capaces de captar almidón y “protegerlo” de la acción bacteriana (VÁZQUEZ *et al.*, 2005).

1.7.1.4. La fibra.

Muy comúnmente se asocia el nivel de Fibra Neutro Detergente (FND) en la ración con la incidencia de acidosis. Sin embargo, los niveles de FND de la ración no tienen una relación clara con el pH ruminal (BACH, 2003). En cambio, sí que existe una relación directa entre el tamaño de partícula de la FND (especialmente, la de los forrajes) y la acidosis ruminal. Asimismo, la sustitución del 42% del forraje en una ración por salvado de soja provocó un descenso significativo de la rumia y masticación, a pesar de que la cantidad total de FND de la ración pasó de un 28% a un 34% (WEIDNER y GRANT, 1994).

1.7.1.5. La temperatura ambiente.

Para BACH (2003) el riesgo de acidosis es mayor en verano que en invierno. En situaciones de temperaturas elevadas, los rumiantes tienden a disminuir el número de ingestas y aumentar la cantidad de MS consumida en cada ingesta, con lo que el riesgo de que se acumulen grandes cantidades de AGVs aumenta y, por tanto, también aumenta el riesgo de acidosis.

1.7.2. Patogenia de la acidosis.

Cuando el pH ruminal alcanza valores de 6 disminuyen significativamente las bacterias gram-negativas, levaduras y protozoos, aumentando las bacterias gram-positivas, principalmente cocoides, en especial, *Streptococcus bovis* (OWENS *et al.*, 1998). En el instante en que el pH se aproxima a 5,5 *Streptococcus bovis* cambia el tipo de fermentación de la glucosa de acético a

ácido láctico, en detrimento de AGVs (HAUBI-SEGURA, 2004). La acumulación de lactato supone un nuevo descenso del pH ruminal que, a su vez, ocasiona una nueva selección de la flora microbiana proliferando *Lactobacillus sp.* y desaparecieron bacterias del género *Selenomonas sp.* (OETZEL, 2001).

Una vez establecido el proceso, la hiperacidez del contenido ruminal depende, casi exclusivamente, del lactato. A este pH tan bajo, todavía existen bacterias beneficiosas (*Megasphaera elsdenii*, *Selenomonas ruminantium*), que transforman lactato en AGVs que pueden ser fácilmente protonados y absorbidos. Sin embargo, estas bacterias actúan de forma más lenta que *Streptococcus bovis*, de tal manera que su actuación no llega a ser suficiente para estabilizar el pH ruminal. Resulta interesante destacar que la microflora del retículo ruminal elabora dos isómeros de lactato: las formas D y L. Transcurridas unas 8 horas, el ácido láctico se une a iones H⁺ y atraviesa la pared ruminal, incorporándose al torrente circulatorio y generando el cuadro típico de acidosis ruminal (AR) (PEREIRA *et al.*, 2006).

La acción negativa sobre el medio interno la realiza, esencialmente, el d-lactato, ya que se absorbe con mucha facilidad y se metaboliza muy lentamente, alcanzando incluso niveles sanguíneos que pueden resultar neurotóxicos. Mientras que el L-lactato es metabolizado a piruvato en el hígado y eliminado vía renal de forma rápida, por ello no tiende a acumularse. Por ello, cuando se habla de AR generalmente se hace referencia a la acumulación o incremento en suero de las concentraciones de D-lactato (EWASCHUK *et al.*, 2002).

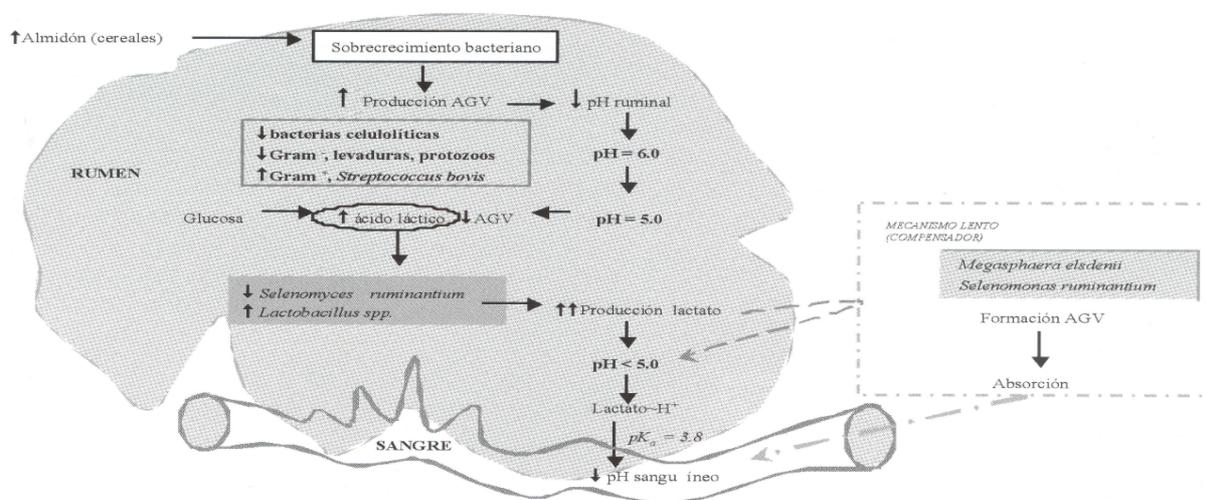


FIGURA 2. Patogenia de la acidosis láctica ruminal (Adaptado de PEREIRA *et al.*, 2006).

1.7.3. Formas clínicas.

De un modo general, se acepta la existencia de dos formas de acidosis: aguda o clínica y subaguda o subclínica (NOCEK, 1997; OWENS *et al.*, 1998; BARROSO, 2003; STONE, 2003). Sin embargo, en función del valor de pH ruminal, BACH (2003) describe tres tipos de acidosis:

- Crónica: caracterizada por un pH ruminal de alrededor de 5,6
- Aguda: caracterizada por un pH ruminal de alrededor de 5,2
- Subaguda o subclínica: caracterizada por un pH entre 5,2 y 5,6.

1.7.3.1. Acidosis ruminal aguda.

La acidosis ruminal aguda, o acidosis láctica, se caracteriza por un pH ruminal muy reducido ($\leq 5,0$), un aumento importante en la concentración de ácido láctico, un aumento de la concentración de AGVs y la disminución de la población de protozoos (NOCEK, 1997). En la mayor parte de los casos, su desarrollo se debe más a la no metabolización del ácido láctico que al incremento de su síntesis (CALSAMIGLIA *et al.*, 2003). El ciclo continúa, la acumulación de láctico reduce más el pH y conduce a la acidosis metabólica así como a la aparición de síntomas clínicos claramente visibles en el animal: deshidratación, pérdida del apetito, éxtasis ruminal, diarrea y paresia. En casos severos, puede causar la muerte del animal (PEREIRA *et al.*, 2006).

1.7.3.2. Acidosis ruminal subclínica.

La acidosis ruminal subclínica (en adelante, ARS) es consecuencia de la administración de raciones ricas en CNF y pobres en componentes fibrosos, sin la adecuada adaptación ruminal, que dan lugar a períodos transitorios repetidos de pH moderadamente bajos (entre 5,2 y 5,6), cuya intensidad y duración no es suficiente para producir sintomatología clínica (KLEEN *et al.*, 2003). Aunque no se llegan a desarrollar síntomas clínicos, se reduce la ingesta de alimento y, como consecuencia, disminuye la producción, ya que pueden desarrollarse patologías como laminitis, ruminitis y abscesos hepáticos (NOCEK, 1997). Por su parte STOCK y BRITTON (1994) estudiaron la incidencia de abscesos hepáticos en el matadero y su relación con diversos parámetros productivos, encontrando reducciones de hasta un 16.1% de la ganancia media diaria, de un 5.1% en el consumo diario y de un 13.9% en el índice de conversión.

1.7.4. Diagnóstico

La AR es difícil de diagnosticar in vivo debido a que los síntomas clínicos, muchas veces, son sutiles y las manifestaciones clínicas, a menudo, se presentan con retraso en el tiempo. Para diagnosticar AR en una ganadería, según ARRIOLA (1998b), debemos utilizar cuatro fuentes de información:

- Composición de la ración y su forma de suministro. Ración con un porcentaje de almidón superior al 25%, o de almidón más azúcares mayor del 30%; consumo mínimo de forraje o de mala calidad; pienso suministrado una vez al día; cambios bruscos de raciones sin adaptación previa; raciones con forrajes molidos demasiado finos, etc.
- Observación de signos clínicos externos: diarrea, sobrecrecimiento de pezuñas, cojeras de apoyo de las extremidades, falta de desarrollo de pitones, etc.
- Observación de hallazgos en matadero o a la necropsia: abscesos hepáticos, adherencias al diafragma de diferentes vísceras, ruminitis, úlceras, etc.
- Evaluación del pH ruminal: en condiciones de campo, usando una tira reactiva, o si es posible, mejor con un peachimetro dada su precisión (CORBERA *et al.*, 2004).

Para NOCEK (1997), el único test diagnóstico válido para la AR es la determinación del pH del rumen. Se pueden emplear tres métodos para obtener líquido ruminal: sondaje ororruminal, fistulización ruminal permanente y ruminocentesis. GARRET *et al.*, (1999), opinan que la ruminocentesis es la forma más indicada y que el animal padece AR cuando el pH del líquido ruminal obtenido por éste método es igual o inferior a 5,5. En su opinión, dicho valor correspondería con un pH real en el rumen de 5,8, ya que, las muestras obtenidas por ruminocentesis son aproximadamente 0,3 unidades más bajas que las tomadas directamente sobre el rumen. Para ARRIOLA (1998b), valores de pH menores de 5,8 en muestras de líquido ruminal obtenido por ruminocentesis también son indicativos de AR en toros de Lidia.

1.8. NUEVAS METODOLOGÍAS APLICADAS A LA CRIANZA Y MEJORA DE LA RAZA.

1.8.1. Fotozoómetro.

Se trata de una nueva herramienta basada en la metodología fotogramétrica para el estudio morfométrico de animales de difícil acceso.

La valoración morfológica es una de las ramas más importantes de la Etnología Veterinaria. La toma de medidas en los animales domésticos tiene una doble finalidad: por una parte la obtención de datos que permitan su identificación individual y por otra la mejor apreciación de su aptitud productiva (SAÑUDO *et al.*, 1986).

Dentro del estudio del exterior del animal se encuentra un apartado denominado Zoometría, que reúne todas las medidas de aquellas partes o regiones que guardan interés en la calificación del individuo como organismo capaz de rendir una productividad (SOTILLO y SERRANO, 1985). La Zoometría permite, fundamentalmente, deducir la proporcionalidad (índices) entre las diversas regiones del cuerpo, aspectos básicos para la clasificación de los tipos armónicos dentro de las razas (APARICIO, 1974).

Tradicionalmente, esta valoración zoométrica se ha venido haciendo de forma manual, utilizando una serie de instrumentos como el bastón de Aparicio, el compás de brocas, la cinta métrica, el calibre o el goniómetro (SAÑUDO, 2009), originando un apreciable margen de error, sobretodo en razas rústicas en semi-libertad o animales salvajes (ZEHENDER *et al.*, 1996). En estos casos el trabajo se torna peligroso, pues existe un riesgo de lesión tanto para el animal, con las estructuras de contención, como para el operario, necesitando la inmovilización anestésica en muchas ocasiones, lo que conlleva, además de las repercusiones sobre el individuo objeto de estudio, un mayor tiempo de trabajo y una carga económica añadida.

En la última década se ha incrementado el uso de técnicas de análisis de imagen como alternativa a las mediciones efectuadas en contacto directo con el animal. Mediante análisis de imágenes se pueden obtener medidas más precisas en un menor tiempo de realización. El almacenamiento definitivo de las imágenes y el registro digital de las mediciones permite futuras consultas, lo que incrementa la fiabilidad de las zoometrías. Estas técnicas de medición no sólo presentan grandes ventajas desde el punto de vista operativo y/o económico

sino que, además, minimiza el estrés inducido en los animales a la hora de su contención y medición (BORGGARD *et al.*, 1996; KUCHIDA *et al.*, 1996; ZEHENDER *et al.*, 1996; NEGRETTI y BIANCONI, 2004). Por último, mediante análisis de imagen, es posible obtener medidas morfológicas en individuos de difícil acceso, sean razas domésticas peligrosas, animales salvajes o incluso acuáticos. Así pues, en la literatura científica pueden encontrarse morfometrías realizadas, mediante técnicas de análisis de imágenes, en animales tan dispares como búfalos, (NEGRETTI *et al.*, 2008), elefantes (SCHRADER *et al.*, 2006), orcas (KEITH *et al.*, 2001), ballenas (LAMBERTSEN *et al.*, 2005), focas (HALEY *et al.*, 1991; NICO DE BRUYN *et al.*, 2009) y elefantes marinos (BELL *et al.*, 1997; IRELAND *et al.*, 2006; WAITE *et al.*, 2007).

Además de variables zoométricas, la fotogrametría permite un estudio pormenorizado de la superficie y forma de diferentes partes del animal (CHIARI, 2008), como cascos de caballos (JORDAN *et al.*, 2001), superficies articulares (KARABORG, 2009) o diferentes puntos anatómicos determinantes de la condición corporal en vacas de leche (BEWLEY *et al.*, 2008).

Cuando se trata de animales en libertad no es viable el montaje de una instalación fija de cámaras sincronizadas o el uso de iluminación complementaria en torno a un escenario. Si se toman varias imágenes consecutivas con una cámara la precisión obtenida estará muy condicionada por los posibles movimientos del animal (BELL *et al.*, 1997). Tampoco la anestesia parece una solución muy adecuada por su coste y por la imposibilidad de realizar ciertas mediciones en un animal en decúbito.

La fotogrametría es una nueva técnica de análisis de imagen en 3D que combina metodologías de estereovisión y de fotogrametría. Esta permite la medición a distancia de animales, en su hábitat natural, sin la necesidad de inmovilización (LOMILLOS, 2012).

Esta técnica ha sido utilizada por LOMILLOS (2012) para la caracterización morfológica de los diferentes encastes de la raza de Lidia, para lo cual fue necesario desarrollar un equipo adaptado a sus necesidades. Este equipo consta de una estructura rígida y tubular apoyada en su parte central por un jalón. Sobre la estructura se disponen tres cámaras fotográficas unidas a la misma mediante soportes articulados. Estos soportes permiten ajustar la orientación de las cámaras en función del tamaño del objeto a medir y la

distancia media a la que se encuentre. Las dos cámaras periféricas (Canon EOS 500 D, con objetivos Canon EF de 50 mm. de longitud focal) son las encargadas de captar las imágenes para su posterior análisis. Una cámara compacta simple, en posición central, es utilizada únicamente como ayuda auxiliar para el enmarcado de las imágenes. El jalón de apoyo es desmontable y la estructura con las cámaras puede colocarse sobre un trípode, permitiendo el descanso del operador. Las cámaras principales están sincronizadas y el disparo se efectúa desde un mando remoto por cable.

El uso fotogramétrico de las cámaras requiere la previa calibración geométrica de cada una de ellas. Mediante el procedimiento de calibración se obtienen los parámetros de orientación interna de cada máquina fotográfica. Estos parámetros, (distancia principal, posición del punto principal y coeficientes de distorsión radial y de descentramiento), definen la forma en que se transforma la escena real fotografiada en una representación plana sobre el sensor de la cámara. Además de la calibración geométrica de las cámaras, es necesario conocer la distancia entre los centros ópticos de las mismas y la orientación relativa de los sensores. El conocimiento preciso de la distancia entre las cámaras es fundamental para el correcto escalado de las mediciones (LOMILLOS, 2012).

Esta operación comienza fotografiando un patrón, una vez que las cámaras están preparadas para la toma de datos. Posteriormente, obtenemos la orientación relativa entre sensores localizando puntos homólogos de cada par de fotografías. Este proceso se realiza de forma automática mediante un programa informático especializado. Para la determinación de las medidas morfológicas de los animales es necesario su análisis mediante el software Photomodeller scanner 2011 (LOMILLOS, 2012).

1.8.2 Collares GPS-GPRS

GPS es la abreviatura de NAVSTAR GPS, acrónimo en inglés de NAVigation System with Time And Ranging Global Positioning System, (Sistema de Posicionamiento Global con Sistema de Navegación por Tiempo y Distancia). El sistema GPS consta de tres segmentos:

- El segmento *espacial*, formado por los satélites que giran alrededor de la Tierra.

- El segmento de *control*, formado por estaciones ubicadas cerca del ecuador terrestre para controlar a los satélites.
- El segmento de *usuarios*, formado por cualquiera que reciba y utilice señales GPS.

El General Packet Radio Service - Servicio General de Paquetes por Radio (GPRS) es una tecnología utilizada en telefonía móvil que permite la transmisión y recepción de datos desde un terminal por medio de paquetes. Las tradicionales redes Sistema Global para Comunicaciones Móviles (GSM) no se adaptan adecuadamente a las necesidades de transmisión de datos con terminales móviles. Por ello surgió una nueva tecnología portadora denominada GPRS que unifica el mundo IP con el mundo de la telefonía móvil, creándose toda una red paralela a la red GSM y orientada exclusivamente a la transmisión de datos. Se basa en la conmutación de paquetes realizando la transmisión sobre la red GSM que usamos actualmente. Al sistema GPRS se conoce también como GSM-IP ya que usa la tecnología IP (Internet Protocol) para acceder directamente a los proveedores de contenidos de Internet. La conmutación de paquetes es un procedimiento más adecuado para transmitir datos, que hasta ahora se transmitían mediante conmutación de circuitos, procedimiento más adecuado para la transmisión de voz (APARICIO *et al.*, 2006).

La tecnología GPS-GPRS es de origen militar pero su extensión a la vida civil ha sido muy rápida. Inicialmente se empleó para la navegación y la topografía, en la actualidad se emplea en numerosos campos, también en la ganadería como en el caso que nos ocupa (LOMILLOS, 2008).

Uno de los principales objetivos de la investigación animal es comprender los factores que influyen en los movimientos animales y, por tanto, la distribución de los animales sobre el territorio. La adquisición de esta información es la vía por la cual las poblaciones de animales, tanto silvestres como domésticos, podrán ser gestionadas, con objetivos conservacionistas o productivos.

Durante algún tiempo, los investigadores han basando la obtención de la información relacionada con los movimientos animales y su distribución espacial en observaciones visuales y en la tecnología de radio convencional. Estas

técnicas de posicionamiento tienen diversas limitaciones. El sistema de posicionamiento global (GPS), a pesar de algunos problemas técnicos sin resolver, ha proporcionado nuevas oportunidades (BARBARI *et al.*, 2006).

El uso de receptores GPS-collar para estudiar la posición de los animales es una técnica extendida para los estudios sobre los hábitats de animales silvestres, tales como ciervos, osos, y lobos en trabajos efectuados por RODGERS y ANSON (1994), REMPEL *et al.* (1997), MOEN *et al.* (1996), EDENIUS, *et al.* (1997), JANEAU *et al.* (1998), BOWMAN *et al.* (2000) y JANEAU *et al.* (2004). Asimismo se ha empleado para la localización y seguimiento de animales marinos en estudios realizados por MAGNUSSON *et al.* (1994), BLOCH *et al.* (1998), AKESSON (2002) y para el estudio del comportamiento de palomas mensajeras y perros (STEINER, 2000).

Sin embargo, el uso de esta tecnología con el objetivo de determinar mejores prácticas de gestión relacionadas con la ganadería extensiva es relativamente reciente. Está siendo usado para el estudio de diferentes variables de comportamiento y monitorización y seguimiento de animales domésticos en el caso de los trabajos de RUTTER *et al.* (1997), HULBERT *et al.* (1998), SCHLECHT *et al.* (2006) con ganado ovino; COMIS (2000), TURNER *et al.* (2000), FEHMI y LACA (2001), GANSKOPP *et al.* (2000), GANSKOPP (2001), BAILEY (2001), SCHLECHT *et al.* (2004), SICKEL *et al.* (2004), UNGAR *et al.* (2005), BARBARI *et al.* (2006) y PUTFARKEN *et al.* (2007) con el ganado vacuno.

Estas tecnologías GPS-GPRS son capaces de ofrecer una enorme cantidad de datos que, a fin de ser analizados, tienen que ser recogidos y gestionados por programas de análisis adecuados (TURNER *et al.*, 2000).

Los datos de posición tienen que ser combinados con la información de mapas con el fin de desarrollar estudios eficaces sobre el comportamiento de los animales. Esta interacción puede ser llevada a cabo por el software apropiado, como los Sistemas de Información Geográfica (SIG). Estas potentes herramientas permiten una singular gestión, análisis y almacenamiento de grandes volúmenes de datos espaciales. En esta línea se encuadran los trabajos de COMIS (2000), GANSKOPP (2000 y 2001) y BAILEY (2001) UNGAR *et al.* (2005), BARBARI *et al.* (2006) y PUTFARKEN *et al.* (2007).

En España, los dispositivos de seguimiento animal vía GPS-GPRS, han sido ideados y desarrollados por el grupo de Investigación sobre Bienestar Animal de la Universidad de Extremadura para su aplicación en vacuno extensivo, ganado ovino y el estudio de los movimientos del cerdo ibérico durante la montanera (APARICIO *et al.*, 2006). Estos equipos, con una serie de adaptaciones, han sido utilizados por LOMILLOS *et al.* (2008) y ALONSO *et al.* (2008) para la monitorización del pastoreo en ganado de Lidia. Estos equipos están compuestos por los siguientes módulos:

- **Alimentación:** proporciona la energía eléctrica necesaria para la alimentación del sistema. Una o varias baterías recargables.
- **Navegación:** comprende un receptor GPS que permite determinar la posición del animal con una precisión entre 1 y 3 metros.
- **Control:** El *firmware* contiene la lógica de operación del sistema y permitirá la programación y configuración del dispositivo. El módulo de control es el encargado de chequear periódicamente que la posición del animal se encuentra dentro del perímetro programado.
- **Comunicaciones:** este módulo permite disponer de las posiciones del animal registrando los datos captados desde los sensores de forma remota.

Los dispositivos, con diseño de collar cuentan con baterías recargables, se comunican por GPRS con una central de comunicaciones a la que envían posiciones en tiempo real y es posible la teleprogramación de sus intervalos de operación. Toda la información enviada por los dispositivos es recogida en una aplicación informática desarrollada a tal efecto.

1.8.3. Bolos intrarruminales

Tradicionalmente, la única manera de proceder a la medida y valoración del pH ruminal en condiciones de campo era mediante una tira reactiva o, en el mejor de los casos, mediante un peachimetro, siendo preferible la utilización del segundo dada su mayor precisión (CORBERA *et al.*, 2004). Para la medida del pH ruminal, previamente es necesario obtener una muestra de líquido ruminal, una vez sacrificado el animal o bien, mediante sondaje ororruminal, fistulización ruminal permanente y/o ruminocentesis.

Cualquiera de los métodos indicados para la toma de una muestra de líquido ruminal requiere una manipulación que puede ser traumática para el animal. Además, dos de ellos precisan de una intervención quirúrgica, lo que, por otra parte, además alteraría las condiciones fisiológicas del animal.

Los estudios realizados hasta el momento en relación con la evaluación del pH ruminal en ganado de Lidia se refieren a datos tomados a los animales después de la lidia (ARRIOLA 1998; BARTOLOMÉ *et al.*, 2005; GARCÍA *et al.*, 2005; BARTOLOMÉ *et al.*, 2007; GARCÍA *et al.*, 2007), todas ellas realizadas directamente sobre el contenido ruminal, una vez sacrificado el animal.

En la actualidad disponemos de una nueva metodología para la monitorización del ambiente ruminal de manera continua y a tiempo real. La medida del pH se realiza, de forma continua, usando la sonda interna de pH y temperatura sin cables (SmaXtec animal care sales GMBH, Graz, Austria), desarrollada y evaluada por GASTEINER *et al.* (2009). Esta sonda, con unas dimensiones de 132 x 35 mm es introducida, con la ayuda de un aplicador, vía oral siendo alojada en el retículo, una vez allí recoge los valores de pH (0-14, $\pm 0,2$ unidades) y temperatura (25-50° C, $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$) cada 10 minutos durante todo el periodo de medida.

La lectura de los datos almacenados en los bolos se realiza mediante un lector móvil SmaXtec. Este dispositivo tiene unas dimensiones de 90 x 144 x 32 mm, dispone de una antena interna, conexión USB mini Tipo B y de una batería con autonomía para 4 días en uso continuo. El radio para la recogida de datos es de 5 a 10 m y la descarga de los datos desde el bolo al lector tarda aproximadamente 30 minutos. Para poder visualizar los datos, el dispositivo debe estar conectado a través del cable USB a un PC/ordenador portátil. El software SmaXtec® pH permite la visualización de los datos de medición y de comunicación con este equipo de lectura móvil.

POSADO *et al.*, (2013), emplearon por primera vez en nuestro país esta metodología para la monitorización del ambiente ruminal en ganado bovino de raza Avileña Negra Ibérica en cebadero.

Así pues, gracias a este equipo podríamos controlar las modificaciones que se producen en el ambiente ruminal del toro de Lidia, sin necesidad de

inmovilizar al animal más allá de lo necesario para colocar el bolo sonda, pudiendo registrar los valores tomados en condiciones de absoluta libertad para el animal.

1.8.4. Sensores para la medida de la frecuencia cardiaca y la saturación de oxígeno

Apenas existen trabajos sobre la medida de la frecuencia cardiaca y la saturación de oxígeno en sangre para el ganado de Lidia y los que hay han sido realizados con animales inmovilizados en manga de manejo (ALONSO *et al.*, 2013). El registro de la frecuencia cardiaca se realizaba habitualmente con la ayuda de un estetoscopio, colocándolo sobre el lado izquierdo del animal. Por esta razón era materialmente imposible conocer como se modifican estos valores durante diferentes situaciones y prácticas de manejo.

La frecuencia cardiaca es el número de latidos en un minuto siendo el valor media de 60 pulsaciones por minuto (POSADAS, 2005). Igualmente ocurría en el caso de la saturación de oxígeno, parámetro que se calculaba a partir de una muestra de sangre que debía ser extraída del animal, por lo que se precisaba de su manipulación, para posteriormente remitir la muestra al laboratorio, o bien realizar la determinación mediante equipos portátiles.

Se desconocen tanto los perfiles fisiológicos como las intensidades de trabajo a las que el toro se mueve en su explotación de origen, cómo varían durante su entrenamiento, o cuáles son sus exigencias durante la lidia. Sin embargo, es muy importante conocer el comportamiento de variables como la frecuencia cardiaca (FC), por su utilidad práctica como índice de intensidad de trabajo, y realizar un plan de entrenamiento controlado, optimizando así los esfuerzos (BARTOLOMÉ *et al.*, 2010).

Para la medición de la FC, existen en el mercado una serie de dispositivos adaptados a caballos de competición pero que no resultan útiles en ganado bravo, ya que todos ellos emplean la silla de montar como soporte del dispositivo.

Este aspecto, unido al particular comportamiento agresivo de la raza de Lidia, ha hecho necesario el diseño y desarrollo de una herramienta específica que puede ser útil a los ganaderos de esta raza en particular y de cualquier otro tipo de ganadería extensiva, en general, así como a otros técnicos del sector, para

profundizar en el conocimiento de la fisiología de los animales en absoluta libertad o cuando se someten a diferentes prácticas de manejo (BARTOLOMÉ *et al.*, 2010).

Este prototipo experimental permite monitorizar diversos parámetros fisiológicos en el animal, sin que se requiera para ello su inmovilización, más allá de lo necesario para la colocación del dispositivo.

Con posterioridad, BECERRA *et al.* (2012), desarrollaron un equipo de monitoreo de señales de electrocardiografía (ECG) y frecuencia cardiaca portátil, comunicado con un teléfono móvil mediante el protocolo de comunicación *Bluetooth* (BT), para su visualización en pantalla, con una distancia máxima de conexión de 15 m.

1.9. OBJETIVOS DE LA TESIS DOCTORAL

Como hemos expuesto anteriormente, la raza de Lidia es la única de su especie que se explota con una aptitud productiva principal diferente a la producción de carne o leche: la producción de comportamiento. Esta diferenciación en la producción, respecto a otras razas de bovino, se ve reflejada en el sistema de explotación y manejo al que se encuentra sometida.

La ganadería de Lidia continua empleando los métodos tradicionales de manejo, aunque poco a poco va incorporando los avances que se emplean en la cría de otras razas de la misma especie, tanto cárnicas como lecheras. Son muchos los ganaderos que en base a ello han incorporado mejoras en los sistemas de producción: alimentación con carros mezcladores, programas informáticos de gestión, entrenamiento, etc. que, sin duda, serán de ayuda para alcanzar los objetivos deseados, si bien, en nuestra opinión, deberían ser estudiados y desarrollados bajo criterios científicos contrastados.

En consecuencia, el objetivo principal de esta Tesis Doctoral es profundizar en el conocimiento científico sobre el toro de Lidia, evaluando como la alimentación y el manejo puede afectar a diferentes parámetros fisiológicos (pH ruminal, T^a ruminal, FC y SO₂), así como al posterior rendimiento productivo del animal. Por otro lado, no debemos olvidar que el toro de Lidia, paradigma de la cría en condiciones de libertad, se encuentra durante toda su vida a merced de las condiciones ambientales. Por ese motivo y ante la

ausencia de datos previos, es necesario estudiar la posible influencia que los parámetros meteorológicos puedan tener sobre el ambiente ruminal.

OBJETIVOS:

- 1.- Estudiar las modificaciones que se producen sobre la FC y SO₂ en sangre del toro de Lidia durante diferentes prácticas de manejo.
- 2.- Monitorización del ambiente ruminal durante la fase de remate del toro de Lidia.
- 3.- Estudiar el efecto de la alimentación durante la fase de remate del toro de Lidia sobre el pH y la temperatura ruminal, comparándolo con otra raza de similares características.
- 4.- Realizar una valoración de las modificaciones que se producen en el ambiente ruminal (pH y temperatura) durante la lidia y su entorno.
- 5.- Estudiar el posible efecto de las condiciones ambientales (humedad, precipitación, temperatura y velocidad del viento), sobre el ambiente ruminal.

Con esta Tesis Doctoral pretendemos contribuir a definir y establecer las bases sobre las que mejorar el sistema de producción del toro de Lidia, aunando por un lado la experiencia práctica de los ganaderos y de los técnicos que viven el día a día de esta producción ganadera y con los conocimientos científicos obtenidos hasta el momento y en diferentes líneas de investigación. A su vez esperamos ahondar en el conocimiento y difusión de esta raza, tan emblemática como poco estudiada, con las correspondientes publicaciones científicas.

1.10 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ABARQUERO, R. 1955. La caída de los toros en el ruedo I. *Ganadería*, 141. Pp 134-139.
- ACEÑA, M.C. 1993. *Estudio de la respuesta de estrés en el toro bravo y su relación con la fuerza y la adaptación muscular al ejercicio durante la lidia*. Tesis doctoral. Universidad de Zaragoza.
- AGÜERA, E. 2008. Capítulo 5. Manejo para la mejora del rendimiento del toro de Lidia: pautas de entrenamiento. En: *Manual de manejo y nutrición del toro de Lidia. Tomo I*. Ed. ITACYL. Valladolid. Pp 100-109.

- AGÜERA, E.; ESCRIBANO, B.; RUBIO, M.; DE MIGUEL, R.; REQUENA, F.; TOVAR, P. 2005. Valoración de los biomarcadores oxidantes y antioxidantes en toros bravos sometidos a un programa de entrenamiento. *VII Symposium del Toro de Lidia*, Zafra.
- ALBENDEA, J. M. 1992. Historia del toro de Lidia. *El campo*, 125. Pp 9-15.
- ALCANTARA, L. 1998. *El espectáculo taurino (la fiesta, el toro y la corrida)*. Ed. Paidotribo. Badalona.
- ALLEN, M .S. 1997. Relationship between fermentation acid production in the rumen and the requirement for physically effective fiber. *Journal. Dairy Sience*. 80. Pp 1447-1462.
- ALONSO, M.E. (1994). *Estudio de la manifestación del síndrome de caída en la raza de Lidia y su relación con determinados parámetros etológicos y sanguíneos*. Tesis doctoral. Universidad de León.
- ALONSO, M. E.; SÁNCHEZ, J. M.; RIOL, J. A.; GUTIÉRREZ, P.; GAUDIOSO, V. R. 1995. Estudio del síndrome de caída en el toro de Lidia. II. Distribución a lo largo de la lidia. *ITEA*, 91A (2). Pp 93-103.
- ALONSO, M. E. 2008. Capítulo 9. Efecto del manejo sobre el comportamiento del toro de Lidia. En: *Manual de manejo y nutrición del toro de Lidia. Tomo II*. Ed. ITACYL. Valladolid. Pp 68-91.
- ALONSO, M. E.; LOMILLOS, J. M.; BARTOLOMÉ, D.; ESCALERA, F.; GARCÍA, J. J.; GAUDIOSO, V. R. 2008. Estudio del comportamiento materno – filial en Ganado de Lidia empleando tecnología GPS – GPRS. *VI Congreso Mundial Taurino de Veterinaria*. Murcia.
- ALONSO, M. E. 2009. Valoración del rendimiento productivo del toro de Lidia. *III Curso ACODIL. Papel del veterinario en la producción del toro de Lidia*. León.
- ALONSO, M.E., LOMILLOS, J.M., GONZÁLEZ MONTAÑA, J.R., RENGEL, E., SAN ROMÁN, F., GALLEGRO, I., SANS, P., GONZALO ORDEN, J.M. 2013. *Estudio sobre los efectos del enfundado en los cuernos del toro de Lidia*. Proyecto de investigación financiado por la Asociación de Veterinarios Especialistas Taurinos (AVET).
- APARICIO, G. 1974. *Exterior de los grandes animales domésticos*. Córdoba.

- APARICIO, M. A.; VARGAS, J.; ATKINSON, A. 2006. Las nuevas tecnologías y la montanera del cerdo ibérico. *Mundo Ganadero*, 186. Pp 42-48.
- ARRIOLA, J. 1998a. Acidosis ruminal en el toro de Lidia (I). *Toro Bravo*, 13. Pp 30-33.
- ARRIOLA, J. 1998b. Acidosis ruminal en el toro de Lidia (II). *Toro Bravo*, 14. Pp 30-35.
- AKESSON, S. 2002. Tracking fish movement in the ocean. *Trends in ecology & Evolution*, Vol. 17, nº 2. Pp 56-57.
- BACH, A. 2003. Trastornos ruminales en vacuno lechero: un enfoque práctico. *Producción Animal*, 191. Pp 13-33.
- BAILEY, D.W. 2001. Evaluating new approaches to improve livestock grazing distribution using GPS and GIS technology. Proceedings of the First National Conference on Grazing Lands, Las Vegas, NV, Dec. 5-8, Pp 91-99.
- BARBARI, M.; CONTI, L.; KOOSTRA, B.K.; MASI, G.L.; SORBETTI, F.; WORKMAN S. R. 2006. The Use of Global Positioning and Geographical Information Systems in the Management of Extensive Cattle Grazing. *Biosystems Engineering* 95 (2). Pp 271–280.
- BARGA, R. 1989. *Tauología, la ciencia del toro de Lidia*. Madrid, Espasa-Calpe.
- BARROSO, L. 2003. Reducción del riesgo de acidosis ruminal: aproximación al uso de los probióticos. *Producción Animal*, 18. Pp 63-71.
- BARTOLOMÉ, D.J.; ALONSO, M.E.; GARCÍA, J.J.; POSADO, R.; OLMEDO, S.; GAUDIOSO, V.R. 2005. Correlación entre el pH ruminal, pH sanguíneo y diversos parámetros hemáticos de reses de lidia. *VII Symposium del Toro de Lidia*. Zafra.
- BARTOLOMÉ, D.J.; ALONSO, M.E.; GARCÍA, J.J.; POSADO, R.; GÓMEZ, L.; GAUDIOSO, V. 2007. Efecto del sistema de alimentación aplicado en el Toro de Lidia, sobre diversos parámetros indicadores de alteración ruminal. *XII Jornadas sobre Producción Animal*. Zaragoza.
- BARTOLOMÉ D. J. 2009. *Influencia de la acidosis ruminal en el síndrome de caída y la respuesta etológica del Toro de Lidia en la plaza*. Tesis Doctoral. Universidad de León.

- BARTOLOMÉ, D. J.; ALONSO, M. E.; POSADO, R.; OLMEDO, S.; LOMILLOS, J.M.; GARCÍA, J. J.; GAUDIOSO, V. 2010. Soluciones tecnológicas innovadoras para el control de la frecuencia cardiaca en el ganado vacuno extensivo. *II Congreso Nacional de Zootécnia. Lugo. Pp 131-133.*
- BECERRA, B.; DÁVILA, R.,; SALGADO, P.; RODRÍGUEZ, R.; MARTÍNEZ, R.; INFANTE, M. O. 2012. Monitor of ECG signal and heart rate using a mobile phone with Bluetooth communication protocol. *Archivos de Cardiología de México.*;82: Pp 197-203.
- BELL, C.M.; HINDELL, M.A.; BURTON, H.R. 1997. Estimation of body mass in the southern elephant seal, *Mirounga leonina*, by photogrammetry and morphometrics. *Marine Mammal. Science*, 13. Pp 669–682.
- BEWLEY, J.M.; PEACOCK, A.M.; LEWIS, O.; BOYCE, R.E.; ROBERTS, D.J.; COFFEY, M.P.; KENYON, S.J.; SCHUTZ, M.M. 2008. Potential for estimation of body condition scores in dairy cattle from digital images. *Journal Dairy Science* 91. Pp 3439–3453.
- BLOCH, B.A.; DEWAR, H.; FARWELL, CH.; PRINCE, E.D. 1998. A new satellite technology for tracking the movements of Atlantic bluefin tuna. *Ecology*, 95. Pp 9384-9389.
- BORGGARD, C., MADSEN, N.T., THODBERG, H.H. 1996. In line image analysis in the slaughter industry, illustrated by beef carcass classification. *Meat Science*. 43. Pp 151–163.
- BOCYL, nº 165, en el *REAL DECRETO 57/2008, de 21 de agosto.*
- BOE, Nº 307, en el *REAL DECRETO 2611/ 1996, de 20 de diciembre*
- BOCYL, Nº 27, en la *Orden AAA/88/2015, de 29 de enero.*
- BOWMAN, J.L.; KOCHANNY, C.O.; DEMARAIS, S.; LEOPOLD, B.D. 2000. Evaluation of a GPS collar for white-tailed deer. *Wildlife Society Bulletin*. Pp 28-34.
- BRITTON, R.A.; STOCK, R.A. 1987. Acidosis, rate of starch digestion and intake. *Oklahoma Agricola Experimentacion Station. MP-121.* Pp125-137.

- CABALLERO, J.R. 1996. Capitulo X: Problemática sanitaria del toro de Lidia. En: *Zootecnia. Bases de producción animal. Tomo XI*. Pp 308-331.
- CALSAMIGLIA, S.; FERRET, A. 2003. Fisiología ruminal relacionada con la patología digestiva: acidosis y meteorismo. *Producción Animal*, 192: Pp 2-23.
- CAMPOS, P. 1995. Dehesa forest economy and conservation in the Iberian Peninsula. In: *Farming in the Edge: the Nature of Traditional Farming in Europe*. JNCC. Perborough, p 112-117
- CAMPOS DE ESPAÑA, R. 1973. Pasado, presente y futuro de la Fiesta Nacional. *Tres ciclos sobre el toro de Lidia*. Ed. Ilustre Colegio Oficial de Veterinarios de Sevilla. Pp 21-26.
- CAMPO, L. 1972. *Pamplona y toros, siglo XVIII*. Ed. La Acción Social. Pamplona.
- CAÑON, J. 2008. Mejora genética en el ganado de Lidia: los métodos de selección. En *Manual de reproducción y genética del Toro de Lidia*. Ed. ITACyL. Valladolid. Pp 60-72.
- CARBONELL, A.; GÓMEZ, A. 2001. La alimentación del toro de Lidia. Aplicación en la ganadería de Jaralta. *Colección: Ganadería – Serie Alimentación Animal*. Edita Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía.
- CASTILLO, C.; HERNÁNDEZ, J.; MÉNDEZ, J.; LLENA, J.; PEREIRA, V.; LÓPEZ-ALONSO, V.; BENEDITO, J.L. 2004. Influence of grain processing on acid-base balance in feedlot steers. *Veterinary Research Communications* 29. Pp 1-15.
- CHIARI, Y.; WANG, B.; RUSHMEIER H.; CACCONE, A. 2008. Using digital images to reconstruct three-dimensional biological forms: a new tool for morphological studies. *Biological Journal of the Linnean Society*, 95. Pp 425–436.
- COMIS, D. 2000. The Ciber Cow Whisperer and his virtual fence. *Agricultural Research*. Nov. Pp 162-170.,.
- COMPAN, H.; ARRIOLA, J. 1998. Acidosis ruminal en el toro de Lidia (III). *Toro Bravo*, 15. Pp 30-33.

- COMPAN, H. 2008. Nuevas tendencias en alimentación en toros y novillos. En: *Manual de manejo y nutrición del toro de Lidia. Tomo I.* Pp 20-39.
- CORBERA, J.A.; MACÍAS, Y.; CABRERA-PEDRERO, E.; GUTIÉRREZ, C. 2004. Análisis del líquido ruminal, ¿tiene utilidad clínica?. *Albétar*, 80. Pp 34-37.
- COSSÍO, J.M. 1951. Los Toros. Tratado Técnico e Histórico. Ed.: Espasa Calpe, S.A. Madrid.
- CRUZ, J. 1991. El toro de Lidia en la biología, en la zootecnia y en la cultura. Ed. Junta de Castilla y León, Consejería de Agricultura y Ganadería. Valladolid.
- CUBILLO DE LA PUENTE, R. 1998. Toros en la ciudad de León 1783. *Tierras de León*, 104. Pp 137-154.
- DE BRABANDER, D.L.; DE BOEVER, J.L.; VANACKER, J.M.; GEERTS, N.E. 2002. Evaluation and effects of physical structure in dairy cattle nutrition. En: Kaske, M., Scholz, H., Höltershinken, M. (Eds), Recent developments and perspectives in bovine medicine: keynote lectures of the *XXII World Buiatric Congress*. Klinik für Rinderkrankheiten, Hannover. Pp. 182-197.
- DOMECQ, A. 1985. El toro bravo. Teoría y práctica de la bravura. Colección La Tauromaquia. Madrid. Espasa Calpe. Pp 474.
- DOMECQ, A. 1994. El toro bravo. Ed. Espasa Calpe. 6ª Edición. Madrid.
- DOMECQ, B. 2008. Lidia del toro en la plaza. La ficha del ganadero. *Revista 6Toros6*, 706. Pp 18-21.
- DOMECQ, J.P. 1993. La evolución del toro de Lidia: del toro de ayer al toro artista. *I Simposium Nacional del Toro de Lidia. Zafra*. Pp 111-114.
- DOMECQ, J.P. 1995. La bravura. *Toro Bravo*, 2. Pp 34-35.
- DOMECQ, J.P, 2009. Del toreo a la bravura. Alianza Editorial. Madrid.
- EDENIUS, L. 1997. Field test of a GPS location system for Moose Alces alces under Scandinavian boreal conditions, *Wildlif. Biology*. 3. Pp 39-43.
- ELAM, C.J. 1976. Acidosis in feedlot cattle: Practical observations. *Journal Animal Science* 43. Pp 898-901.
- EWASCHUK, J.B.; ZELLO, G.A.; NAYLOR, J.M.; BROCKS, D.R. 2002. Metabolic acidosis: separation methods and biological relevance of

- organic acids and lactic acid enantiomers. *Journal of Chromatography B*, 781, Issues 1-2, 5 December 2002. Pp 39-56.
- FEHMI, J.S.; LACA, E. A 2001. A note on using a laser-based technique for recording of behaviour and location of free-ranging animals. *Applied Animal Behaviour Science*, 71. Pp 335-339.
- FERNÁNDEZ, J. 2005. Evolución de las explotaciones ganaderas. En: *Un siglo de toros 1905-2005*. Unión de Criadores de Toros de Lidia. Madrid. Pp 127-159.
- FERNÁNDEZ, L. 1959a. El reglamento del jurado. *Ganadería*, 195. Pp 515-517.
- FERNÁNDEZ, L. 1959b. Los cien puntos de la bravura. *Ganadería* 197. Pp 652-655.
- FERNANDEZ, L. 1962. El toro bravo. *Ganadería* 226. Pp 209-212.
- FERNÁNDEZ, F. J., 2000. Influencia del arte del toreo en la evolución del Toro de Lidia. *Profesión veterinaria*. Vol. 12, n. 46, pp. 60-67
- FERNANDEZ-MARDOMINGO, B. 1998. Compendio etiológico y evolución histórica de la caída del toro de Lidia. Ponencia *III Jornadas Técnicas de A.V.E.T.*, Marbella (Málaga).
- GANSKOPP, D.; CRUZ, R.; JOHNSON, D.E. 2000. Least-effort pathways? A GIS analysis of livestock trails in rugged terrain. *Applied Animal Behaviour Science*. 68. Pp 79-190.
- GANSKOPP, D. 2001. Manipulating cattle distribution with salt and water in large arid-land pastures: a GPS/GIS assessment. *Applied Animal Behaviour Science*. 73. Pp 251-262.
- GARCIA, A. 1981. Reglamentación: historia de los reglamentos de España y otros países. En COSSIO, J.M. Y DÍAZ CAÑABATE, A. *Los toros: Tratado técnico e histórico, tomo V*. Ed. Espasa-Calpe. 3ª edición. Madrid. Pp 499-543.
- GARCÍA-BELENGUER, S. 1991. *Estudio de las degeneraciones musculares en ganado bravo y su relación con la fuerza exhibida por los animales durante la lidia*. Tesis doctoral. Universidad de Zaragoza.

- GARCÍA, F.J. 2010. Patologías respiratorias en vacuno extensivo. *Revista de la Federación Española de Ganaderos de Limousin*, nº 25. Pp 12-16.
- GARCÍA, J.J.; ALONSO, M.E.; BARTOLOMÉ, D.J.; GAUDIOSO, V.R. 2005. Primeros datos sobre la medida del pH sanguíneo y ruminal en reses de lidia. *V Congreso Mundial Taurino de Veterinaria*. Valladolid.
- GARCÍA, J.J.; BARTOLOMÉ, D.J.; ALONSO, M.E.; POSADO, R.; ESCALERA, F.; GÓMEZ, L.; GAUDIOSO, V.R. 2007. Influencia del sistema de alimentación sobre diversos parámetros indicadores de Acidosis Ruminal en el toro de Lidia. *VIII Symposium del Toro de Lidia (Zafra)*.
- GARCIA, J.J.; POSADO, R.; HERNANDEZ, R.; VICENTE, A. 2007. *Estudio socioeconómico de los ganaderos de Lidia de Castilla y León*. ITACYL. Ed. Junta de Castilla y León. Valladolid.
- GARCÍA-SCHEIDER, J.M. 2008. These: *Développement et validation d'une nouvelle méthode quantitative et objective d'évaluation du comportement et des dépenses énergétiques du taureau Brave au cours de la corrida: Applications à l'étude de La faiblesse des taureaux lors de la corrida*. Université Paul-Sabatier de Toulouse. Toulouse.
- GARRET, E.F.; PERREIRA, M.N.; NORDLUND, K.V.; ARMENTANO, L.E.; GOODGER, W.J.; OETZEL, G.R. 1999. Diagnostic methods for the detection of subacute ruminal acidosis in dairy cows. *Journal. Dairy Science*, 82.Pp 1170-1178.
- GASTEINER, J.; FALLAST, M.; ROSENKRANZ, S.; HÄUSLER, J.; SCHNEIDER, K. AND GUGGENBERGER, T. 2009. Measuring rumen pH and temperature by an indwelling and data transmitting unit and application under different feeding conditions. Proceedings Livestock Precision Farming, *Wageningen Publishers*. Pp 127-133.
- GAUDIOSO, V.; PÉREZ-TABERNERO, A.; SÁNCHEZ, J.M. 1985. Evaluación de la bravura, nobleza y mansedumbre del toro de Lidia. *Buiatría Española*, 1. Pp 218-232.
- GAUDIOSO, V.; RIOL, A. 1996. Selección y reproducción en el Ganado de Lidia. En: *Producciones equinas y de Ganado de Lidia, Cap. XVII. Zootecnia, bases de producción animal*. Ed. Mundiprensa. Madrid.

- GÓMEZ, A. 2001. Acidosis ruminal y su incidencia en la lidia. En: *Libro de ponencias de las "II Jornadas sobre Ganado de Lidia"*. Universidad Pública de Navarra. Pp 137-147.
- GÓMEZ, A. 2008. Programa de transferencia de embriones en la ganadería de lidia. *Manual de reproducción y genética del Toro de Lidia. Tomo I*. Ed. ITACYL. Valladolid.
- GÓMEZ, D. 1960. *El toro de Lidia*. Trabajo de la Cátedra de Zootecnia II, dirigido por el Dr. Sarazá Ortiz. León.
- GOMEZ, J.M. 1991. *El libro de las dehesas salmantinas*. Consejería de Medio Ambiente y O.T. Junta de Castilla y León. Salamanca.
- GONZÁLEZ, E.; DURAN, C.V.; DOMÍNGUEZ, J.F. 1994. Heredabilidad y repetibilidad de la nota de tiente y la nota de lidia en una ganadería de reses bravas. *Archivos de Zootecnia*, 43. Pp 225-237.
- GRANDIN, T. 2000. Principios de comportamiento animal para el manejo de bovinos y otros herbívoros en condiciones extensivas. *Livestock Handling and Transport*. CABI Publishing, Wallingford, Oxon (Reino Unido), capítulo 5. Pp 63-85.
- GUERRA, J.; THOS, J.; IBAÑEZ, M.; FUENTE, D. 1994. Valoración del comportamiento del toro durante la lidia y su relación con el rendimiento a la canal. *A.Y.M.A.*, 34(6). Pp 191-193.
- GUTIERREZ, M. P. 1996. *Estudio de la idoneidad del toro para la lidia*. Tesis doctoral. Universidad de León.
- HALEY, M.P.; DEUTSCH, C.J.; LE BOEUF. B.J. 1991. A method for estimating mass of large pinnipeds. *Marine Mammal. Science.*, 7. Pp 157–164.
- HARMON, D. 1996. Sudden feedlot deaths: Are pen deads due to ruminal or systemic dysfunction or a combination of both? In: *Scientific Update on Rumensin/Tylan/Mycotil for the Professional Feedlot Consultant*. Pp.:1-6. Elanco Animal Health, Indianapolis, IN.
- HAUBI-SEGURA, C.U. 2004. Use of the rumen simulation technique (Rusitec) to model clinical and subclinical acidosis in dairy cattle. PhD Thesis. University of Reading. U.K.

- HERNÁNDEZ, C.G. 2005. Ecología del pastoreo con ganado de Lidia en las dehesas. *Revista del Instituto de Estudios Económicos* Nº12. Economía de la ganadería de lidia en España. Pp 101-140.
- HUBER, T.L. 1976. Physiological effects of acidosis on feedlot cattle. *Journal Animal Science* 43. Pp 902-909.
- HUERTAS, V.M. 1991. La selección en la raza de lidia. En: *Entre campos y ruedos*. Ed. Consejo General de Colegios Veterinarios de España. Madrid. Pp 345-363.
- HULBERT, I.A.R.; WYLLIE, J.; WATERHOUSE, A.; FRENCH, J.; MCNULTY, D. 1998. A note on the circadian rhythm and feeding behaviour of sheep fitted with a lightweight GPS collar. *Applied Animal Behaviour Science*, 60. Pp 359-364.
- HUNTINGTON, G.B. 1988. Nutritional problems related to the gastrointestinal tract. Acidosis. In: D. C. Church (Ed.) *The Ruminant Animal*. Waveland Press, Prospect Heights, IL. Pp 474-480.
- HUNTINGTON, G.B. 1997. Starch utilization by ruminants: from basics to the bunk. *Journal Animal Science* 75. Pp 852-867.
- IRELAND, D.; GARROT, R.A.; ROTELLA, J.; BANFIELD, J. 2006. Development and application of a mass-estimation method for Weddell seals. *Mar. Mamm. Sci.*, 22. Pp 361–378.
- JANEAU, G.; ADRADOS, CH.; JOACHIM, J.; GENDNER, J.P.; PÉPIN, D. 2004. Performance of differential GPS collars in temperate mountain forest. *C. R. Biologies* Pp 327.
- JANEAU, G. ; ANGIBAULT, J.M.; CARGNELUTTI, B.; JOACHIM, J.; PÉPIN, D.; SPITZ, F. 1998. Le Global Positioning System (GPS) et son utilisation (en mode différentiel) chez les grands mammifères : principes, précision, limites, contraintes et perspectives, *Arvicola Actes Amiens vol. 97*. Pp 19-24.
- JIMÉNEZ, F.J. 2014. Influencia en los niveles de serotonina, dopamina y testosterona, en el comportamiento agresivo-combativo en el toro de Lidia (*Bos taurus* L.) Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid.

- JIMENO, V.; MAJANO, M.A.; MAZZUCHELLI, F.; MIRAT, F. 2004. Patologías nutritivas en la terminación del toro de Lidia. En: *Libro de ponencias del VI Symposium del Toro de Lidia*. Ed. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 395 pp. Madrid. Pp 51-61.
- JIMENO, V.; MAZZUCHELLI, F.; PARRILLA, G.; GARCÍA, I. 2005. Gestión de la alimentación del ganado de Lidia. Del nacimiento a utrero. *Mundo Ganadero*, 177. Pp 52-56.
- JORDAN, P., WILLNEFF, J., D'APUZZO, N., WEISHAUPT, M., WISTNER, T., AUER, J. 2001. Photogrammetric measurement of deformations of horse hoof horn capsules. Videometrics and Optical Methods for 3D Shape Measurement, *Proceeding of SPIE*, San Jose, California, 2001, Vol. 4309. Pp 204-211.
- KARABORK, H., 2009. Three-dimensional measurements of glenohumeral joint surface in sheep, cat and rabbit by photogrammetry. *Journal of Animal and Veterinary Advances*. 8. Pp 1680– 5593.
- KEITH, M., BESTER, M.N., BARTLETT, P.A., BAKER, D. 2001. Killer whales (*Orcinus orca*) at Marion Island, Southern Ocean. *African Zoology*, 36. Pp 163–175.
- KLEEN, J.L.; HOOIJER, G.A.; REHAGE, J.; NOORDHIZEN, J.P.T.M. (2003). Subacute Ruminant Acidosis (SARA): A Review. *Journal of Veterinary Medicine*., 50. Pp 406-10.
- KUCHIDA, K.; HAMAYA, S.; SAITO, Y.; SUZUKI, M.; MIYOSHI, S. 1996. Development of a body dimension measurement method for dairy cattle by computer image analysis with video camera. *Animal Science Technology*., 67. Pp 878–881.
- LAMBERTSEN, R.H.; RASMUSSEN, K.J.; LANCASTER, W.C.; HINTZ, R.J. 2005. Functional morphology of the mouth of the bowhead whale and its implications for conservation. *J. Mammal.*, 86. Pp 342–352.
- LESMEISTER, K.E. 2003. Dietary alterations and their influence on rumen development in neonatal dairy calves. Thesis in *Animal Science*, Pennsylvania State University, USA.

- LIRA, F. 2008. Capitulo 7. Avances en el cuidado y la protección de las defensas del toro de Lidia. En: *Manual de manejo y nutrición del toro de Lidia. Tomo II*. Ed. ITACYL. Pp 28-43.
- LOMILLOS, J.M. 2008. Tesina. *Utilización de la tecnología gps-gprs para el estudio del comportamiento del ganado de Lidia en pastoreo*. Universidad de León.
- LOMILLOS, J. M.; ALONSO, M. E.; ESCALERA, F.; BARTOLOMÉ, D.; GARCÍA, J. J.; GAUDIOSO, V. 2008. Estudio del uso del territorio y los biorritmos del Ganado de Lidia mediante tecnología GPS – GPRS. *VI Congreso Mundial Taurino de Veterinaria*. Murcia, del 6 al 8 de noviembre de 2008.
- LOMILLOS, J. M.; ALONSO, M. E.; ESCALERA, F.; BARTOLOMÉ, D.; GARCÍA, J. J.; POSADO, R.; GAUDIOSO, V. 2009. Aproximación al efecto del entretenimiento sobre los gases sanguíneos, el comportamiento y la caída durante la lidia. *IX Symposium del Toro de Lidia*. Zafra.
- LOMILLOS, J.M. 2012. Tesis doctoral: *Aplicación de nuevas tecnologías a la caracterización, cría y manejo de ganado vacuno de lidia*. Universidad de León.
- LOMILLOS, J. M.; ALONSO, M. E.; GAUDIOSO, V. 2013. *Análisis de la evolución del manejo en las explotaciones de toro de Lidia. Desafíos del sector*. ITEA, Vol. 109 (1), Pp 49-68.
- LÓPEZ, J. 1992. Las castas históricas fundamentales del toro bravo y su reflejo en las ganaderías actuales. *El campo*, 125. Pp 35-48.
- LUCIA, M. 2007. Orígenes del toro de Lidia. En: *El toro Bravo en Extremadura*. Zafra. Pp13-24.
- McALLISTER, T.A.; R.C. PHILLIPPE, L.M.; RODE, K.J.; CHENG. C. 1993. Extent of the protein matrix on the digestion of cereal grains by ruminal microorganisms. *Journal Animal Science*. 71. Pp 205-212.
- McCRACKEN, D.I.; BIGNAL, E.; WENLOCK, S.E. 1996 (Eds.). Farming on the edge: The nature of traditional farmland Europe. *Joint Nature Conservation Committee*. Peterborough. Pp 46-49
- MADARIAGA, B. 1962. En torno a la bravura y alimentación del toro de Lidia. *Granja*, 120. Pp 23-28.

- MADARIAGA, B. 1966. *El Toro de Lidia*. Ed. Altamira, 1º ed. Madrid.
- MAGNUSSON, J. 1994. An Assessment of Atlantic Bluefin Tuna, *National Research Council*.
- MALPICA, S. 2007. Presentación. *El toro bravo en Extremadura*. Pp 9-11.
- MARAÑÓN, G. 1974. El toro y los toros. *Tres ciclos sobre el Toro de Lidia*. Ed. Ilustre Colegio Oficial de Veterinarios de Sevilla. Pp 125-140.
- MARÍN, G. 1983. Problemática del ganado de Lidia. En: *I Encuentro de Ganaderos de Reses Bravas*. Pp 27-30.
- MARTIN, J.C. 2007. Tentadero de Hembras y Machos. En: Instituto Tecnológico Agrario. Junta de Castilla y León. <http://www.centrotorolidia.es>.
- MATA, C. 1995. *Ritos populares del toro en Castilla y León*. Ed. Junta de Castilla y León. Consejería de Agricultura y Ganadería, Salamanca.
- MILLER, P.A.; LAWRENCE, L.M. 1986. Changes in equine metabolic characteristics due to exercise fatigue, *Animal Journal. Veterinary. Reseach*.47. Pp 2184-2186.
- MAGRAMA, ARCA 2014. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Sistema ARCA. [Http://www.magrama.gob.es](http://www.magrama.gob.es).
- MECD. 2013. Ministerio de Educación Cultura y Deporte. Plan Estratégico Nacional de fomento y Protección de la Tauromaquia (PENTAURO). <http://www.mecd.gob.es/cultura-mecd/areas-cultura/tauromaquia/pentauro.html>
- MECD. 2014. Ministerio de Educación Cultura y Deporte. Estadística de asuntos taurinos. Anuario de estadísticas Culturales 2014.
- MIRA, F. 1981. *El Toro Bravo. Hierros y Encastes*. Ed. Guadalquivir S.L. Sevilla.
- MIRA, F. 1993. Encastes actuales del toro de Lidia. *I Simposium Nacional del Toro de Lidia*, 13-26, Zafra 18-19 de Junio. Pp 13-26.
- MOEN, R.; PASTOR, J.; COHEN, Y.; SCHWARTZ, C.C. 1996. Effects of moose movement and habitat use on GPS collar performance, *Journal Wildlife Manage*. 60. Pp 659-668.
- MONTERO, A. 1962. Nuevas aportaciones sobre la caída de los toros. *Avigan*, 121. Pp 94-105.

- MONTES, F. 1836. *Tauromaquia completa, o sea El Arte de torear en plaza, tanto a pie como a caballo*. Ed. EGARTORRE. Madrid.
- NEGRETTI, P.; BIANCONI, G.; 2004. Morphological survey through computerised image analysis. *Proc. 7th World Conf. Brown Swiss Cattle Breeders*. Pp 195– 201.
- NEGRETTI, P.; BIANCONI, G.; BARTOCCI, S.; TERRAMOCCIA S.; VERNA M. 2008. Determination of live weight and body condition score in lactating Mediterranean buffalo by Visual Image Analysis. *Livestock Science*, 113. Pp 1-7.
- NICO DE BRUYN P. J., BESTER, M. N., CARLINI, A. R., OOSTHUIZEN W.C. 2009. How to Leigh an elephant seal with one finger: a simple three-dimensional photogrammetric application. *Aquatic Biology*. Vol.5. Pp 31-39.
- NIETO, L. 1987. *Diccionario ilustrado de términos taurinos*. Espasa-Calpe. Madrid.
- NOCEK, J. E. 1997. Bovine acidosis: implications on laminitis. *Journal Dairy Science*, 80. Pp 1005-1028.
- OETZEL, G.R. 2001. Introduction to Ruminant Acidosis in *Dairy Cattle*. *American Association of Bovine Practitioners. 34th Annual Convention*. Vancouver, B.C., Canada.
- OWENS, F. N.; GOETSCH, S.L. 1988. Fermentación ruminal. En: *El Rumiante. Fisiología Digestiva y Nutrición*. D. C. Church, Ed. Acribia. Zaragoza, España. Pp 159–189.
- OWENS, F.N.; SECRIST, D.S.; HILL, W.J.; GILL, D.R. 1998. Acidosis in cattle: a review. *Journal Animal Science*, 76. Pp 275-286.
- PEREIRA, V; VÁZQUEZ, P.; HERNÁNDEZ, J.; CASTILLO, C.; MÉNDEZ, J.; LÓPEZ-ALONSO, M.; BENEDITO, J.L. 2006. Patogenia e implicaciones clínicas del síndrome acidótico en terneros de cebo. *Producción Animal*, 221. Pp 22-35.
- PEREZ-TABERNERO, J.M. 1975. El toro bravo. *Tres ciclos sobre el Toro de Lidia*. Ed. Ilustre colegio Oficial de Veterinarios de Sevilla. Pp 351-357.

- PIZARRO, M.; HORCAJADA, J.; ORTUÑO, S. FERNÁNDEZ, C. 2008. Utilización de fundas en cuernos. Posible modificación de la estructura y consistencia. En: *VI Congreso Mundial Taurino de Veterinaria*. Murcia. Pp. 179- 182.
- POSADO, R.; ZÚÑIGA J.A., TABERNERO DE PAZ, M.; BODAS, R.; GARCÍA J.J. 2013. Monotorización del balance ruminal en la fase de remate del Toro de Lidia. *XI Symposium del Toro de Lidia*. Zafra.
- POSADAS, E. 2005. *Sistema de Producción Animal I volumen 2 Bovinos*. Edit. DSUAEC. Págs. 6-8.
- PURROY, A. 1988. *La cría del toro bravo: arte y progreso*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.
- PURROY, A.; MENDIZÁBAL, J.A. 1996. 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.
- PURROY, A.; AZPILICUETA, G.; ALZÓN, M. 2003. La alimentación en el ganado de Lidia. *III Jornadas sobre Ganado de Lidia*. Ediciones Mundi-Prensa. Pamplona. Pp. 123-148.
- PUTFARKEN, D.; DENGLER, J.; LEHMANN, S.; HÄRDTLE W. 2007. Site use of grazing cattle and sheep in a large-scale pasture landscape: A GPS/GIS assessment. Institute of Ecology and Environmental Chemistry, Leuphana University Lüneburg, Scharnhorststr.
- REMPEL, R.S.; RODGERS, A.R. 1997. Effects of differential correction on accuracy of a GPS animal location system, *Journal Wildlife Manage.* 61 (2). Pp 525- 530.
- RIMBAUD, E. 2004. *Semiología, semiotecnia y propedéutica de los bovinos*. Nicaragua, Managua. Págs.61-68.
- RIVERO J.L.; RUZ M.C.; SERRANO, A.; DIZ, A.M.; GALISTEO, A.M. 1993. Efecto del entrenamiento y desentrenamiento sobre la proporción de los tipos de fibras musculares en diferentes razas de caballos. *Avances en Ciencias Veterinarias*, 8. Pp 110-118.
- RODGERS, A.R.; ANSON, P. 1994. Animal-born GPS: tracking the habitat, *GPS World* 5. Pp 20-32.

- RODRIGUEZ, A. 1991. *Entre campos y ruedos*. Consejo General de Colegios Veterinarios de España. Tesis Doctoral. Facultad de Veterinaria. Universidad Complutense de Madrid.
- RODRÍGUEZ, A. 1996. Aspectos generales de la producción del vacuno de lidia. En: *Producciones equinas y de Ganado de Lidia, Cap. XI. Zootecnia, bases de producción animal*, C. Buxadé (Ed.), Ed. Mundiprensa. Madrid. Pp. 247-266.
- RODRIGUEZ, A. 2000. *Los toros del recuerdo*. Consejo General de Colegios Veterinarios de España y AMA. Madrid.
- RODRIGUEZ, A. 2002. *Prototipos Raciales del Vacuno de Lidia*. Ed. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.
- RODRIGUEZ, A. 2005. *La raza de lidia en Castilla y León*. Ed. Consejería de Agricultura y Ganadería de la Junta de Castilla y León. Valladolid.
- RODRÍGUEZ, P.L. 1993. La alimentación del ganado de Lidia. *I Symposium del Toro de Lidia*. Zafra. Pp.79-99.
- ROMERO, J.M. 1974. La suerte de varas. *Tres ciclos sobre el Toro de Lidia*. Ed. Ilustre Colegio Oficial de Veterinarios de Sevilla. Pp 157-179.
- ROMERO, T., 2008. *Las tientas: laboratorio de casta y bravura*. Madrid: CEU
- RUIZ, C. 2005. La evolución: el toro disperso, el toro reunido, el toro bravo. En: *Un siglo de toros 1905-2005*. Unión de Criadores de Toros de Lidia. Madrid. Pp 82-107.
- RUTTER, S.M.; BERESFORD, S.N; ROBERTS, G. 1997. Use of GPS to identify the grazing areas of hill sheep. *Computers and electronics in agriculture*, 17. Pp 177-188.
- SAEZ, C.S. 1942. *La bravura del toro de Lidia*. Espasa-Calpe. Madrid.
- SANCHEZ, A. 1952. Trapío y biotipo del toro bravo. *Ganadería*, 106. Pp 181-184.
- SANCHEZ, A. 1954. Dificultades intrínsecas de la obtención del toro bravo. *Ganadería*, 131. Pp 246-248.
- SANCHEZ, A. 1984. *Razas bovinas españolas*. Ed. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.
- SÁNCHEZ-ALGABA, H.M. 1979. Influencia de la ecología sobre el toro de Lidia. *A.Y.M.A.*, XX(5). Pp 201-204.

- SÁNCHEZ DE RON, D.; ELENA, R.; ROIG, S.; GARCÍA DEL BARRIO, F. 2007. Los paisajes de dehesa en España y su relación con el ambiente geoclimático. *Cuaderno Sociedad Española de Ciencias Forestales*. 22. «Actas de la III Reunión sobre Sistemas Agroforestales». Pp 171-176.
- SÁNCHEZ, J.M.; RIOL, J.A.; GAUDIOSO, V.R.; GONZALEZ, V. 1988. Delimitación de los principales patrones de comportamiento que definen la producción del ganado vacuno de lidia. *XV Congreso Mundial de Buiatria*. Palma de Mallorca. Ed. Asociación de veterinarios españoles especialistas en Buiatria. León. Pp 1059-1068.
- SÁNCHEZ, J.M.; RIOL, J.A.; EGUREN, V.G.; GAUDIOSO, V.R. 1990. Metodología de obtención de un programa informático para la valoración del toro durante la lidia. *Acta Veterinaria*, 4. Pp 17-26.
- SÁNCHEZ, J.M. y ALONSO, M.E. 1996. Instalaciones y alojamientos en el ganado de Lidia. En: *Producciones equinas y de Ganado de Lidia, Cap. XI. Zootecnia, bases de producción animal*. Ed. Mundiprensa. Madrid. Pp 295-308.
- SANCHEZ J.M.; TOMÁS C.; DE PABLO, F. 1997. *Consideraciones sobre el clima en Matacán (Salamanca)*. Ed. Caja Salamanca y Soria.. Pp 66-9.
- SANES, J.M.; MESEGUER, J.M.; GONZALO, C.; FUENTES, F. 1994. Estudio preliminar de diferentes parámetros de la lidia. *I Congreso Mundial taurino de veterinaria*. Zaragoza. Pp 155-157.
- SANES, J.M.; MESEGUER, J.M.; FUENTES, F. C. 1997. Valoración de algunos parámetros zoométricos de posible interés en el toro de Lidia. *II Congreso Mundial Taurino de Veterinaria*. Córdoba. Pp 245-249.
- SANES, J.M; SEVA, J.; PALLARES, F.J.; RAMIS, M.G. 2013. Ganaderías de Lidia. En: *Atención sanitaria en festejos taurinos*. Ed. Arán Ediciones, S.L. Madrid. Pp 51-58.
- SAN MIGUEL, J.M.; ORTEGA, L.; GARCÍA, F.J. 2008. Impacto de los diferentes agentes infecciosos en la reproducción de una ganadería de lidia. En: *Manual de reproducción y genética del toro de Lidia*. Ed. ITACyL. Valladolid. Pp 66-92.

- SANTONJA, G. 2010. *Luces sobre una época oscura: El toreo a pie del siglo XVII*. Ed. Everest, S.A. Madrid.
- SANTONJA, G. 2012. *Por los albores del toreo a pie. (Imágenes y textos de los siglos XII-XVII)*. Editorial Everest, S.A. León.
- SANZ, C.S. 1958. *Historia y bravura del toro de Lidia*. Ed. Espasa-Calpe. Madrid.
- SAÑUDO, C. 2009. *Valoración morfológica de los animales domésticos*. Ed. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Madrid.
- SAÑUDO, C.; FORCADA, F.; CEPERO, R.; THOS, J. 1986. *Manual de diferenciación etnológica*. Ed. Acribia. Zaragoza.
- SAUVANT, D.; MESCHY, F.; MERTENS, D. 1999. Les composantes de l'acidose ruminale et les effets acidogènes des rations. *INRA Production Animal* 12(1). Pp 49-60.
- SAYAGUES, O. 2013. Censo de ganado vacuno. Consejería de Agricultura y Ganadería. Junta de Castilla y León.
- SCHRADER, A.M.; FERREIRA, S.M.; VAN AARDE, R.J. 2006. Digital photogrammetry and laser rangefinder techniques to measure African elephants. *African Journal of Wildlife Research* , 36. Pp 1–7.
- SCHLECHT, E.; HIERNAUX, P.; IBRAHIM, A.; KADAOUR, E.; HULSEBUSCH, C.; MAHLER, F. 2006. A spatio-temporal analysis of forage availability and grazing and excretion behaviour of herded and free grazing cattle, sheep and goats in Western Niger. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 113. Pp 226–242.
- SCHLECHT, E.; HÜLSEBUCH, C.H.; MAHLER, F.; BECKER, K. 2004. The use of differentially corrected global positioning system to monitor activities of cattle at pastures. *Applied Animal Behaviour Science*, 85. Pp 185-202.
- SICKEL, H.; IHSE, M.; NORDERHAUG, A.; SICKEL, M.A.K. 2004. How to monitor semi-natural key habitats in relation to grazing preferences of cattle in mountain summer farming areas. An aerial photo and GPS method study. *Landscape an urban planning*, 67. Pp 67-77.
- SLYTER, L.L. 1976. Influence of acidosis on rumen function. *Journal Animal Science* 43. Pp 910-929.

- SOTILLO, F.; RAMIREZ, A.R.; SOTILLO, J.L. 1996. Biotipología del toro, *Zootecnia. Bases de Producción Animal. Tomo XI. Producciones equinas y de ganado de Lidia*. Madrid. Pp 233-246.
- SOTILLO, J.L. 1985. *Producción Animal. I Etnología Zootécnica*. Tomo I. Edit. Tebas Flores. Madrid.
- STEINER, I.; BURGI, C.; WERFFELI, S.; DELL'OMO, G.; VALENTI, P.; TROSTER, G.; WOLFER, D.P.; LIPP, H.P. 2000. A GPS logger and software for analysis of homing in pigeons and small mammals. *Physiology & Behaviour*, 71(5). Pp 589-596.
- STOCK, R.; BRITTON, R. 1994. Acidosis in feedlot cattle. En: C. Parrot. 1994. Secondary benefits from feeding rumensin. En: *Scientific Update on Rumensin/Tylan for the Professional Feedlot Consultant*, pp: A1-A13. Elanco Animal Health. Indianapolis, USA.
- STONE, W.C. 2003. Nutritional approaches to minimize subacute ruminal acidosis and laminitis in dairy cattle. *Journal Dairy Science.*, 87. Pp 13-26.
- SUAREZ, F.; NAVESO, M.A.; DE JUANA, E. 1997. Farming in the drylands of Spain: Birds of the pseudes teppes. En: PAIN, D.J. Y PIENKOWSKI, M.W. (eds) *Farming and Birds in Europe*. Academic Press. San Diego
- TURNER, L.W.; UDAL, M.C.; LARSON, B.T.; SHEARER, S.A. 2000 Monitoring cattle behaviour and pasture use with GPS and GIS. *Can. J. Anim. Sci.* 80. Pp 405-413.
- UCTL, 2011. *Unión de Criadores de Toros de Lidia. Temporada 2011*. Ed. UCTL. Madrid.
- UNGAR, E.D.; HENKIN, Z.; GUTMAN, M.; DOLEV, A.; GENIZI, A.; GANSKOPP, D. 2005. Interference of animal activity from GPS collar data on free-ranging cattle. *Rangeland Ecology. Manage.* 58. Pp 256-266.
- VALERO, C.; GIL, V. 2006. Remolques Unifeed. Equipos multifunción para fincas ganaderas. *Mundo Ganadero*, 190. Pp 38-40.
- VARGA, G.A.; DANN, H.M.; ISHLER, V.A. 1998. The use of fibre concentrations for ration formulation. *Journal. Dairy Science.* 81. Pp 3063-3074.

- VAZ, F. 2002. La alimentación y su influencia en las caídas de los toros. *IV Congreso Mundial Taurino de Veterinaria*. Salamanca. Pp. 53-61.
- VAZQUEZ, L.; GANDULLO, L.; LÓPEZ, L. 1986. *La tauromaquia de Rafael Guerra, Guerrita*. Ed. Cartoné editorial. Madrid.
- VÁZQUEZ, P.; PEREIRA, V.; HERNÁNDEZ, J.; CASTILLO, C.; MÉNDEZ, J.; LÓPEZ-ALONSO, M.; BENEDITO, J.L. 2005. Acidosis crónica en terneros: nuevas pautas de prevención. *Producción Animal*, 216. Pp 4-15.
- VEGA, J. 1954. El Toro de Lidia, ejemplo de crianza y eje de la Fiesta. *Ganadería*, 131. Pp 244-245.
- VICENTE, M.I. 2002. *Nuevas tecnologías de la producción animal aplicadas al estudio del comportamiento y selección de la raza de Lidia*. Tesis Doctoral. León, España.
- VIDAL, J., 1975. *San Isidro 75: la feria de la apertura*. Ed. Mirasierra. Madrid.
- VIFORCOS, M.I. 1992. *El León barroco: los regocijos taurinos*. Ed. Universidad de León. Secretariado de publicaciones. León.
- WAITE, J.N.; SCHRADER, W.J.; MELLISH, J.E.; HORNING, M. 2007. Three dimensional photogrammetry as a tool for estimating morphometrics and body mass of Steller sea lions (*Eumetopias jubatus*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 64. Pp 296–303.
- WEIDNER, S.J.; GRANT, R.J. 1994. Altered ruminal mat consistency by high percentages of soybean hulls fed to lactating dairy cows. *Journal Dairy Science*, 77. Pp 522-532.
- WOLFF, F. 2008. *Filosofía de las corridas de Toros*. Ed. Bellaterra. Barcelona.
- YANG, W. Z.; BEAUCHEMIN, K.A.; RODE, L.M. (2000). Effects of barley grain processing on extent of digestion and milk production of lactating cows. *Journal Animal. Science.*, 83:554-568.
- ZEHENDER, G., CORDELLA, L.P., CHIANESE, A., LINO FERRARA, A., DEL POZZO, A., BARBERA, S., BOSTICCO, A., NEGRETTI, P., BIANCONI, G., FILIPPI BALESTRA, G., TONIELLI, R., 1996. Image analysis in morphological animal evaluation: a group for the development of new techniques in zoometry. *Animal Genetic Resour Inform.*, 20: Pp 71–79.



2. PROTOCOLOS EXPERIMENTALES



PROTOCOLO 2.1. Frecuencia cardíaca y niveles de saturación de oxígeno en sangre del toro de Lidia durante diferentes prácticas de manejo.

FRECUENCIA CARDÍACA Y NIVELES DE SATURACIÓN DE OXÍGENO EN SANGRE DEL TORO DE LIDIA DURANTE DIFERENTES PRÁCTICAS DE MANEJO

2.1.1.- RESUMEN

El presente trabajo pretende estudiar cómo se modifican la frecuencia cardíaca (FC) y la saturación de oxígeno (SO_2) en sangre durante diferentes condiciones de manejo, dada la importancia que ello tiene para tratar de mejorar el rendimiento de los animales sin alterar su bienestar ante tales prácticas de manejo. Para ello se han monitorizado 12 machos adultos de raza de lidia durante su inmovilización, el reposo en los corrales, la lidia a puerta cerrada y el transporte mediante un prototipo experimental, desarrollado para su uso en esta raza por BARTOLOMÉ *et al.* (2010). La FC media más elevada se registra cuando el animal se encuentra en el muevo de contención, alcanzando unos valores que triplican los de la frecuencia basal definida para el ganado vacuno. La lidia supone un trabajo físico importante para el individuo ya que los valores medios de la FC del animal se duplican, respecto a los obtenidos en “reposo”. La inmovilización de un toro de Lidia en el cajón de contención representa una práctica de manejo más punitiva y estresante para el animal que la propia lidia.

Los valores medios SO_2 se encuentran por encima de los considerados como basales para la especie por otros autores.

2.1.2.- INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La raza de Lidia se ve sometida, a lo largo de su vida, a diferentes prácticas de manejo, situaciones que suelen ser novedosas para este tipo de ganado y que, por tanto, pueden convertirse en una muy poderosa causa de estrés (STEPHENS y TONER, 1975; MOBERG y WOOD, 1982; DANTZER y MORMEDE, 1983). Además, este efecto se agudiza cuando los animales se enfrentan súbitamente a ellas.

En las condiciones de vida libre o silvestre, y las de explotación de la raza de Lidia siguen este patrón, las novedades, sonidos o imágenes extrañas suelen representar señales de peligro (GRANDIN, 1993). Además, los animales no se habitúan a procedimientos que les generan miedo o aversión (HARGREAVES y HUTSON, 1990). Un protocolo o experiencia puntual de manejo puede causarles aversión sin suponer, necesariamente, una agresión física o dolorosa (estrés psicológico).

Antes de su lidia en la plaza, el toro bravo es sometido a numerosas situaciones desconocidas tales como el embarque, el transporte, el desencajonamiento y el apartado en las plazas de destino.

Por otro lado, la lidia representa un ejercicio intenso y fisiológicamente agotador, agravado por las lesiones producidas durante la suerte de varas, lo que implica un estrés físico para el animal que está realizando dicho ejercicio y, a su vez, comporta una gran pérdida de sangre que genera una serie de desequilibrios o trastornos metabólicos y electrolíticos que completan el escenario de una situación traumática para el animal (AGÜERA, 2005).

En los periodos de tiempo descritos, las reses se enfrentan a diferentes situaciones novedosas generadoras de estrés, y este será mayor en virtud del grado de la novedad y de la rapidez con la que se presente (STEPHENS y TONER, 1975). En general, la totalidad de las prácticas de manejo inherentes a dichos periodos de tiempo podrían describirse como generadores de estrés, incluida la estancia en los chiqueros, si atendemos a los criterios de GRANDIN (1998), cuando afirma que el aislamiento también es un factor de estrés de manejo (SALAMANCA, 2013).

Todas estas situaciones hacen que se alteren determinados parámetros fisiológicos, indicativos del nivel de estrés, ya que se activan ante la presencia de potenciales alarmas, entre los que cabe destacar la FC y el grado de SO_2 . Se ha demostrado que la FC constituye un evaluador fiable para estimar el nivel de estrés físico al que se encuentra sometido un caballo durante un empeño o trabajo muscular, cualquiera que sea la naturaleza del ejercicio realizado (ENGELHARDT 1977, EVANS 1985).

La FC se define como el número de latidos por minuto que efectúa el corazón, es decir, las veces que el corazón realiza el ciclo completo de llenado y vaciado de todas sus cámaras en un determinado período de tiempo (CUNNINGHAM, 2003).

Por su parte la SO_2 es la cantidad oxígeno que se combina, en el sentido químico, con la hemoglobina para formar la oxihemoglobina, que es el elemento encargado de su transporte en la sangre hacia los tejidos. Los niveles de saturación óptimos garantizan que las células del cuerpo reciban la cantidad adecuada de dicho elemento. Este parámetro nos permitirá predecir la cantidad de este gas que se encuentra disponible para la perfusión tisular (FLENLEY, 1980).

Se desconocen tanto los perfiles fisiológicos como las intensidades de trabajo a las que el toro se somete en su explotación de origen, cómo varían durante su entrenamiento o cuáles serán sus exigencias, rigores e intensidad requeridos durante la lidia. Sin embargo, es muy importante conocer el comportamiento de ciertas variables como la FC y la SO_2 por su utilidad práctica como índice de intensidad de trabajo, indicador de estrés, así como para la mejor valoración y seguimiento de un potencial plan de entrenamiento controlado, optimizando así los esfuerzos requeridos (BARTOLOMÉ, 2007).

El presente trabajo pretende estudiar cómo se modifican la FC y la SO_2 durante diferentes prácticas de manejo, dada la importancia que ello tiene para tratar de mejorar el rendimiento de los animales sin alterar su bienestar ante tales situaciones.

2.1.3.- MATERIAL Y MÉTODOS

En todos los casos se ha utilizado un aparato o dispositivo de medida, prototipo experimental, desarrollado para su implementación en la raza de Lidia por BARTOLOMÉ *et al.* (2010). El dispositivo en cuestión está integrado por:

- un sensor de pulsioximetría flexible, de uso en la especie humana, marca NONIN® y modelo 8000JFW
- un receptor GPS que toma datos de la ubicación y posición geográfica exacta del animal

- un emisor de datos GPRS, que envía -vía satélite- los datos recogidos a un PC predeterminado
- una batería recargable.

Para este estudio se han monitorizado 12 machos adultos de la raza de Lidia, en perfectas condiciones de salud. La colocación de los dispositivos se realizó siempre con especial premura, utilizando el menor tiempo posible, con el animal inmovilizado en el muelco de contención y sin emplear ningún producto anestésico.

En primer lugar, se fijaba el sensor electrónico en las arterias auriculares de la base de la oreja, previo rasurado del pelo y, posteriormente, se fijaba el aparato de registro con cinta adhesiva a una cabezada previamente colocada al animal. Inmediatamente después, el dispositivo comenzó a enviar las oportunas determinaciones con una cadencia programada de 5 segundos.

Después de la colocación los animales se liberaron del muelco de contención y se mantuvieron en reposo en un corral, durante un tiempo variable entre 60 y 120 minutos, hasta que se inició la lidia programada para cada uno. Los aparatos se retiraron tras el sacrificio del animal en la plaza o, en aquellos casos en los que el individuo no fue sacrificado al finalizar la lidia, en el muelco de contención o tras el sacrificio del animal en el matadero.

Se han llevado a cabo dos pruebas diferentes, así, por un lado se ha monitorizado la recogida de datos de FC y SO_2 de 9 animales durante su inmovilización en el muelco, en reposo, tras salir del muelco, y durante su lidia a puerta cerrada (sin colocación de banderillas). Por otro, se realizó la monitorización de los mismos parámetros en otros 3 machos durante su transporte al matadero. La duración aproximada de dicho transporte fue de una hora.

2.1.4.- RESULTADOS y DISCUSIÓN

Diferentes autores sitúan, en condiciones de normalidad, la FC basal para bovinos en un rango comprendido entre las 60 y las 70 puls/min (CUNNINGHAM, 2003; ENGELHARDT y BREVES, 2004) valor muy próximo a la FC mínima (64 pulsaciones por minuto) registrada durante el desarrollo de este trabajo. Sin embargo, no debemos olvidar que, en nuestro caso, este valor

mínimo de FC min fue registrado en una situación poco habitual para el animal (encerrado en un corral) por lo que dicho parámetro no debe tomarse como definitivo y representativo de una situación de reposo y tranquilidad, sino que los valores basales podrían ser, en el ganado de Lidia, incluso más bajos que en otras razas bovinas.

Tabla 1. Frecuencia cardíaca del toro de Lidia durante diferentes prácticas de manejo.

Momento del registro	FC med.	FC mín.	FC máx.
Mueco de contención (n=9)	166±23	111	196
Reposo tras salir del mueco (n=9)	90±13	64	155
Durante la lidia (sin banderillas) (n=9)	133±11	108	173
Registro durante el transporte (n=3)	100 ±23	75	117

En situaciones de miedo intenso los valores de la presión arterial pueden duplicarse en pocos segundos. Esto se debe a la reacción de alarma que, tras la oportuna liberación de catecolaminas, promueve un aporte brusco de sangre oxigenada a todos los músculos del cuerpo que pudieran ser necesarios para hacer frente a un potencial peligro (GUYTON y HALL, 2001). Con unos minutos de retraso se liberarán también dosis significativas de corticoides.

En este trabajo la FC media más elevada se registra cuando el animal se encuentra recluido en el mueco de contención, alcanzando un valor medio de 166 puls/min, que casi triplica la frecuencia basal aceptada para el ganado vacuno (CUNNINGHAM, 2003; ENGELHARDT y BREVES, 2004), siendo el registro máximo alcanzado de 196 puls/min. En dicha situación, el animal se encuentra inmóvil y sus necesidades energéticas quedarían cubiertas con registros mucho más bajos, por tanto, valores tan elevados, no se deberían al esfuerzo físico en sí, sino al componente fundamental de estrés psicológico, o esfuerzo de adaptación de Hans Selye. Ello conlleva enfrentarse a una

situación de inseguridad que acarrea, indefectiblemente, la liberación de hormonas, entre las que se encuentra la adrenalina, responsable de que la FC se dispare súbitamente, consiguiendo que el corazón se anticipe para ofrecer el mayor aporte de oxígeno a tejidos y músculos, por si fuera necesario. Estos resultados corroboran los obtenidos por otros autores como SÁNCHEZ *et al.* en 1996 y ALONSO *et al.* en 2013.

Para GRANDIN (1997) la restricción de movimientos en una manga de contención no causa dolor, por lo general, pero el miedo puede ocasionar un gran estrés psicológico al ganado que ha sido criado en libertad bajo métodos extensivos, en concordancia con lo enunciado por LAY *et al.* (1992) quienes indican que, para el ganado poco manipulado, la sujeción en la manga de contención era casi tan estresante como la marca con un hierro al rojo, en cambio, para terneros criados artificialmente, el marcado a fuego era mucho más estresante que la inmovilización. Las respuestas de miedo en cada situación particular son difíciles de predecir, porque dependen de la forma en que cada animal percibe la experiencia de manejo. Las reacciones de cada individuo están regidas por una interacción compleja entre su constitución genética y sus experiencias previas (GRANDIN, 1997).

Durante el periodo de reposo que antecede a la lidia, como era de esperar, la FC registrada presenta valores inferiores a los obtenidos durante la inmovilización y la propia lidia, si bien siguen siendo superiores a la FC basal definida para el ganado vacuno por diferentes autores (CUNNINGHAM, 2003; ENGELHARDT y BREVES, 2004).

Durante la lidia a puerta cerrada la FC promedio fue de 133 puls/min lo que supone el doble del la FC definida como normal por diferentes autores (CUNNINGHAM, 2003; ENGELHARDT y BREVES, 2004). Se ha demostrado que la frecuencia cardiaca constituye un evaluador fiable para estimar el nivel de esfuerzo que realiza un caballo en competición (ENGELHARDT 1977, EVANS 1985), así como las necesidades de energía y el consumo de oxígeno requerido por los tejidos sometidos a dicho esfuerzo (ENGELHARDT, 1977; FREGIN, 1983; MARTÍNEZ *et al.*, 1987). Por ello, como aproximación inicial, y extrapolando al ganado vacuno lo indicado por estos autores, podríamos

afirmar que la lidia supone un esfuerzo físico importante para el animal ya que la FC se duplica, respecto a los valores obtenidos en “reposo”.

Aunque los bóvidos en general no se consideran una especie atlética, el toro bravo se somete en la plaza a un ejercicio intenso, de una duración aproximada de 20 minutos, manteniendo un esfuerzo físico y metabólico de gran intensidad al que no está acostumbrado (CASTRO *et al.*, 1994). Estas circunstancias hacen que, con demasiada frecuencia, el toro evidencie durante la lidia una falta de fondo físico, el llamado por algunos autores “síndrome de intolerancia al ejercicio” (AGÜERA *et al.*, 2001), también denominado en situaciones particulares y/o extremas “síndrome de caída” (ALONSO *et al.*, 1995; BARTOLOMÉ, 2009).

El trabajo muscular realizado por el toro durante su lidia es intenso pero varía entre las diferentes partes (LIGNEREUX, 1995). Al inicio de la lidia los animales desarrollan una mayor velocidad que en las fases sucesivas, permaneciendo en movimiento, como media, el 41% del tiempo total de dicho tercio, lo cual confiere al esfuerzo un carácter intermedio entre el modelo continuo y el patrón de ejercicio intermitente (PANIAGUA, 1997). En cambio, en el tercer tercio el toro adopta un modelo de ejercicio muy intermitente, durante el cual se alternan rápidos muletazos, aislados o en serie. En esta fase el animal realiza embestidas de trayectoria circular con la cabeza baja. La velocidad que alcanza el animal oscila entre los 6-8 km/h, al paso, y los 60 km/h, al galope, con una media de 20-40 km/h (GARCIA SCHNEIDER, 2008).

Estudios realizados en caballos de competición, donde los animales desarrollan velocidades de 40 km/h, similares a las indicadas por GARCÍA SCHNEIDER (2008) para el toro durante el transcurso de la lidia, indican que existe un alto grado de correlación entre la FC y la velocidad desarrollada (ENGELHARDT, 1977; FREGIN, 1983; MARTÍNEZ *et al.*, 1987). Así pues, si el toro de Lidia sigue este patrón, cabría esperar una FC más elevada en aquellos animales que durante su lidia alcanzasen mayor velocidad en sus movimientos y embestidas.

Aunque con algunas diferencias, según el tipo de ejercicio efectuado, en concordancia con lo indicado por (GUYTON y HALL, 2001), durante el

transcurso de la lidia, las modificaciones de la FC siguen un patrón característico que puede apreciarse en la Figura 1:

- Etapa de adaptación, con un aumento gradual y sostenido y de duración variable, según la intensidad del ejercicio y el nivel de entrenamiento.
- Etapa de estabilización, durante la que la frecuencia cardiaca permanece constante si no se modifica la potencia del esfuerzo, siempre que se trate de un ejercicio de corta duración. La FC alcanzada durante esta etapa dependerá de la potencia del ejercicio, de su duración, de la aptitud física y el nivel de entrenamiento.
- Etapa de recuperación, en la que al acabar el ejercicio la FC disminuye progresivamente hasta llegar a los valores de reposo.

El aumento de la FC es una respuesta normal al ejercicio a través de la cual el organismo pretende atender el incremento de las necesidades de oxígeno y nutrientes exigidas por el tejido muscular activo (ENGELHARDT, 1977; EVANS, 1985; FREVERT y GENETZKY, 1985; BARBANI, 2002). Como puede apreciarse, tanto en la Tabla 1 como en la Figura 1, la inmovilización en el cajón de contención representa un aumento de la FC muy superior a la registrada durante la lidia, a pesar de que la lidia es considerada por ILLERA (2007) una situación estresante para el animal que sale a un ruedo en el que se encuentra aislado y encerrado, sin salida, en presencia del hombre y obligado a realizar ejercicio físico, a lo que hay que añadir el estrés crónico que el animal acumula de los días previos al espectáculo. A pesar de que la suma de todos estos factores inducen un aumento de la FC, y que, durante la lidia el animal esta desarrollando un importante esfuerzo físico, el aumento de la FC es inferior al alcanzado durante la inmovilización del animal inducida únicamente por el estrés de dicha manipulación.

Durante el transporte de las reses de Lidia confluyen varias circunstancias que podrían incidir en la neurofisiología del esfuerzo de adaptación de los animales. Así, el toro se ve apartado de su ambiente cotidiano, aislado de la manada, sometido a estímulos externos que le obligan a subir al camión, etc. SANCHEZ *et al.* (1996) realizaron un estudio durante el

transporte de vacas de lidia, observando un aumento importante de los niveles de cortisol en sangre periférica, lo cual sería indicativo de estrés para el animal. La FC media durante el transporte (Tabla 1) revela la existencia de niveles superiores a los valores basales definidos por CUNNINGHAM (2003) y ENGELHARDT y BREVES (2004) para la especie. La FC media durante el transporte es muy similar a la registrada durante la estancia de los animales en los corrales anexos a la plaza, si bien, sus niveles son considerablemente inferiores a los registrados durante el desarrollo de la lidia, aunque los datos no pueden tomarse como definitivos, sólo indicativos u orientativos, ya que el tamaño de la muestra, por razones diversas, es ciertamente escaso.

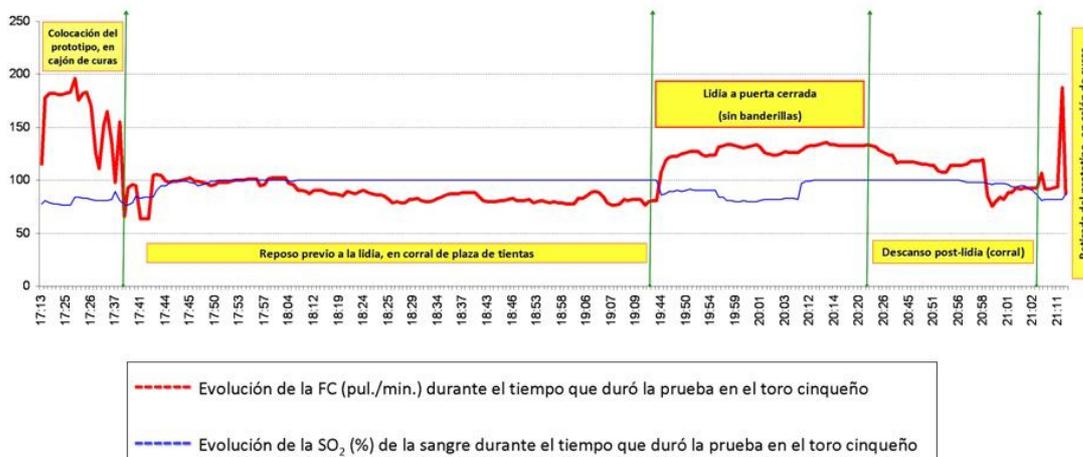


Figura 1. Evolución de la FC (puls/min) y la SO₂ (%) en un macho de la raza de Lidia durante la lidia en diferentes eventos de manejo.

TRUNKFIELD y BROOM, (1990) y KNOWLES (1995) indican que la carga y descarga de corderos o terneros es la parte más estresante de las diversas manipulaciones obligadas durante el proceso de transporte, sin embargo, para KENNEY y TARRANT (1987) el viaje en sí es más estresante que la carga y descarga. GRANDIN (1997) indica que los animales que se han criado en condiciones extensivas, poco manipulados, pueden tener más estrés psicológico, por miedo, que los producidos en sistemas más intensivos cuando se cargan o descargan para su transporte.

En lo que se refiere a la SO_2 , para GOKCE *et al.* (2004), el nivel basal para el bovino se sitúa en torno al 62,32%, sin embargo ESCALERA *et al.* (2013), en toros de lidia, registra unos valores medios muy inferiores (17,50%), si bien, la variabilidad o el rango de valores descrito en su trabajo para este parámetro es muy amplio: mínimo (2%) y máximo (84%).

En nuestro caso, los registros medios obtenidos para la SO_2 se encuentran por encima de los considerados como basales por GOKCE *et al.* (2004) para ganado vacuno, en general, y muy por encima de los obtenidos por ESCALERA *et al.* (2013) en animales de la misma raza después de la lidia.

Estas diferencias en los resultados podrían deberse a que en nuestro caso los registros se obtuvieron durante la lidia, con el animal manteniendo sus funciones vitales (respiratoria y circulatoria), mientras que en los protocolos de ESCALERA *et al.* (2013) se realizaron tales mediciones *post mórtem*, esto es después de la lidia, una vez estoqueado y apuntillado el animal, cuando sus funciones vitales ya están anuladas o sensiblemente disminuidas, ya que han cesado la actividad cardiaca y respiratoria, con lo cual no hay aporte de oxígeno y nutrientes a los músculos, aunque las fibras musculares siguen manteniendo su actividad celular y, por tanto, su consumo de oxígeno. El apuntillamiento secciona el tronco encefálico del individuo produciéndose una descerebración que genera un estado de choque espinal, caracterizado por un estado de rigidez muscular bajo el cual el animal no responde a ningún estímulo (MARTÍNEZ, 2003), hecho que no implica necesariamente la muerte celular.

La disparidad de resultados respecto a los descritos por GOKCE *et al.* (2004) podría deberse, entre otras causas, a que las razas utilizadas en estos estudios fueron diferentes.

Los niveles de SO_2 más bajos se obtienen durante la inmovilización de los animales en el muelco (Tabla 2), siendo los mínimos inferiores a los indicados como basales por GOKCE *et al.* (2004) pero superiores a los descritos por ESCALERA *et al.* (2013). Esto puede ser debido a que el animal se encuentra sujeto de manera imperiosa por el cuello, a la vez que sus movimientos de cabeza son restringidos por un elemento de fijación adicional que oprime la parte superior de los ollares, dificultando la entrada y salida de aire (Figura 2). En cambio, durante la lidia o en el periodo de reposo en los corrales, la SO_2 se sitúa por encima de los valores indicados por ambos autores.



Figura 2. Inmovilización del animal

El descenso de la SO_2 durante la lidia podría ser debido al ejercicio efectuado por el animal que induce una hipoxemia del 4% en la saturación de oxígeno (MUCCI, 2004). Además de lo anterior, durante la lidia se produce hemoconcentración y deshidratación por pérdida de fluidos, así como una reducción del pH sanguíneo (ALONSO *et al.*, 1997; BARTOLOMÉ *et al.*, 2005; GARCÍA *et al.*, 2005; ESCALERA *et al.*, 2013), circunstancias todas ellas que contribuyen a disminuir la SO_2 .

En la Figura 1 se observa que, desde la salida del animal al albero, la SO_2 está disminuida, presumiblemente porque el esfuerzo, en los primeros tercios, es muy intenso, intermitente y durante cortos periodos de tiempo,

estado que estimula el metabolismo anaerobio (glicólisis), mientras que, en el último tercio, el esfuerzo físico se torna más sostenido y menos intenso, utilizando con preferencia unas vías del metabolismo aerobio (GARCÍA SCHNEIDER, 2008), lo que hace disminuir la SO_2 como consecuencia del aumento en el consumo. Sin embargo, dada la notable intensidad del ejercicio desarrollado, su duración y características se puede considerar como un ejercicio aeróbico, en su conjunto, en el que se combinan fases de ejercicio seguidos por tiempos de descanso de duración variable (AGÜERA *et al.*, 1998).

Tabla 2. Saturación de O_2 en sangre en el toro de Lidia, durante diferentes prácticas de manejo.

Momento del registro	SO_2 med.	SO_2 mín.	SO_2 máx.
Mueco de contención (n=9)	78±10	39	93
Reposo (tras salir del mueco, en el corral con bueyes) (n=9)	94±10	57	100
Durante la lidia (sin banderillas) (n=9)	83±7	68	97
Registro durante el transporte (n=3)	86±6	81	88

En la especie humana es bien conocido que la falta de actividad física da lugar, no sólo a una menor capacidad y rapidez de respuesta del sistema de transporte de oxígeno ante el ejercicio físico sino también, a una disminución de la capacidad oxidativa mitocondrial. Por el contrario, el entrenamiento físico controlado mejora tanto el transporte de oxígeno como el potencial oxidativo celular y, por tanto, la tolerancia al ejercicio físico. La limitación de la tolerancia del ejercicio se produce cuando el sujeto es incapaz de sostener, durante el tiempo necesario, la carga de trabajo mecánico requerido para desarrollar una determinada tarea. La causa más común es que la capacidad de transporte y utilización de oxígeno no cubra el incremento de demanda energética impuesta por el ejercicio físico. Las consecuencias inmediatas se traducen en la percepción de una sensación de fatiga muscular e incluso dolor muscular y/o disnea (ROCA, 2001).

Los valores de la SO_2 durante el transporte se sitúan por encima de los considerados como basales por GOKCE *et al.* (2004) y de los registrados por ESCALERA *et al.* (2013).

Diferentes autores indican que esta raza dispone de una capacidad de respuesta ante el estrés que difiere mucho del resto (ILLERA y SILVÁN, 2007; GIL CABRERA, 2012) y el comportamiento de ataque, acometividad y resistencia física en dicha raza es único, dentro del ganado bovino. Parece lógico pensar que tal respuesta diferencial tenga una base fisiológica (SALAMANCA, 2013).

Para finalizar se han estudiado las posibles correlaciones entre la FC y la SO_2 , así pues cuando se analizan en conjunto todos los datos registrados, el coeficiente de determinación (R^2) es bajo (0,174), aunque la relación es estadísticamente significativa ($P < 0,001$), es decir a mayor SO_2 , menor FC en concordancia con lo indicado por DEL CAMPO (2010) y SIMI (2006) en estudios realizados en humanos.

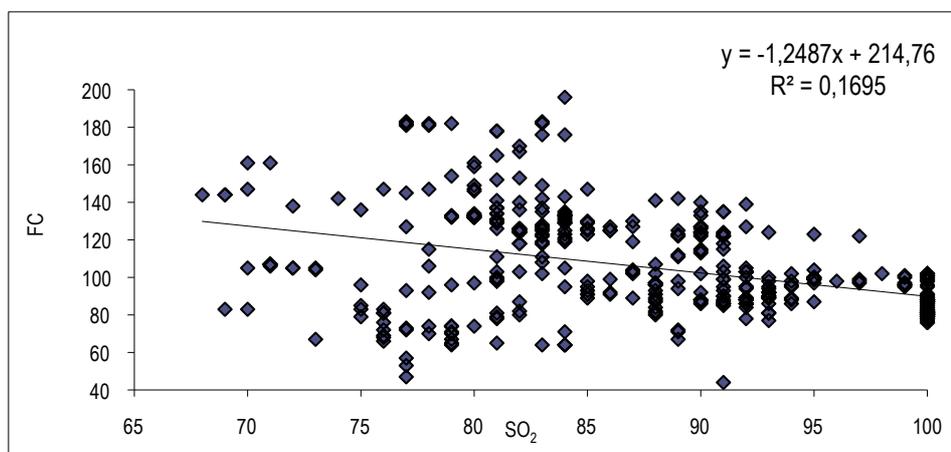


Figura 3. Relación entre la FC y la SO_2 del conjunto de valores registrados.

Tras analizar el comportamiento de estas variables durante las diferentes fases del estudio se aprecia cómo, durante el reposo en los corrales y durante la lidia, se mantiene también una relación lineal significativa de signo negativo ($P < 0,0001$) entre la SO_2 y la FC, si bien, en este caso el coeficiente de determinación es muy pequeño.

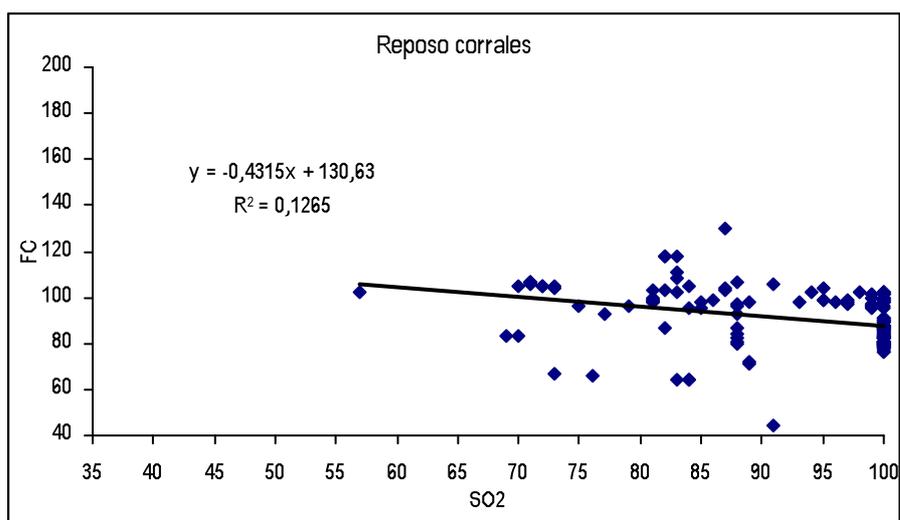


Figura 4. Relación entre la FC y la SO_2 durante el reposo en los corrales.

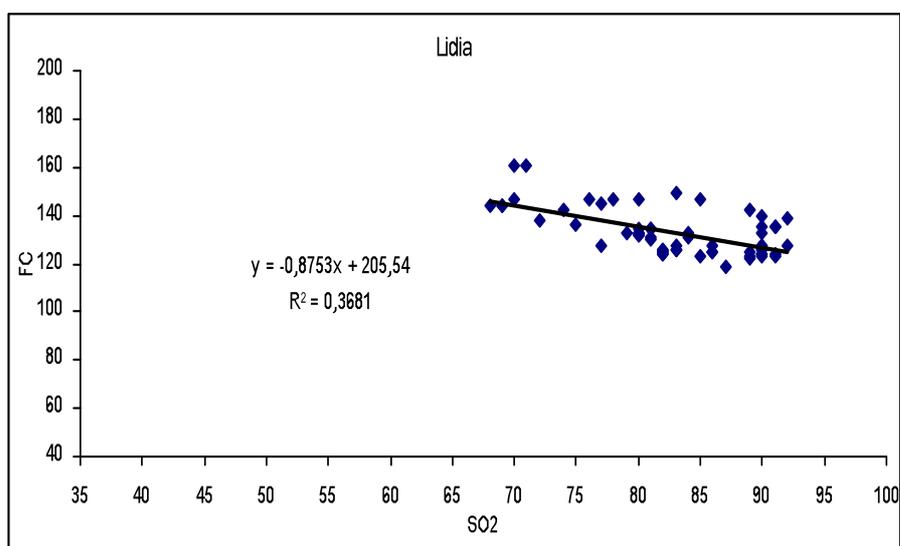


Figura 5. Relación entre la FC y la SO_2 durante la lidia

En cambio, durante la inmovilización en el muevo de contención y durante el transporte no se observa ninguna relación lineal entre ambas variables. Esta ausencia de correlación pudiera ser consecuencia de los factores externos que actúan sobre el animal en ambas situaciones, ya que el sistema de contención empleado en el muevo, como se ha indicado con anterioridad, presiona sobre los ollares, dificultando tanto la inspiración como la expiración. Por otro lado durante el transporte los toros se encontraban en un espacio desconocido y compartido con otros animales, de dimensiones reducidas y escasa ventilación.

Como se aprecia tanto en la Tabla 3 como en la Figura 6 (, si se calculan los valores medios para cada uno de los momentos analizados puede observarse que hay mayores FC cuando menor es la SO_2 , corroborando lo indicado en las Figuras 3 ,4 y 5.

Tabla 3. Valores medios (error estándar) para la Fc y la SO_2 durante diferentes prácticas de manejo.

	SO_2	FC
Lidia	83 (0,9)	133 (1,2)
Inmovilizado	78 (2,0)	166 (4,6)
reposo corrales	94 (0,7)	90 (0,9)
Transporte	86 (0,5)	100 (1,8)

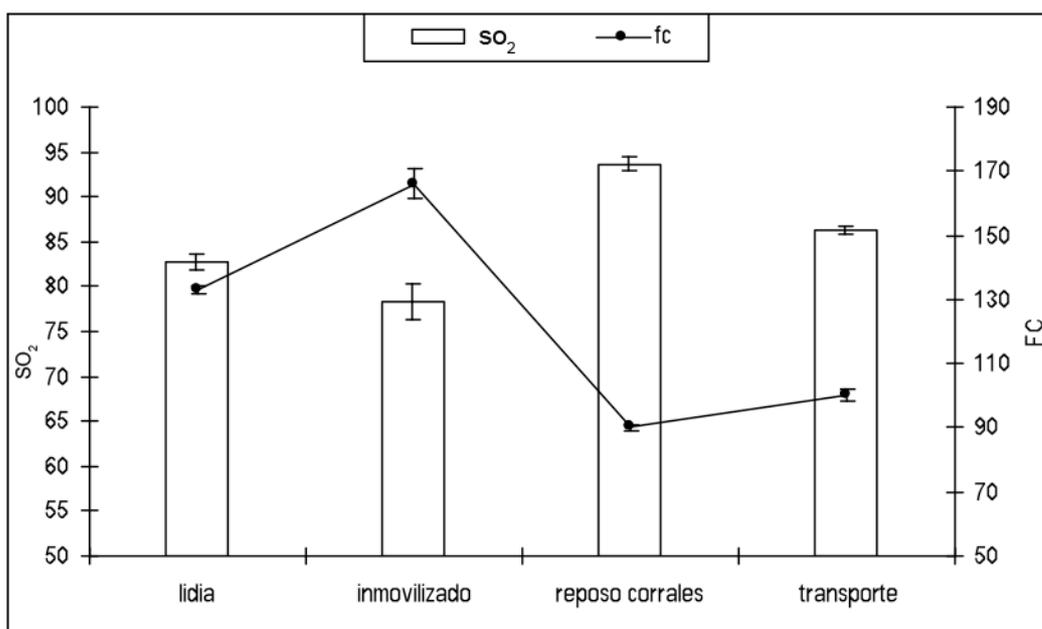


Figura 6. Valores medios de FC y SO_2 durante diferentes prácticas de manejo.

2.1.5.- CONCLUSIONES

En el caso de los animales pertenecientes a la raza de Lidia hay dos situaciones en las que se produce un aumento de la frecuencia cardiaca: cuando el animal se encuentra en el muevo de contención y durante la lidia.

En el primer caso la frecuencia cardiaca alcanza unos valores que triplican los de la frecuencia basal definida para el ganado vacuno. En esta situación valores tan elevados no se deberían al ejercicio físico en sí, sino al componente psicológico del estrés infringido, Síndrome General de Adaptación de Hans Selye.

La lidia supone un trabajo físico importante para el animal ya que los valores medios de la frecuencia cardiaca del animal se duplican, respecto a los obtenidos en "reposo". Este aumento puede ser por un lado la consecuencia de una respuesta al ejercicio físico a través de la cual se pretende atender el incremento de las necesidades de oxígeno y nutrientes requeridos por el esfuerzo del tejido muscular y por otro la respuesta psicológica derivada de la necesidad de adaptación a una situación nueva para el animal, la lidia. A la vista de los resultados del presente trabajo podemos afirmar que la inmovilización de un toro de Lidia en el cajón de contención es más punitiva y estresante para el animal que la propia lidia.

Los valores medios de saturación de oxígeno se encuentran por encima de los considerados como basales para la especie por otros autores. Los niveles más bajos se obtienen durante la inmovilización en el muevo de contención.

La frecuencia cardiaca y la saturación de oxígeno presentan una correlación negativa, si bien esta correlación desaparece ante la presencia de factores externos que dificultan la respiración.

2.1.6.- AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido cofinanciado con fondos FEDER a través del INIA por el proyecto TRT2006-00026-00-00, "Aplicación de nuevas tecnologías de gps-gprs para el estudio del comportamiento y mejora de la producción del ganado vacuno extensivo", el proyecto "Implementación de nuevas tecnologías

para la mejora de la producción del ganado de Lidia” financiado a través del MEC con recursos procedentes del Fondo Social Europeo, y el Convenio de colaboración CO09-073 entre el INIA y el Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León’ (Consejería de Agricultura y Ganadería, Junta de Castilla y León).

Agradecemos a las ganaderías, “Puerto de San Lorenzo”, “Charro de LLen”, “Pedraza de Yeltes”, “Montalvo”, y “Juan Luis Fraile” la cesión de sus animales e instalaciones.

2.1.7.- BIBLIOGRAFÍA

AGÜERA, E. I.; RUBIO, M. A.; VIVO, R.; ESCRIBANO, B. M.; MUÑOZ, A.; VILLAFUERTE, J. L.; CASTEJÓN, F.; 1998. Adaptaciones fisiológicas a la lidia en el Toro Bravo. Parámetros plasmáticos y musculares. *Veterinaria México*, 29 (4). Pp 399-403

AGÜERA, E. I.; MUÑOZ, A.; CASTEJÓN, F. M.; ESSÉN-GUSTAVSSON, B. 2001. Skeletal muscle fibre characteristics in young and old bulls and metabolic response after a bullfight. *Journal of Veterinary Medicine*, 48. Pp 313-319.

AGÜERA, E. I.; ESCRIBANO, B. M.; RUBIO, M. D.; DE MIGUEL, R.; REQUENA, F.; TOVAR, P. 2005. Valoración de biomarcadores oxidantes y antioxidantes en toro bravo sometido a un programa de entrenamiento. *Libro de resúmenes del VII Symposium del Toro de Lidia, Zafra.Pp*

ALONSO, M. E. 1994. *Estudio de la manifestación del síndrome de caída en la raza de lidia y su relación con determinados parámetros etológicos y sanguíneos*. Tesis doctoral. Universidad de León.

ALONSO, M. E.; SÁNCHEZ, J. M.; RIOL, J. A.; GUTIÉRREZ, P.; GAUDIOSO, V. R. 1995. Estudio de la manifestación del síndrome de caída en el Toro de Lidia. Manifestación e incidencia. *ITEA, Vol. 91 (2)*. Pp 81-92.

ALONSO, M.E.; SÁNCHEZ, J.M.; ROBLES, R.; ZARZA, A.M.; GAUDIOSO, V.R.

(1997). Relation entre la fréquence de la chute et différents paramètres hematologiques chez le toreau de combat. *Revue de Medecine Vétérinaire*.

148,12: 999-1004.

ALONSO, M.E., LOMILLOS, J.M., GONZÁLEZ MONTAÑA, J.R., RENGEL, E., SAN ROMÁN, F., GALLEGO, I., SANS, P., GONZALO ORDEN, J.M. 2013. *Estudio sobre los efectos del enfundado en los cuernos del toro de Lidia*. Proyecto de investigación financiado por la Asociación de Veterinarios Especialistas Taurinos (AVET).

BARBANI, J. R. 2002. Sistema cardiovascular y ejercicio. En: *Fisiología del ejercicio físico y del entrenamiento*. Ed. Paidotibo. Barcelona. Pp 75-93.

BARTOLOMÉ, D. J; ALONSO, M. E; FERRERO, R.; GARCÍA, J. J; GAUDIOSO, V. R. 2005. Correlación entre pH sanguíneo de reses de lidia y diversos parámetros hemáticos. *V Congreso Mundial Taurino de Veterinaria*. Pp 117-122.

BARTOLOMÉ, D. J; ALONSO, M. E; GARCÍA, J. J; POSADO, R.; PICARD, B.; GAUDIOSO, V. R. 2007. Influencia de la edad, ganadería y encaste de procedencia sobre el tipo de fibra presente en el músculo Triceps braquial del toro de Lidia. *Libro de resúmenes del VIII Symposium del Toro de Lidia, Zafra*. Pp 87-98.

BARTOLOMÉ, D.J. 2009, Tesis doctoral: *Influencia de la acidosis ruminal en el síndrome de caída y la respuesta etológica del toro de Lidia en la plaza*. Universidad de León. León.

BARTOLOMÉ, D. J.; ALONSO, M. E.; POSADO, R.; OLMEDO, S.; LOMILLOS, J.M.; GARCÍA, J. J.; GAUDIOSO, V. 2010. Soluciones tecnológicas innovadoras para el control de la frecuencia cardiaca en el ganado vacuno extensivo. *II Congreso Nacional de Zootécnia. Lugo*. Pp 131-133.

CASTRO, M. J. 1992. Tesis Doctoral: *Estudio de la capacidad de adaptación de la raza de lidia a diferentes practicas de manejo*. Universidad de León. León .

CASTRO, M. J.; SÁNCHEZ, J. M; RIOL, J. A.; ALONSO, M. E.; GAUDIOSO, V. R. 1994. Evaluación de la reacción de estrés en animales de raza de

- lidia ante diferentes prácticas habituales de manejo. *ITEA Vol. 90 (2)*, Pp 104-111.
- CUNNINGHAM, J.G. 2003. *Fisiología Veterinaria*. Textbook of veterinary physiology. Saunders Company, an Elsevier Imprint. Madrid. Pp 155-168.
- DANTZER, R.; MORMÈDE, P. 1983. Stress in farm animals: a need for reevaluation. *Journal Animal Science*, 57.: Pp 6-18.
- ENGELHARDT, W.V. 1977. Cardiovascular effects of exercise and training in horses. *Advances in Veterinary Science & Comparative Medicine*, 21. Pp 173–205.
- ENGELHARDT, W. V.; BREVES, G. 2004. Fisiología del esfuerzo con especial consideración en el caballo de deporte. En: *Fisiología veterinaria*. Editorial Acribia, Zaragoza. Pp 511-518.
- ESCALERA, F. 2011. Tesis Doctoral: *Indicadores sanguíneos y su relación con el Síndrome de Caída del Toro Bravo durante la lidia*. Universidad de León. León.
- EVANS, D. L. 1985. Cardiovascular adaptation to exercise and training. *The Vet Clin of North America. Equine Practice 1*: Pp 513–531.
- FÉLIX DEL CAMPO, F.; HORNERO, R.; ZAMARRÓN, C.; ÁLVAREZ, D.; MARCOS, J. 2010. Variabilidad de la señal de frecuencia de pulso obtenida mediante pulsioximetría nocturna en pacientes con síndrome de apnea hipopnea del sueño. *Archivos Bronconeumología*, 46. Pp 116-121
- FLENLEY, D. C. 1980. Arterial blood gas and tensions and PH. *Brittis Journal of clinical Pharmacology*. 9.(2). Pp 129-135.
- FREGIN, G. F. 1983. Cardiovascular response to exercise in the horse. A review. En: *Equine exercise phisiology*, Snow, D.H.; Persson, S.G. (Edit.) Cambridge, Granta Edition. Pp 76–90.
- FREVERT, C.; GENETZKY, R. 1985. Training, performance and the equine cardiovascular system. *Modero Veterinary Practice 66*. Pp 171–174.

- GARCÍA, J. J.; ALONSO, M. E.; BARTOLOMÉ, D. J.; GAUDIOSO, V. R. 2005. Primeros datos sobre la medida del pH sanguíneo y ruminal de reses de lidia. *V Congreso mundial de veterinaria taurina. Valladolid*. Pp 123-127.
- GARCÍA, F.; MARIN, L.; MAYUGO, S.; SCRRA, M.; FRISAS, E. 1996 La pulsioximetría en el perro. Estudio clínico. *Clínica Veterinaria de Pequeños Animales. (Avepa) Vol. 16*. Pp 4,
- GARCÍA SCHEIDER, J.M.N. (2008). These: *Développement et validation d'une nouvelle méthode quantitative et objective d'évaluation du comportement et des dépenses énergétiques du taureau Brave au cours de la corrida: Applications à l'étude de La faiblesse dès taureaux lors de La corrida*. Université Paul-Sabatier de Toulouse. Toulouse.
- GIL CABRERA, F. 2012. Tesis doctoral: *Variables neuroendocrinas y su relación con el comportamiento durante la lidia en el toro bravo*. UCM. Madrid.
- GOCKE, G; CITIL, M; GUNES, V; ATALAN, G. 2004. Effect of the time delay and storage temperature on blood gas and acid-base values of bovine venous blood. *Research in Veterinary Science, 76*. Pp 121-127.
- GRANDIN, T. 1993. *Handling facilities and restraint of range cattle* En: *Livestock Handling and Transport*. CAB International, Wallingford, Oxon, U.K., 43.
- GRANDIN, T. 1997. Evaluación del Estrés Durante el Manejo y Transporte en Bovinos. *Journal of Animal Science, 75*. Pp 249-257
- GRANDIN, T. 1998. Objective scoring of animal holding and stunning practices at slaughter plants. *Journal of the American Veterinary Medical Association, 212*. Pp 36 - 39.
- GUYTON, A. C Y HALL, J. E. 2001. Regulación nerviosa de la circulación y control rápido de la presión arterial. En: *Tratado de Fisiología médica*. Mc Grae-Hill Interamericana. Mexico. Pp 223-234.
- HARGREAVES, A. L.; HUTSON, G. D. 1990. The stress response in sheep during routine handling procedures. *Applied Animal Behaviour Science, 26*. Pp 83-90

- ILLERA, J. C.; SILVÁN G.; GIL-CABRERA F.; ILLERA, M. J.; 2007. Neurofisiología del estrés y síndrome de adaptación en el bovino de lidia. *VII Simposio Toro de Lidia. Zafra. España*. Pp. 65-78.
- KENNY, J. F.; TARRANT, P.V. 1987. The reaction of young bulls to short-haul road transport. *Applied animal behaviour science*, 17. Pp 209-227
- KNOWLES, T. G. 1995. The effects of transport in slaughter weight lambs Br. Soc. Anim. Sci., Winter Meeting (Summary), Paper 43
- LAY, D. C.; FRIEND, T. H.; BOWERS, C. L.; GRISSOM, K. K.; JENKINS, O. C. 1992. A comparative physiological and behavioral study of freeze and hot-iron branding using dairy cows *Journal Animal Science*, 70. Pp 1121
- LIGNEREUX Y. 1995. *Typlogie musculaire du taureau Biomécanique de la tauromachie 1992-1995*. F. Diméglio (Ed.), Pp 127-146.
- MARTÍNEZ, R.; GONZÁLEZ, E.; CAMPOS, B. 1987. Lactacidemia post trabajo supramaximal en equinos fina sangre de carreras de alto rendimiento. *Archivos de Medicina Veterinaria 1*. Pp 57-62.
- MARTÍNEZ, P. 2003. Lesiones producidas por la puntilla y el descabello. En *Lesiones anatómicas producidas en el toro por los trebejos empleados en la lidia*. Hispano Mex publicaciones. México. Pp 173-184
- MOBERG, G. P.; WOOD, V. A. 1982. Effect of differential rearing on the behavioral and adrenocortical response of lambs to a novel environment. *Applied Animal Ethology*,. 8. Pp 269
- MUCCI, P.; BLONDEL, N.; FABRE, C.; NOURRY, C.; BERTHOIN, S. 2004 Evidence of exercise-induced O₂ arterial desaturation in non-elite sportsmen and sportswomen following high-intensity interval-training. *Journal of Sport Medicine*. Jan;25(1). Pp 6-13.
- PANIAGUA ARELLANO, F.J. 1997. Tiempos de lidia y de ejercicio del toro. *II Congreso Mundial Taurino de Veterinaria*. Córdoba. Pp 143-145.
- ROCA, J.; BURGOS, F.; CASAN, P.; ORTEGA, F.; PUENTE-MAESTU, L.; TOGORES, B. 2001. Pruebas de ejercicio cardiopulmonar. *Archivos de Bronconeumología; Vol. 37 Núm.07*. Pp 247-68

- SALAMANCA, F. 2013. Tesis doctoral: *Influencia del encierro en la respuesta fisiológica del toro (Bos taurus, l.) durante la lidia*. Universidad Complutense de Madrid.
- SÁNCHEZ, J. M.; CASTRO, M. J.; ALONSO, M. E.; GAUDIOSO, V. R. 1996. Adaptative metabolic responses in females of the fighting breed submitted to different sequences of stress stimuli. *Physiology & Behaviour*, 60. Pp 1047-1052.
- STEPHENS, D. B.; TONER, J. N. 1975. Husbandry influences on some physiological parameters of emotional responses in calves. Applied *Animal Ethology* . Pp 233-237.
- SUMI, K.; CHIN, K.; TAKAHASHI, K.; NAKAMURA, T.; MATSUMOTO, H.; NIIMI, A, 2006. Effect of nCPAP therapy on heart rate in patients with obstructive sleep apnoea-hypopnoea. *Quarterly Journal of Medicine*,. 99. Pp 545-53.
- TRUNKFIELD, H.R.; BROOM, D. M. 1990. The welfare of calves during handling and transport. *Applied Animal Behaviour Science*, 28. Pp 135-152.



PROTOCOLO 2.2. Monitorización del ambiente ruminal durante la fase de remate del toro de Lidia.

MONITORIZACIÓN DEL AMBIENTE RUMINAL DURANTE LA FASE DE REMATE DEL TORO DE LIDIA

2.2.1.- RESUMEN

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

Los resultados apuntan a que, mediante un manejo adecuado de las raciones y del sistema de alimentación, puede llevarse a cabo una suplementación con alimentos concentrados para toros de lidia en la fase de remate de manera adecuada y respetuosa con su ambiente ruminal.

2.2.2.- INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

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

A lo largo de las últimas décadas los sistemas extensivos tradicionales de producción de ganado bravo han sido sustituidos paulatinamente por otros sistemas semi-intensivos. De manera tradicional, la alimentación se basaba, esencialmente, en el pastoreo que aprovechaba la capacidad de los rumiantes para alimentarse a partir de forrajes fibrosos desde su destete hasta el

momento en que se dirijan a la plaza, sin apenas adición extra de alimento. Sin embargo, la necesidad de lograr un mejor acabado de los toros en un periodo relativamente corto de tiempo, hace que los ganaderos utilicen cantidades muy elevadas de concentrados en la dieta en detrimento de los forrajes. En esta situación, al sistema extensivo tradicional se añade un periodo de engorde final del ganado, que suele comenzar en el verano-otoño del año anterior a su lidia, en cercados de tamaño reducido y con el suministro diario de raciones de alta concentración energética y elevada digestibilidad (BARTOLOMÉ, 2009). En esta evolución se ha pasado, por tanto, de un animal criado en un régimen extensivo puro, cuyas patologías solían estar asociadas a carencias nutricionales, a un sistema de explotación donde los animales alcanzan antes su peso óptimo para la lidia pero que se encuentran, en muchas ocasiones, sobrealimentados (PURROY *et al.*, 2003).

Este cambio en el sistema de alimentación puede llevar a los animales a manifestar determinadas patologías nutricionales ocasionadas por excesos alimenticios, muy conocidas ya en el sector del vacuno lechero, pero poco exploradas en el ganado bravo, e incluso sufrir algunos efectos secundarios en forma de caídas durante la lidia (VAZ, 2002; JIMENO *et al.*, 2003). De todas ellas, la acidosis ruminal (AR) es, sin duda alguna, el problema más frecuente, 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 (COMPAN y ARRIOLA, 1998).

Por otra parte, la temperatura ruminal es otro de los factores que puede condicionar el crecimiento bacteriano en el rumen, sobre todo cuando se producen descensos bruscos de temperatura, asociados a la ingesta de agua o forraje frío (VAN LIER y REGUEIRO, 2008). Los valores fisiológicos de temperatura ruminal oscilan en un rango entre 39–40 °C (CHURCH, 1993) o 38–42 °C (YOKOHAMA y JOHNSON, 1988), dependiendo de los autores. Dicha temperatura es, de media, entre 1 y 2 grados superior a la temperatura corporal del animal, debido a la enorme cantidad de procesos metabólicos que se producen en el rumen.

De un modo general, se acepta la existencia de dos formas de AR: aguda o clínica y subaguda o subclínica (NOCEK, 1997; OWENS *et al.*, 1998;

BARROSO, 2003; STONE, 2003). Sin embargo, en función del valor de pH ruminal, BACH en 2003 describió tres tipos de acidosis: crónica (pH = 6,2-5,6), subaguda o subclínica (pH = 5,2-5,6) y aguda (pH < 5,2).

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

Se hace, pues, necesario profundizar en el estudio de esta patología y conocer cómo los actuales sistemas de alimentación de toros de lidia influyen en la misma, para buscar un sistema que permita conseguir el volumen y el trapío exigidos sin alterar la fisiología ruminal, buscando con ello mejorar el rendimiento de los animales durante la lidia. Por consiguiente, el objetivo del presente protocolo fue el de caracterizar las condiciones ruminales de toros criados con un sistema de alimentación basado en el suministro de una mezcla de concentrado y forraje seca durante la etapa de acabado.

2.2.3.- MATERIAL Y MÉTODOS

2.2.3.1.- Animales y alimentación

Se han utilizado 5 toros cuatrefños de la raza de Lidia. Los animales fueron manejados de acuerdo con los protocolos habituales de la ganadería de origen, situada en el término municipal de Tejeda y Segoyuela (Salamanca), y

fueron alimentados con una mezcla de concentrado y forraje, conocida como *unifeed*, cuyos ingredientes y composición química se detallan en las Tablas 1 y 2, respectivamente. Todos los animales recibieron la misma alimentación, aproximadamente 10 kg/animal y día de la mezcla indicada, suministrada mediante carro mezclador una vez al día, a primera hora de la mañana.

El manejo de los animales se realizó de acuerdo con las condiciones establecidas en el *Real Decreto 53/2013* y la *Directiva 2010/63/UE* sobre protección de los animales utilizados para fines científicos, y el *Reglamento (CE) 1/2005*, relativo a la protección de los animales durante el transporte y las operaciones conexas. Los toros disponían de un espacio cercado de 17 ha, que les permitiría expresar sus patrones de comportamiento en libertad con plena normalidad. Los animales no disponían de pasto de crecimiento natural en el cercado por lo que se asume que el 100% del consumo de alimento proviene de la mezcla suministrada.

Tabla 1. Ingredientes de las raciones utilizadas

Ingredientes (%)	Concentrado	Ración <i>unifeed</i>
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	
Concentrado	--	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.

Tabla 2. Composición química de la ración

Composición química (% sobre materia seca)	Concentrado	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

La composición química del concentrado y de la ración final (Tabla 2) fue analizada en las dependencias de MasterLab España Analytical Services (Tres Cantos, Madrid).

2.2.3.2.- Sondas de pH y temperatura

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

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

La lectura de los datos almacenados en los bolos se realizó mediante un lector móvil SmaXtec® de unas dimensiones de 90 x 144 x 32 mm (L x W x H), que dispone de una antena interna, conexión USB mini Tipo B y batería con autonomía para 4 días en uso continuo. El radio para la recogida de datos es de 5-10 m y la descarga de los datos desde el bolo al lector tarda aproximadamente 30 minutos.

Para poder visualizar los datos, el lector debe estar conectado a través del cable USB a un PC/ordenador portátil. El software SmaXtec® pH permite

examinar los datos de medición y de comunicación con este equipo de lectura móvil.

2.2.3.3.- Análisis de los datos

Los datos de temperatura y pH obtenidos fueron, en primer lugar, promediados para cada día como máximo, mínimo y medio, área bajo la curva y tiempo en el cual el pH estuvo por 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 absoluto de las desviaciones en el pH por el tiempo (minutos) que dichos valores de pH están bajo el nivel para cada medida.

Para la temperatura se procesaron los datos máximo, mínimo y medio, tiempo por debajo de 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 indica para el pH. Los datos de temperatura correspondientes a los momentos de ingestión de agua de cada animal también fueron identificados: la temperatura muestra un descenso inmediato y acusado seguido de un incremento lento hasta alcanzar valores próximos a los de la temperatura previa a la ingestión de agua (DYE y RICHARDS, 2008). Para estos mismos autores el comienzo de un evento de bebida se identificó con el momento en el que la temperatura ruminal sufrió un descenso superior a 0,28°C desde la medida anterior; y el final del periodo de bebida se consideró cuando la temperatura cesó de incrementar sus valores durante un periodo de 10 minutos.

2.2.4.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 3 se muestran los valores descriptivos de pH ruminal. El pH medio se sitúa en torno a 6,20, tasa que puede considerarse fisiológicamente normal (BACH, 2003). Los valores de pH observados estuvieron muy próximos a los indicados por POSADO *et al.*, (2013) y por encima de los señalados por otros autores para animales de similares características pero después de ser lidiados (BARTOLOME, 2009; MOYA *et al.*, 2010).

Las horas a las que se alcanza el pH máximo y el pH mínimo parecen señalar que hay momentos puntuales en los cuales los picos extremos de pH se registran durante la noche. Sin embargo, tanto los cuartiles como la moda y el valor medio son indicativos de que el pH mínimo suele alcanzarse a primera hora de la tarde (entre las 15:00 y las 17:00), es decir, entre 5 y 8 horas

después de haber suministrado la ración. Por su parte, el pH máximo se alcanza a primera hora de la mañana (entre las 8:00 y las 10:00), justo antes del suministro de alimento, coincidiendo con lo publicado por BACH en 2002. Así, la ingestión de alimento suele producirse en torno a los pH máximos (o momentos posteriores), mientras que los valores mínimos de pH son indicativos del momento en el que se produce la máxima actividad fermentativa en el rumen, tras una ingestión considerable de alimento. En concordancia con lo afirmado por CRATER *et al.*, (2007), el pH del rumen baja, de una manera progresiva inmediatamente después del suministro del alimento y retorna a los niveles previos en 24 horas, como puede observarse en las Figuras 1 y 2.

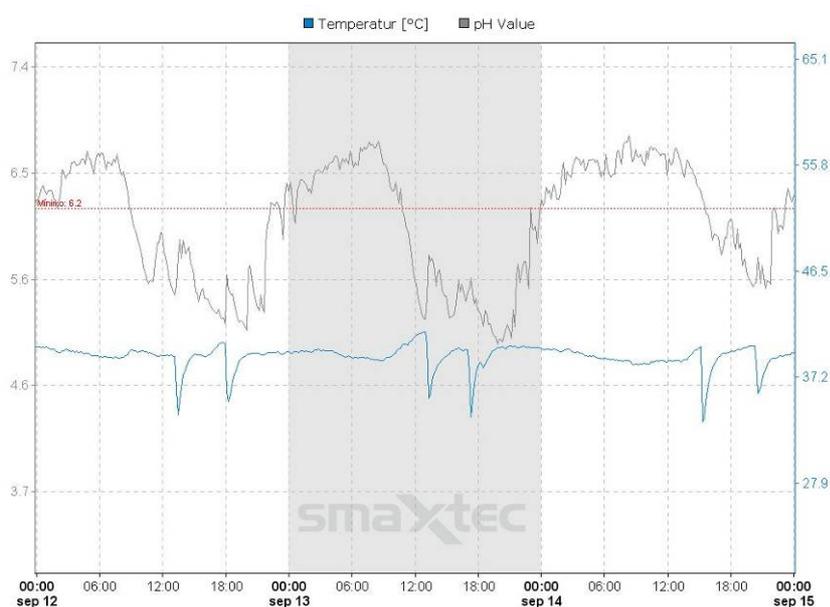


Figura 1. Evaluación de los valores reales (medidos) de pH y temperatura ruminal durante tres días consecutivos

En nuestro caso, el valor de pH medio observado (6,22) es ligeramente superior a los datos encontrados por BARTOLOMÉ (2009) cuyo valor medio (6,08) se encuentra dentro del límite considerado como de acidosis crónica (BACH, 2003), y por debajo del cual la digestibilidad de la parte fibrosa de la ración comienza a estar comprometida (GRANT y MERTENS, 1992). BARTOLOMÉ (2009) encontró, además, evidentes síntomas de acidosis ruminal aguda en toros de lidia al final de su ciclo productivo. Esta discrepancia puede deberse, fundamentalmente a dos factores; el primero tiene que ver con el momento de la toma de muestras: mientras que en este trabajo se trata de

una monitorización continua de las condiciones ruminales, en el estudio de BARTOLOMÉ (2009) el pH se midió únicamente tras el sacrificio de los animales, cuando estos habían pasado por una fase de intenso ejercicio físico, estrés agudo y una notable deshidratación. Por otra parte, como ya se ha señalado (CALSAMIGLIA *et al.*, 2003), el manejo de la alimentación puede resultar más determinante que la composición de la ración o las estrategias nutricionales sobre el pH ruminal y el consiguiente riesgo de acidosis. Así, aunque el alimento era distribuido para permitir a los animales una ingestión de 10 kg de mezcla *unifeed* por cabeza, el sistema de manejo en un cercado amplio (alrededor de 17 ha) les habría permitido expresar su patrón de comportamiento normal. No obstante, es probable que, al disponer de una superficie amplia sobre la que moverse, los animales pasen una gran parte del tiempo alejados del punto donde se suministra la mezcla *unifeed*, lo que provocaría que se redujera el número de ingestas y aumentara el volumen de las mismas, con lo cual se dificultaría la regulación del pH ruminal. Es posible que se den situaciones en las ganaderías en las que, aunque el alimento se distribuya, como en este caso, a primera hora de la mañana y permanezca en el comedero disponible a lo largo del día, puede haber diferencias en el patrón de ingestión de alimento entre individuos. Así, la distribución del alimento en momentos puntuales, aún con espacio suficiente en el comedero para todos los animales, da lugar a fenómenos de competencia entre individuos por el acceso al mismo, reduciendo el número de comidas al día e incrementando la cantidad de alimento ingerida en cada comida; esto puede dar lugar a una desregulación de los mecanismos fisiológicos para mantener las condiciones ruminales óptimas (GONZÁLEZ *et al.*, 2008; SCHWARTZKOPF-GENSWEIN *et al.*, 2004). En este sentido, en nuestro estudio se observó que cada animal mostró un patrón de distribución diario (Figura 4) con ligeras diferencias en la variación del pH ruminal, si bien tanto los datos de pH como la ausencia de signos clínicos patognomónicos, no permiten concluir que hubiera procesos de acidosis evidentes.

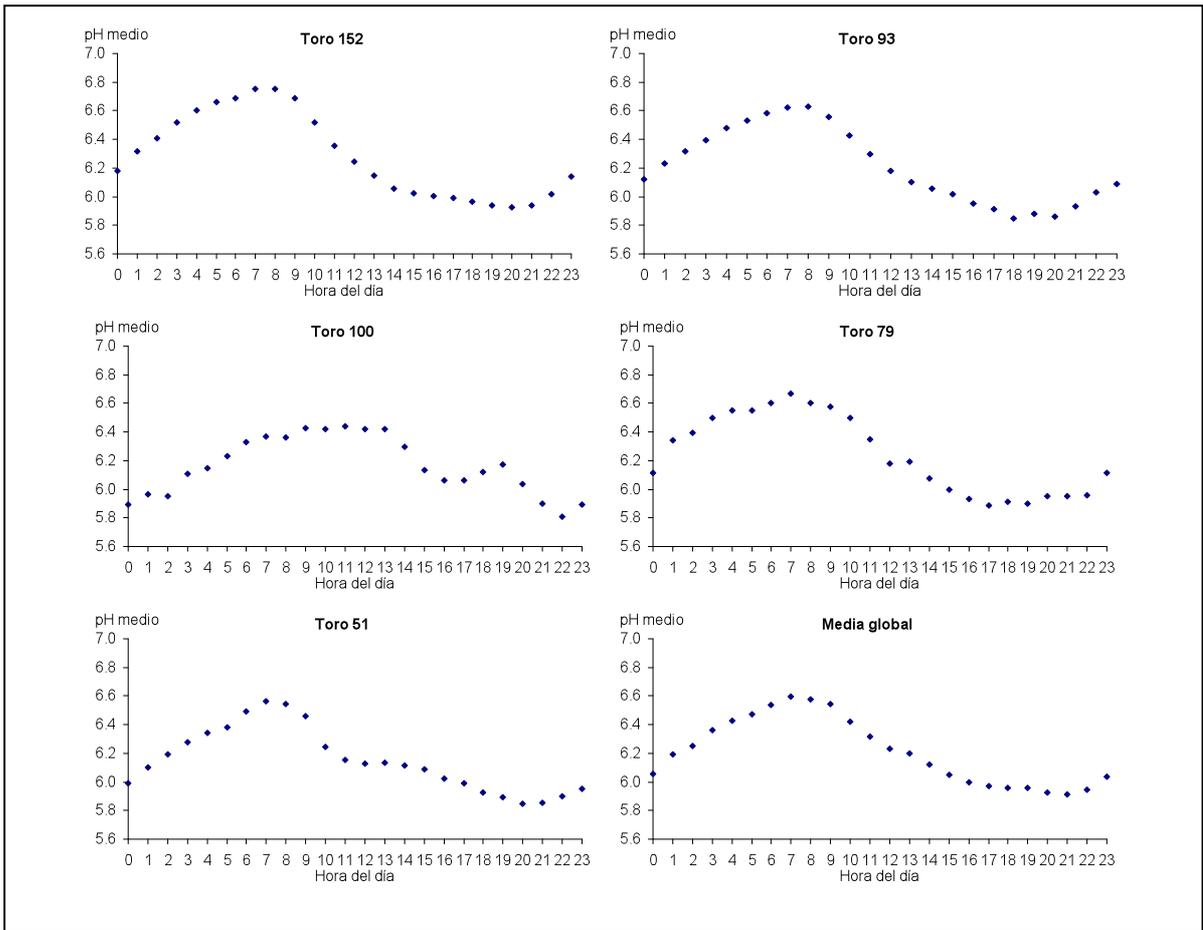


Figura 2. Evolución del pH medio en cada hora del día (media de todos los días del periodo de medición) para cada uno de los toros y media global de todos ellos.

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

	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

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

Cada microorganismo del ecosistema ruminal posee un rango de pH óptimo para desarrollarse y, en conjunto, para la microbiota habitual del rumen éste se sitúa entre 5,5 y 6,9; fuera de este rango se favorece el desarrollo de otros microorganismos que alterarían el patrón metabólico del rumen haciendo enfermar al animal (RELLING y MATTIOLI, 2003). Así pues, los individuos monitorizados en este trabajo pasan dentro del rango fisiológico más del 94% del tiempo (entre el 88,9% y el 99,0% en función de los individuos), como

media, lo cual evitaría el desarrollo de microorganismos que pudieran alterar la fermentación ruminal.

Para YOKOHAMA y JOHNSON (1988), variaciones considerables durante el día en los valores de pH ruminal pueden influir profundamente sobre la población microbiana, de tal forma que son más nocivas las fluctuaciones diarias de pH que un valor medio relativamente bajo. Como se observa en la Tabla 3, el área bajo la curva (Tiempo (min/día) × pH) para pH inferior a 5,40 es, de media, de 15 minutos, si bien en algunos animales alcanza la media hora. Estos tiempos no parecen ser suficientes para que se produzcan alteraciones en la microbiota que puedan comprometer la fisiología ruminal. En este sentido, se ha señalado que el mantenimiento de un pH relativamente bajo favorecería el crecimiento de clostridios y coliformes que provocarían una inflamación de la mucosa y el desarrollo de hiper o paraqueratosis, que actuarían como barrera física para la absorción de AGV (KREHBIEL *et al.*, 1995).

En la Tabla 4 aparecen recogidos los valores medios de temperatura de los animales monitorizados. La temperatura del rumen es, para diferentes autores (VAN LIER, 2008; YOKOHAMA y JOHNSON, 1988), otro de los factores que condicionan el desarrollo de la microflora ruminal. Producto de las reacciones químicas dentro del rumen y de la regulación homeotérmica del rumiante, la temperatura ruminal se mantiene entre 38 y 42 °C, 1 o 2 grados por encima de la temperatura corporal del animal, debido a la enorme cantidad de procesos metabólicos que se producen en él, si bien se pueden observar descensos de la temperatura ruminal tras la ingesta de agua o forraje frío.

Ni los valores medios ni los máximos registrados en el presente estudio son excesivamente altos como para ser indicativos del desarrollo de patologías o infecciones que pudieran afectar al estado de los animales. Se observaron valores relativamente bajos de temperatura ruminal mínima (en torno a 32°C), lo cual está relacionado con los momentos en los que el animal bebe agua. En consecuencia se ha estimado que la principal ingesta de agua de los animales (de las cuales se producen entre 2 y 3 al día, de media) se sitúa alrededor de las 14:00 horas, posiblemente después de la ingestión más fuerte de alimento (que se podría situar alrededor de las 10:00) (Figura 4). Estas observaciones

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

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

	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) $\times T^a >$								
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) $\times T^a <$								
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

concuerdan con lo indicado por VIDAURRETA (2012), quien señaló que los animales en pastoreo prefieren consumir agua varias veces al día, alternando con momentos de consumo de alimento, si bien la frecuencia con la que el animal bebe está influenciada por la distancia a la que se encuentra el agua en relación a la zona de alimentación. No obstante, el consumo de agua, además de por estos factores, esta condicionado por el estado fisiológico, el nivel productivo, el consumo de materia seca, el tamaño corporal, la actividad física, la composición de la ración, la temperatura ambiente y otros factores ambientales.

El tiempo que el rumen pasa a temperaturas altas es relativamente corto: cuanto mayor es el grado térmico del rumen menor es el tiempo que el rumen se mantiene en esos valores. Para BACH (2002) la temperatura y el agua consumida, junto a otros factores antes mencionados, pueden influir en la presentación de la acidosis ruminal. Así, no es recomendable que los animales que reciban raciones con alto riesgo de inducir acidosis consuman agua durante las primeras horas después de la ingestión de la ración, ya que este comportamiento facilita la producción de ácido a nivel ruminal. En este trabajo no se ha observado, sin embargo, que la ingestión de agua favorezca un descenso del pH a nivel ruminal ya que, como puede verse en la Tabla 4, cuando los valores de temperatura ruminal son mínimos (30,94- 33,15 °C), por debajo del rango considerado como fisiológico (VAN LIER, 2008), los valores de pH se sitúan dentro del rango fisiológico descrito por BACH (2003).

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

2.2.5.- CONCLUSIONES PARCIALES

Los resultados observados en este trabajo muestran que el pH ruminal medio (6,22) en toros de lidia durante al fase de acabado se sitúa dentro del rango fisiológico. Asimismo, la probabilidad de que se produzcan alteraciones en el patrón de fermentación ruminal es baja, ya que el tiempo durante el cual el rumen se mantiene con valores de pH bajos (compatibles con el padecimiento de AR) parece no ser suficiente como para alterar la microbiota del rumen. En el caso de la temperatura, ni los valores medios ni los máximos son excesivamente altos como para afectar al estado de los animales. En consecuencia, podemos afirmar que, con un manejo adecuado de las raciones y del sistema de alimentación, es posible implementar una suplementación

sustancial con alimentos concentrados en toros de Lidia durante la fase de remate de manera adecuada y respetuosa con su ambiente ruminal.

2.2.6.- AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por Garcisan Distribuciones S.L a través del proyecto titulado: “Monitorización del ambiente ruminal durante la fase de remate del toro de Lidia” en convenio con el ITACyL.

2.2.7.- BIBLIOGRAFÍA

- BACH, A. 2002. Trastornos ruminales en el vacuno lechero: un enfoque práctico. *Curso de especialización FEDNA XVII*, 4 y 5 de noviembre de 2002, Barcelona, España. Pp 119-142
- BACH, A. 2003. Trastornos ruminales en vacuno lechero: un enfoque práctico. *Producción Animal 18 (191)*. Pp 13-33.
- BARTOLOMÉ, D.J. 2009. *Influencia de la acidosis ruminal en el síndrome de caída y la respuesta etológica del Toro de Lidia en la plaza*. Tesis Doctoral. Universidad de León.
- BARROSO, L. 2003. Reducción del riesgo de acidosis ruminal: aproximación al uso de los probióticos. *Producción Animal 18 (191)*. Pp 63-71.
- CALSAMIGLIA, S.; FERRET, A. 2003. Fisiología ruminal relacionada con la patología digestiva: acidosis y meteorismo. *Producción Animal 18 (192)*. Pp 2-23.
- CHURCH, D.C. 1993. *El rumiante: fisiología digestiva y nutrición*. Ed. Acribia, Zaragoza, España. Pp 641.
- COMPAN, H.; ARRIOLA, J. 1998. Acidosis ruminal en el toro de Lidia (III). *Toro Bravo 15*. Pp 30-33.
- CRATER, R.; BARBOZA, S.; FORSTER, J. 2007. Regulation of rumen fermentation during seasonal fluctuations in food intake of muskoxen. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part A 146*. .Pp 233–241.
- DYE, T.K.; RICHARDS, C.J. 2008. Effect of water consumption on rumen temperature. *Journal Animal Science*, 86. Pp 114.
- GONZÁLEZ, L.A.; FERRET, A.; MANTECA, X.; RUÍZ-DE-LA-TORRE, J.L.; CALSAMIGLIA, S.; DEVANT, M.; BACH, A. 2008. Effect of the number of concentrate feeding places per pen on performance, behavior, and

- welfare indicators of Friesian calves during the first month after arrival at the feedlot. *Journal of Animal Science* 86: 2. Pp 419-431.
- GÓMEZ-PEINADO, A. 2001. Acidosis ruminal y su incidencia en la lidia. // *Jornadas sobre Ganado de Lidia*, 23 y 24 de febrero 2001, Pamplona. Pp 137-147.
- GASTEINER, J.; FALLAST, M.; ROSENKRANZ, S.; HÄUSLER, J.; SCHNEIDER, K.; GUGGENBERGER, T. 2009. Measuring rumen pH and temperature by an indwelling and data transmitting unit and application under different feeding conditions. *Proceedings Livestock Precision Farming, Wageningen Publishers*. Pp 127-133.
- GRANT, R.H.; MERTENS, D.R. 1992. Influence of Buffer pH and Raw Corn Starch Addition on In Vitro Fiber Digestion Kinetics. *Journal of Dairy Science*, Vol. 75, Issue 10. Pp 2762–2768
- JIMENO, V.; MAJANO, A.; MAZZUCHELLI, F.; MIRAT, F. 2003. Patologías nutritivas en la terminación del toro de Lidia. *VI Symposium del Toro de Lidia*, 24 y 25 de octubre 2003, Zafra. Pp. 51-61.
- KREHBIEL, C.R.; BRITTON, R.A.; HARMON, D.L.; WESTER, T.J.; STOCK, R.A. 1995. The effects of ruminal acidosis on volatile fatty acid absorption and plasma activities of pancreatic enzymes in lambs. *Journal of Animal Science*, 73. Pp 3111–3121.
- MOYA, D.; MAZZENGA, A.; HOLTSHAUSEN, L.; COZZI, G.; GONZÁLEZ, L.A.; CALSAMIGLIA, S.; GIBB, D.G.; MCALLISTER, T.A.; BEAUCHEMIN, K.A.; SCHWARTZKOPF-GENSWEINMOYA, K. 2010. Feeding behavior and ruminal acidosis in beef cattle offered a total mixed ration or dietary components separately. *Journal of Animal Science*, 89. Pp 520-530
- NOCEK, J.E. 1997. Bovine acidosis: implications on laminitis. *Journal of Dairy Science*, 80. Pp 1005-1028.
- OWENS, F.N.; SECRIST, D.S.; HILL, W.J.; GILL, D.R. 1998. Acidosis in cattle: a review. *Journal Animal Science*, 76. Pp 275-286.
- POSADO, R.; BODAS, R.; TABERNERO DE PAZ, M.J.; BARTOLOMÉ, D.J.; HERRAIZ, P.; GARCÍA, J.J. 2013. Cebo de terneros con unifeed o pienso y paja: Efecto sobre el rendimiento y el ambiente ruminal. *AIDA, XV Jornadas sobre producción animal (Tomo I)*. Pp. 261-263.

- PURROY, A.; AZPILICUETA, G.; ALZÓN, M. 2003. La alimentación en el ganado de Lidia. *III Jornadas sobre Ganado de Lidia*, Pp 123-148.
- RELLING, A.E.; MATTIOLI, G.A. 2003. Procesos fermentativos en el estomago de los ruminantes. En: *Fisiología Digestiva y Metabólica de los Rumiantes* (Ed. Universidad Nacional de la Plata). Pp 23-44.
- SCHWARTZKOPF-GENSWEIN, K.S.; BEAUCHEMIN, K.A.; MCALLISTER, T.A.; GIBB, D. J.; STREETER, M.; KENNEDY, A.D. 2004. Effect of feed delivery fluctuations and feeding time on ruminal acidosis, growth performance, and feeding behavior of feedlot cattle. *Journal of Animal Science*, 82. Pp 3357-3365.
- STONE, C. 2003. Nutritional approaches to minimize subacute ruminal acidosis and laminitis in dairy cattle. *Journal Dairy Science*, 87. Pp 13-26.
- VAN LIER, E.; REGUEIRO, M. 2008. Digestión en retículo-rumen. En: *Curso de anatomía y fisiología animal departamento de producción animal y pasturas*. Facultad de Agronomía de Montevideo, Uruguay. Disponible en: <http://prodanimal.fagro.edu.uy/cursos/AFA/TEORICOS/Repartido-Digestion-en-Reticulo-Rumen.pdf> (30 de marzo de 2014).
- VAZ, F. 2002. La alimentación y su influencia en las caídas de los toros. *IV Congreso Mundial Taurino de Veterinaria*. Pp 53-61.
- VIDAURRETA, I. 2012. *Calidad y disponibilidad de agua para los bovinos en producción*. Disponible en: <http://www.vetifarma.com.ar/novedades/22.pdf> (30 de marzo de 2012).
- WAHRMUND, J.L.; RONCHESEL, J.R.; KREHBIEL, C.R.; GOAD, C.L.; TROST, S.M.; RICHARDS, C.J. 2012. Ruminal acidosis challenge impact on ruminal temperature in feedlot cattle. *Journal Animal Science*, 90 (8). Pp 2794-801.
- YOKOYAMA, M.T.; JOHNSON, K.A. 1988. Microbiología del rumen e intestino. En: *El rumiante. Fisiología digestiva y nutrición*. (Ed. Acribia). Pp 112-131.



PROTOCOLO 2.3. Aproximación a las modificaciones del ambiente ruminal (pH y Temperatura) durante la lidia y su entorno.

APROXIMACIÓN A LAS MODIFICACIONES DEL AMBIENTE RUMINAL (PH Y TEMPERATURA) DURANTE LA LIDIA Y SU ENTORNO

2.3.1.- RESUMEN

En el presente trabajo se pretende conocer las modificaciones que sobre el pH y la temperatura ruminal, se producen durante el periodo en el que el animal debe expresar su rendimiento productivo, así como en los momentos anteriores y posteriores. Se ha monitorizado el ambiente ruminal de 3 toros de la raza brava durante la lidia y su entorno. La lidia tiene influencia sobre el ambiente ruminal, reduciendo el pH y aumentando la temperatura. La temperatura ruminal aumenta conforme pasa el tiempo y en respuesta directa a la actividad física, disminuyendo tras su cese, mientras que el pH ruminal no aparece correlacionado ni con la temperatura ni con el tiempo.

2.3.2.- INTRODUCCIÓN

La lidia se puede definir como el aprovechamiento de todas las reacciones espontáneas del toro, combinadas con las que le provoca el torero, es decir, todo lo que se le hace o se le evita hacer a un toro, para mejorar su comportamiento (ALCÁNTARA, 1998). Para FRAGUAS (2008) la lidia es un conjunto de decisiones, acciones, colocación y suertes que, por parte del torero, se practican con el toro, para, de forma inteligente, obtener el máximo rendimiento de su comportamiento y reacciones en el ruedo. Durante el desarrollo de la lidia el torero ha de burlar a su adversario, el toro, pero tiene que hacerlo con lealtad y en eso estriba su ética. Se trata de encandilar o seducir a este toro y no a otro, hay que saber ajustar la acción propia a las condiciones singulares de su oponente, diferente por hipótesis de todos los demás, ya que es mortal y combate una sola vez. Es un ser vivo, con su carácter singular, que se ha de saber descubrir, y su conducta imprevisible, sin embargo, se debe prever (WOLFF, 2008).

Desde el punto de vista fisiológico, la lidia implica un ejercicio anaerobio por su metabolismo; sin embargo, dada la alta intensidad del ejercicio, su duración y características, se puede considerar un ejercicio aerobio, combinándose períodos de ejercicio y de descanso de duración variable (AGÜERA *et al.*, 1998). La lidia tiene, por lo tanto, una primera parte de ejercicio intenso, con actividad anaerobia, y una segunda parte de actividad

más continuada, con descansos, y de menos intensidad que podría ser considerada como aerobia. Ante una situación de ejercicio intenso, son las fibras musculares de contracción rápida y baja capacidad oxidativa (tipo II) las que mayoritariamente entran en funcionamiento, mediante la glucólisis anaerobia, como vía de producción de la energía necesaria para el esfuerzo, basada en la degradación del glucógeno muscular y la consiguiente producción de ácido láctico.

Durante la lidia el toro sufre el efecto negativo del ácido láctico dando lugar a la fatiga muscular, ya que este ácido se convierte rápidamente en lactato en la sangre (ESCALERA *et al.* 2013). Aunque a menudo se usen dichos términos indistintamente, ácido láctico y lactato no son lo mismo: el lactato se forma cuando el ácido láctico pierde un protón de hidrógeno. De esta forma, el ión de hidrógeno perdido por el ácido láctico se mantiene en la sangre, lo que puede dar lugar a una bajada del pH sanguíneo (BARTOLOMÉ *et al.*, 2005).

Asimismo, es posible que la situación de acidosis asociada al ejercicio se vea acompañada, de acuerdo con el estudio de Bartolomé (2009), por procesos concomitantes de acidosis ruminal, que redundarían en la aparición de caídas durante la lidia del toro en la plaza (ESCALERA *et al.*, 2011), las cuales se agravarían de manera proporcional a las lesiones derivadas de la acidosis ruminal crónica o subclínica (fundamentalmente hepáticas), provocadas por una alimentación excesivamente concentrada (McDONALD *et al.*, 2010).

Los estudios realizados hasta el momento, en relación con la evaluación del pH ruminal, se refieren a datos tomados a los animales después de la lidia (ARRIOLA, 1998; BARTOLOMÉ *et al.*, 2005; GARCÍA *et al.*, 2005; BARTOLOMÉ *et al.*, 2007; GARCÍA *et al.*, 2007), todas ellas realizadas directamente sobre el contenido ruminal, una vez sacrificado el animal. En este sentido, se hace necesario estudiar el efecto de los momentos previos, esto es cómo la lidia influye sobre las condiciones ruminales, para tratar de aclarar su papel determinante sobre el pH final observado tras la lidia. Por este motivo se planteó el presente trabajo, con el objetivo de conocer los cambios que acontecen en el ambiente ruminal del toro durante la lidia y su entorno.

2.3.3.- MATERIAL Y MÉTODOS

2.3.3.1.- Animales

Se utilizaron 3 toros, cuatreños de la raza de Lidia. Los animales fueron manejados de acuerdo con los protocolos habituales de la ganadería de origen, situada en el termino municipal de Tejeda y Segoyuela (Salamanca), y fueron alimentados con una mezcla de concentrado y forraje. Los sujetos experimentales tuvieron comida disponible hasta 4 horas antes de iniciarse la lidia.

2.3.3.2.- Sondas de pH y temperatura

El pH se midió de forma continua usando una sonda interna sin cables desarrollada y evaluada por GASTEINER *et al.* (2009). El sistema consiste en un dispositivo autónomo medidor de pH y temperatura (SmaXtec animal care sales GmbH, Graz, Austria). Este dispositivo, con unas dimensiones de 132 x 35 mm recoge los valores de pH ($0-14 \pm 0,2$ unidades) y temperatura ($25-50 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$) cada 10 minutos durante todo el periodo de medida, desde antes de la lidia hasta los 80 minutos posteriores a la finalización de esta.

Cada aparato o “bolo” fue calibrado usando estándares de pH 4 y 7 antes de ser utilizada. Una vez calibrado, se introdujo con ayuda de un aplicador específico, por vía oral, para ser alojado en el retículo, donde permaneció hasta el sacrificio del animal, momento en que fue recuperado. La lectura de los datos almacenados en los bolos se realizó mediante un lector móvil SmaXtec® de unas dimensiones de 90 x 144 x 32 mm (L x W x H), que dispone de una antena interna, conexión USB mini Tipo B y batería con autonomía para 4 días en uso continuo. El radio para la recogida de datos es de 5-10 m y la descarga de los datos desde el bolo al lector tarda aproximadamente 30 minutos.

Para poder visualizar los datos, el lector debe estar conectado a través del cable USB a un PC/ordenador portátil. El software SmaXtec® pH permite examinar los datos de medición y de comunicación con este equipo de lectura móvil.

2.3.3.3.- Lidia de los animales

La lidia de los individuos monitorizados se realizó en la plaza de tientas de la propia finca, con dos modificaciones sobre la lidia ordinaria, dividida por ALCÁNTARA, (1998) en tres partes o tercios (tercio de varas y quites, tercio de

banderillas, y tercio de muleta y muerte): no se colocaron banderillas y los animales no fueron estoqueados al final de la faena, siendo trasladados posteriormente al matadero para su sacrificio. Inmediatamente después de finalizada la lidia de los animales se procedió a ducharlos con agua.

2.3.3.4.- Análisis de los datos

Los datos de temperatura y pH obtenidos fueron promediados para cada una de las fases: previo a la lidia (30 minutos, 'previo'), 'lidia' y dos tramos de 40 minutos posteriores a la lidia ('post1' y 'post2').

Se realizó un análisis de varianza de los datos para comparar los valores de pH y temperatura medios durante cada una de las fases consideradas, realizando también un análisis de correlación de los datos de pH y temperatura en cada una de las fases.

Los datos se procesaron utilizando el modelo lineal general y las medias se compararon ($p < 0,05$) utilizando el test DSM del paquete estadístico SSPS (V16.0, SPSS, INC., Chicago, Illinois, USA).

2.3.4.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores medios de pH y temperatura en cada una de las fases temporales consideradas: los momentos previos a la lidia, durante esta y en los momentos posteriores aparecen recogidos en la Tabla 1.

Tabla 1. Valores medios de pH y temperatura en el momento previo a la lidia, durante la lidia y en los 40 (posterior 1) y 80 (posterior 2) minutos posteriores a la misma.

	Previo	Lidia	Posterior 1	Posterior 2	d.e.r.	valor P
pH	6,25 ^b	6,21 ^b	5,99 ^a	5,90 ^a	0,115	<0,001
Temperatura	40,4 ^a	41,2 ^b	41,6 ^b	40,4 ^a	0,58	<0,001

d.e.r. = desviación estándar residual. ^{a, b} Superíndices distintos en la misma línea indican diferencias significativas ($P < 0,05$).

En la Figura 1 puede verse que, pese a las variaciones individuales, de una forma general, se produce una disminución del pH durante la lidia, que se mantiene durante un tiempo prudencial, una vez finalizada ésta. Ello puede ser debido a la intervención de los mecanismos de compensación que se ponen en marcha a lo largo de la lidia para dar respuesta a la deshidratación y hemoconcentración producidas durante dicho proceso (GARCIA *et al.*, 2005).

Durante la lidia se producen hemoconcentración y deshidratación por pérdida de fluidos (BARTOLOME *et al.*, 2005), lo cual podría incrementar, aún más, la concentración de lactato en sangre (ESCALERA *et al.*, 2011). Para

contrarrestar la deshidratación provocada por dicho esfuerzo, se incrementa considerablemente la absorción de líquidos a nivel ruminal.

El rumen es el mayor reservorio de agua que tienen los rumiantes y se estima que, en casos de deshidratación severa puede llegar a aportar o restituir al organismo el 50% del agua perdida (SILANIKOVE, 1994; SILANIKOVE y TADMOR, 1989); es decir, que gran parte del agua perdida (por privación de bebida, calor extremo, jadeo, pérdida de sangre, etc.) es recuperada al torrente circulatorio desde el rumen para mantener la volemia fisiológica.

Por otra parte, en casos de deshidratación se produce una reducción considerable de la secreción de saliva que, además, pasa a ser isotónica con la sangre (SILANIKOVE, 1994; SILANIKOVE y TADMOR, 1989). La disminución del flujo de saliva que llega al rumen y, por consiguiente, del aporte de bicarbonato de sodio y potasio conllevará una pérdida de la capacidad tampón a este nivel (HAUBI-SEGURA, 2004). Esta circunstancia adquiere especial relevancia en animales alimentados con raciones a base de piensos concentrados, puesto que la fermentación en el rumen continúa, aunque sea a ritmos más bajos, tras la privación de alimento y agua. Así, después de la retirada del aporte de alimento continúan produciéndose ácidos grasos volátiles (AGVs) (HOGAN *et al.*, 2007), cuya concentración sigue incrementándose debido a la disminución del volumen de agua del rumen. Asimismo, hay que tener en cuenta que, en este tipo de animales, la capacidad de absorción de AGVs a través de la pared ruminal está disminuida debido a la queratinización del epitelio (hiperqueratosis y paraqueratosis) (HINDERS y OWENS, 1965; KREHBIEL *et al.*, 1995), a lo que hay que unir la limitada capacidad del epitelio del rumen para metabolizar determinados AGVs, como el propionato, favoreciendo, por tanto, su acumulación en dicho proventículo (DIJKSTRA *et al.*, 1993) y la consiguiente disminución de los valores de pH del medio ruminal. De ese modo, es posible que los cambios ocurridos en el ambiente ruminal puedan contribuir al agravamiento de los síntomas clínicos del cuadro acidótico: cansancio, dificultad para respirar, etc., todo lo cual redundaría en una pérdida de calidad del espectáculo, léase falta de fuerza de los toros, caídas,... (GARCÍA *et al.*, 2005, ESCALERA *et al.*, 2011). En este sentido, BARTOLOMÉ (2009) puso de manifiesto que el 71% de los toros lidiados

estaban afectados por algún grado de paraqueratosis, lo cual dará lugar a una mayor acumulación de AGVs en el contenido ruminal.

Por otro lado, el ejercicio físico realizado por el animal durante la lidia supone un esfuerzo agudo que implica un aumento en la producción de calor por parte del organismo (ADRIÁN, 2011). Algunos autores han señalado que el rumen puede ser un indicador de la temperatura corporal relativamente independiente de factores externos (WAHRMUND *et al.*, 2012). Como puede apreciarse en las Figuras 2 y 4, se produce un incremento concomitante de la temperatura a nivel ruminal asociado a la actividad durante la lidia. El calor producido por el ejercicio es suficiente como para elevar un grado centígrado la temperatura corporal cada 5-8 minutos de actividad (ADRIÁN, 2011); sin embargo, en este trabajo, la temperatura ruminal se eleva 1 °C de media, siendo la duración media de la lidia de 29 minutos. Esta diferencia en el aumento de la temperatura corporal podría ser debido a que la actividad y el riego sanguíneos, a nivel ruminal, están disminuidos para favorecer el aporte de sangre a otros órganos que requieren mayor actividad durante la lidia. Además, como consecuencia del movimiento de fluidos, la actividad fermentativa del rumen podría estar comprometida, lo que contribuiría a que éste se encontrara a una menor temperatura de la que habitualmente pudiera registrarse (PRENDIVILLE *et al.*, 2002). El máximo de temperatura se alcanza inmediatamente después de la finalización de la lidia, seguido de un descenso rápido. Este descenso podría explicarse por dos motivos; por un lado el cese de la actividad física y por otro, sobre todo, la habitual ducha de agua que se da a los animales para relajarlos y limpiar los restos de sangre y las heridas de la puya.

El aumento de la temperatura ruminal (y por ende la corporal) que se produce durante la lidia pone en marcha los mecanismos de termorregulación cuya misión es mantener la temperatura corporal dentro del rango fisiológico, ya que el organismo necesita conservar una temperatura adecuada, dentro de la zona termoneutral de la especie para cumplir con todas sus funciones.

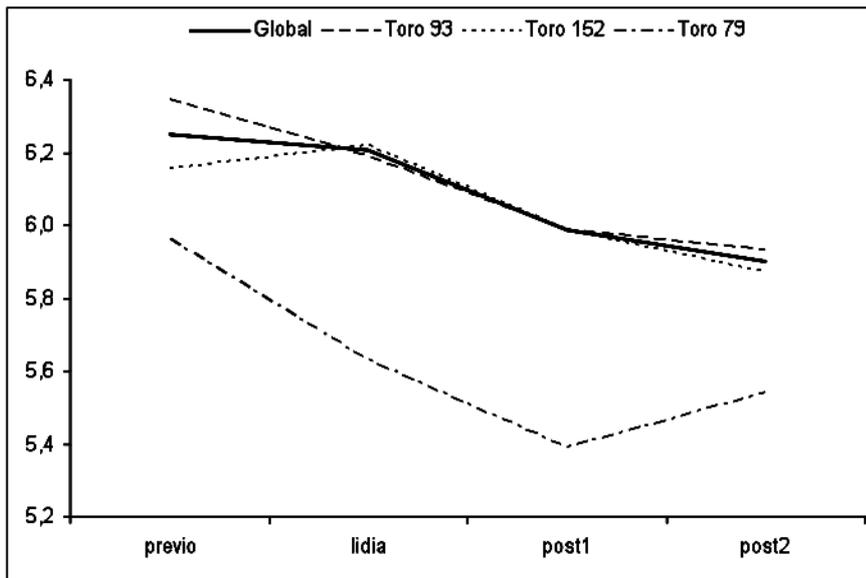


Figura 1. Evolución del pH ruminal en los toros testados en el momento previo a la lidia, durante la lidia y en los 40 (post1) y 80 (post2) minutos posteriores a la misma

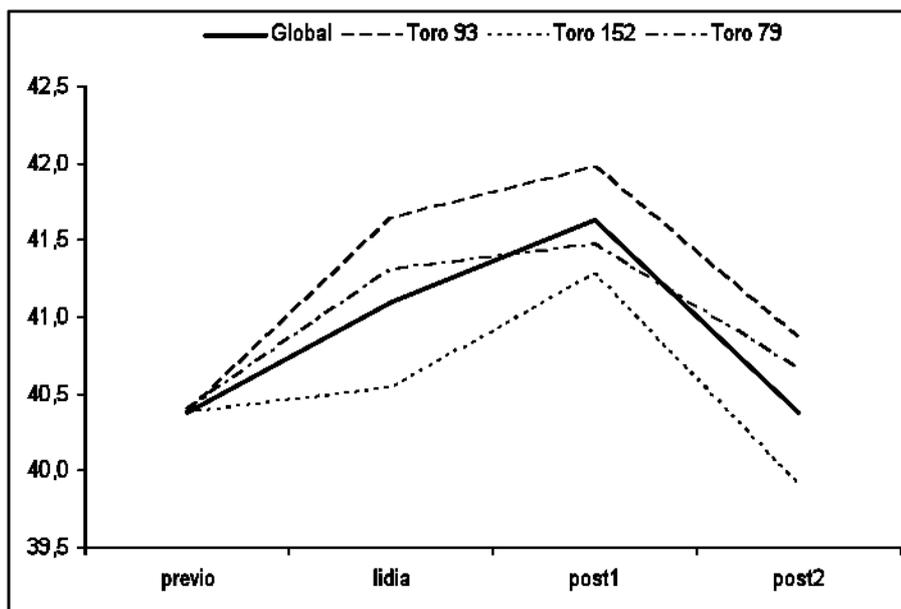


Figura 2. Evolución de la temperatura ruminal (°C) los toros testados en el momento previo a la lidia, durante la lidia y en los 40 (post1) y 80 (post2) minutos posteriores a la misma

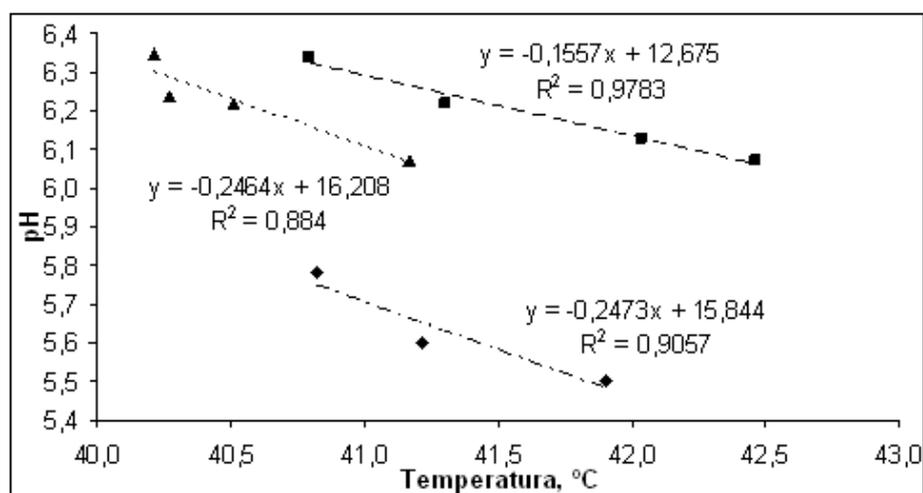


Figura 3. Relación entre pH y temperatura ruminal durante la lidia para cada uno de los toros (◆=toro 79, $P=0,199$; ■=toro 93, $P=0,011$; ▲=toro 152, $P=0,060$). *, $P<0,05$; t, $P<0,10$; n.s., $P>0,10$

En la Figura 3 se aprecia que en 2 de los 3 toros existe una relación significativa inversa o con tendencia a la significación, entre los valores de pH y temperatura ruminal de los toros en el momento de la lidia; es decir, a medida que disminuía el pH aumentaba la temperatura aunque el número de datos hace que deba interpretarse con precaución. Sin embargo, el nivel de dicha significación fue diferente para cada animal, y dada la variación entre individuos, cuando se tuvieron en cuenta los datos de todos los animales de una manera conjunta, el coeficiente de correlación observado no alcanzó el nivel de significación estadística requerido. Sí se ha constatado, por otra parte, una correlación positiva entre las variables temperatura y tiempo tanto en los momentos previos como durante la lidia (Tabla 2), y ello con diferente signo en función de la fase considerada. De esta forma, las correlaciones positivas observadas antes y durante la lidia indicarían la previsión de un incremento de temperatura a medida que pasa el tiempo desde antes de la lidia hasta que esta finaliza, asociado sin duda al aumento de la actividad física y al mantenimiento de esta a lo largo de la lidia. Posteriormente se observa una correlación negativa significativa entre el tiempo transcurrido y los valores de temperatura en los momentos posteriores a la lidia, indicando un descenso de temperatura una vez que finaliza ésta, lo que podría explicarse por el cese de la actividad física y la posterior ducha con agua. No se ha observado, sin embargo, una relación significativa entre el paso del tiempo y el pH.

Tabla 2. Coeficientes de correlación entre los valores de pH y temperatura ruminal (de todos los animales) en las diferentes fases de control.

Correlaciones antes de la lidia		
	pH	Temperatura
Tiempo	-0.349	0.885**
pH		-0.201

Correlaciones en el momento de la lidia		
	pH	Temperatura
Tiempo	-0.128	0.633*
pH		-0.416

Correlaciones después de la lidia (40 min)		
	pH	Temperatura
Tiempo	0.147	-0.653*
pH		0.289

Correlaciones después de la lidia (80 min)		
	pH	Temperatura
Tiempo	-0.309	-0.547*
pH		-0.091

- Correlación significativa a $P < 0,05$. ** Correlación significativa a $P < 0,01$.

2.3.5.- CONCLUSIONES

Los resultados observados en este trabajo muestran que la lidia tiene una marcada influencia sobre el ambiente ruminal, reduciendo el pH y aumentando la temperatura de dicho órgano. La temperatura ruminal aumenta conforme pasa el tiempo en respuesta directa a la actividad física, disminuyendo tras su cese y la ducha de agua, mientras que el pH ruminal no aparece correlacionado ni con la temperatura ni con el tiempo o desarrollo de dicha actividad.

La dinámica de los valores de pH ruminal de los animales de este estudio parece sugerir que los valores bajos de pH ruminal encontrados al final de la lidia no estarían relacionados únicamente con fenómenos de acidosis ruminal, derivados de una alimentación acidótica de los animales. En este sentido, si bien conviene destacar que los animales no tuvieron disponible

comida durante las cuatro últimas horas previas al inicio de la prueba, añadido al posible proceso de acidosis crónica, el propio efecto de la lidia parece contribuir al descenso de los valores de pH ruminal.

2.3.6.- AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por Garcisan Distribuciones S.L a través del proyecto titulado: “Monitorización del ambiente ruminal durante la fase de remate del toro de Lidia” en convenio con el ITACyL.

2.3.7.- BIBLIOGRAFÍA

- ADRIAN, F. 2011. Termorregulación durante el ejercicio físico. En: *Revista del instructorado Argentino de formación* 5. Pp 1-3.
- AGÜERA, E.; RUBIO, M.A.; VIVO, R.; ESCRIBANO, B.M.; MUÑOZ, A.; VILLAFUERTE, J.L. and CASTEJÓN, F. 1998. Adaptaciones fisiológicas a la lidia en el Toro bravo. Parámetros plasmáticos y musculares. *Veterinaria México*, 29(4). Pp 399-403.
- ALCANTARA, L. 1998. *El espectáculo taurino (la fiesta, el toro y la corrida)*. Ed. Paidotribo.
- ARRIOLA, J. 1998. Acidosis ruminal en el toro de Lidia (I). *Toro Bravo*, 13: Pp 30-33.
- BARTOLOMÉ, D.J.; ALONSO, M.E.; GARCÍA, J.J.; POSADO, R.; OLMEDO, S.; GAUDIOSO, V.R. 2005. Correlación entre el pH sanguíneo, pH ruminal y diversos parámetros hemáticos de reses de lidia. *VII Symposium del Toro de Lidia. Zafra*. Pp 257-261.
- BARTOLOMÉ, D.J.; ALONSO, M.E.; GARCÍA, J.J.; POSADO, R.; GÓMEZ, L.; GAUDIOSO, V. 2007. Efecto del sistema de alimentación aplicado en el toro de Lidia sobre diversos parámetros indicadores de alteración ruminal. XII Jornadas sobre Producción Animal. *Revista de la Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario, Vol. Extra, nº 28*. Pp 273-275.
- BARTOLOMÉ, D.J. 2009. *Influencia de la acidosis ruminal en el síndrome de caída y la respuesta etológica del Toro de Lidia en la plaza*. Tesis Doctoral. Universidad de León.

- DIJKSTRA, J.; BOER, H.; VAN BRUCHEM, J.; BRUINING, M.; TAMMINGA, S. 1993. Absorption of volatile fatty acids from the rumen of lactating dairy cows as influenced by volatile fatty acid concentration, pH and rumen liquid volume. *British Journal of Nutrition*, 69: Pp 385–396.
- ESCALERA F, LOMILLOS JM, SANZ E, GONZÁLEZ JR, BARTOLOMÉ DJ, POSADO R, GARCÍA JJ, ALONSO ME, 2011. Influencia de algunos parámetros indicadores de acidosis en el síndrome de caída del Toro Bravo, pp. 231-240. En: VII Congreso Mundial Taurino de Veterinaria. Cáceres.
- GARCÍA, J.J.; ALONSO, M.E.; BARTOLOMÉ, D.J.; GAUDIOSO, V.R.. 2005. Primeros datos sobre la medida del pH sanguíneo y ruminal de reses de lidia. *V Congreso mundial de veterinaria taurina*.Valladolid. Pp 123-127
- GARCÍA, J.J.; BARTOLOMÉ, D.J.; ALONSO, M.E.; POSADO, R.; ESCALERA, F.; GÓMEZ, L.; GAUDIOSO, V.R. 2007. Influencia del sistema de alimentación sobre diversos parámetros indicadores de acidosis ruminal en el toro de Lidia. *VIII Symposium del Toro de Lidia*. Zafra. Pp 161-165.
- GASTEINER, J.; FALLAST, M.; ROSENKRANZ, S.; HÄUSLER, J.; SCHNEIDER, K.; GUGGENBERGER, T. 2009. Measuring rumen pH and temperature by an indwelling and data transmitting unit and application under different feeding conditions. *Proceedings Livestock Precision Farming, Wageningen Publishers*. Pp 127-133.
- HINDERS, R.G.; OWENS, F.G. 1965. Relation of ruminal parakeratosis development to volatile fatty acid absorption. *Journal Dairy Science*, 48. Pp 1069–1073.
- HOGAN, J.P.; PETHERICK, J.P.; PHILLIPS, J.C. 2007. The physiological and metabolic impacts on sheep and cattle of feed and water deprivation before and during transport. *Nutrition Research Reviews*, 20. Pp 17–28.
- KREHBIEL, C.R.; BRITTON, R.A.; HARMON, D.L.; WESTER, T. J.; STOCK, R.A. 1995. The effects of ruminal acidosis on volatile fatty acid absorption and plasma activities of pancreatic enzymes in lambs. *Journal Animal Science*, 73. Pp 3111–3121.
- MCDONALD, P.; EDWARDS, R.A.; GREENHALGH, J.F.D.; MORGAN, C.A.; SINCLAIR, L.A.; WILKINSON, R.G. 2010. Microbial digestion of

- ruminants and other herbivores. In: *Animal nutrition (7th Ed.)*. Pearson, Harlow, England. Pp 114-121
- PRENDIVILLE, D.J.; LOWE, J.; EARLEY, B.; SPAHR, C.; KETTLEWELL, P. 2002. Radiotelemetry systems for measuring body temperature. *Beef Production. Service. No. 57*. Grange Research Centre, Dunsany, Co. Meath, Ireland. Pp 167-175
- SILANIKOVE, N.; TADMOR, A. 1989. Rumen volume, saliva flow rate, and systemic fluid homeostasis in dehydrated cattle. *American Journal of Physiology - Regulatory*, 256. Pp 809–815.
- SILANIKOVE, N. 1994. The struggle to maintain hydration and osmoregulation in animals experiencing severe dehydration and rapid rehydration: the story of ruminants. *Experimental Physiology*, 79. Pp 281–300.
- WAHRMUND, J.L.; RONCHESEL, J.R.; KREHBIEL, C.R.; GOAD, C.L.; TROST, S.M.; RICHARDS, C.J. 2012. Ruminant acidosis challenge impact on ruminal temperature in feedlot cattle. *Journal Animal Science*, 90: Pp 2794–2801.
- WOLFF, F. 2008. *Filosofía de las corridas de Toros*. Ed. Bellaterra. Barcelona.



PROTOCOLO 2.4.- Dinámica del pH y la temperatura ruminal en toros de la raza de Lidia y Avileña-Negra Ibérica en sus respectivos sistemas de explotación.

DINÁMICA DEL pH Y LA TEMPERATURA RUMINAL EN TOROS DE LA RAZA DE LIDIA Y AVILEÑA-NEGRA IBÉRICA EN SUS RESPECTIVOS SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN

2.4.1.- RESUMEN

En el presente trabajo se muestran los resultados de la monitorización de algunas variables del ambiente ruminal de animales con diferentes sistemas de manejo y alimentación: un grupo de cinco animales de Lidia alimentados con sistema *unifeed* (una vez al día) en las condiciones habituales de su explotación (libertad en un espacio cercado de 17 ha de terreno adhesionado) y dos grupos de cuatro animales cada uno de raza Avileña-Negra Ibérica (autóctona y extensiva como la de Lidia) estabulados en un cebadero, uno de los cuales fue alimentado con pienso y paja a voluntad y otro con una ración *unifeed* (suministrada una vez al día). Los valores de pH y temperatura ruminal se midieron de forma continua, durante 23 días (cada 10 minutos), utilizando una sonda interna sin cables.

Los valores medios de pH registrados en cada uno de los grupos se sitúan dentro de un rango que podría considerarse como fisiológico. El análisis del tiempo que el rumen soporta valores de pH bajos, así como la evolución a lo largo del día de dicho pH ruminal indica que el engorde intensivo en un cebadero industrial (Avileños), independientemente del sistema de alimentación utilizado, parece presentar un menor riesgo de inducir acidosis ruminal que un engorde en libertad en su entorno natural (Lidia). No se observaron diferencias entre los tres grupos en lo que se refiere a las temperaturas ruminales medias y máximas, en cambio los animales criados en cebadero (Avileños) arrojan

valores de temperaturas mínimas más elevadas y un mayor número de ingestas de agua que los criados en libertad (Lidia).

2.4.2.- INTRODUCCIÓN

Los dos tipos de alimentación que con más frecuencia se utilizan para el cebo de terneros son, por una parte, la disposición de alimento concentrado a voluntad (generalmente suministrado en tolvas) y suplementado con paja larga de cereal, también a voluntad y, por otra, el suministro de raciones en las que estos dos componentes se presentan mezclados, denominadas comúnmente “*unifeed*”. En este último caso el alimento es suministrado una o dos veces al día, en comederos corridos a los que los animales pueden acceder a lo largo de todo el día (GONZÁLEZ *et al.*, 2012). En los cebaderos de animales de raza Avileña-Negra Ibérica conviven actualmente ambos sistemas de finalización (POSADO *et al.*, 2013; BODAS *et al.*, 2014).

En el caso del ganado de Lidia, en los últimos años, los ganaderos han comenzado a emplear raciones *unifeed* para alimentar a sus animales, en sustitución del sistema tradicional con administración “de pienso y paja” a libre disposición, con el objetivo de evitar o reducir la incidencia de las patologías nutricionales, cuyos efectos secundarios conllevan mermas en el rendimiento productivo (VAZ, 2002; JIMENO *et al.*, 2004). Con ello se pretende, además de conseguir un perfecto acabado de los toros en un periodo relativamente corto de tiempo, producir un animal sano y fisiológicamente equilibrado (BARTOLOMÉ, 2009). El tipo de ración consumida por los animales afecta no sólo a su rendimiento sino también a su bienestar. Así, el empleo de raciones a base de concentrados puede provocar descensos en el pH ruminal y el desarrollo de fenómenos de acidosis ruminal subaguda (CASAMIGLIA *et al.*,

2012; GONZÁLEZ *et al.*, 2012). Este proceso, derivado de una elevada producción de ácido láctico en el rumen, puede afectar a su funcionamiento y a la integridad de muchos otros sistemas orgánicos, con la aparición de abscesos hepáticos, diarrea, laminitis y poliencefalomalacia, entre otros. Estas lesiones, en el caso del ganado de Lidia, están asociadas a la aparición de caídas durante el transcurso de la lidia (GÓMEZ PEINADO, 2001; GARCÍA *et al.*, 2005; BARTOLOMÉ *et al.*, 2011; LOMILLOS *et al.*, 2013) Esta patología ha sido observada por BARTOLOMÉ *et al.*, (2011) en el 58.5 % de una muestra de 650 toros bravos tras su lidia. La acidosis ruminal es considerada por COMPAN y ARRIOLA (1998) como el problema más frecuente, 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.

El sistema de alimentación con carros mezcladores comenzó a utilizarse en la ganadería de Lidia a finales de los 90 y, en los últimos años, muchas explotaciones han incorporado el uso de estos remolques *unifeed*, mediante los cuales se pretende conseguir una mezcla homogénea de alimentos, con el objetivo de evitar los efectos negativos de la ingestión masiva de concentrado. Se busca, con ello, proporcionar raciones capaces de aumentar el peso y tamaño de los animales, incorporar un nivel de fibra suficiente para asegurar un buen funcionamiento del rumen y abaratar los costes en alimentación, al incorporar un mayor nivel de forrajes en la ración (LOMILLOS, 2012).

En este trabajo se muestran los resultados de la monitorización del ambiente ruminal de animales con diferente sistema de manejo y alimentación: animales de Lidia alimentados con *unifeed* en las condiciones habituales de su explotación y dos grupos de animales de raza Avileña-Negra Ibérica (autóctona

y extensiva como la de Lidia), uno de los cuales fue alimentado con pienso y paja a voluntad y otro con una ración *unifeed*.

2.4.3.- MATERIAL Y MÉTODOS

2.4.3.1.- Animales y su alimentación

Se utilizaron 8 animales de raza Avileña-Negra Ibérica, 4 alimentados con pienso y paja (Grupo 1) y 4 con *unifeed* (Grupo 2), que permanecieron, durante toda la prueba, estabulados en un cebadero industrial, y 5 animales de raza de Lidia que recibieron mezcla *unifeed* como alimento (Grupo 3), que se mantuvieron en un espacio cercado de 17 ha de terreno adehesado, que les permitiría expresar sus patrones de comportamiento con plena normalidad. , si bien los animales no disponían de pasto de crecimiento natural en el cercado por lo que se asume que el 100% del consumo de alimento proviene de la mezcla suministrada.

La composición química de las raciones utilizadas para cada uno de los grupos de animales aparece en la Tabla 1. La mezcla *unifeed* fue administrada a los animales una sola vez al día, a primera hora de la mañana. Previamente se limpiaban los comederos de los restos de alimento que pudieran quedar de la toma anterior acumulándolos en uno de los extremos. Los animales del Grupo 1 tenían acceso a comederos tipo tolva con el alimento disponible 24 horas. En los tres grupos los individuos tenían acceso a agua fresca *ad libitum*. En el momento del inicio de la prueba los sujetos experimentales tenían pesos comprendidos entre los 487 y 530 kg.

El manejo de todos los individuos estudiados se realizó de acuerdo con las condiciones establecidas en el *Real Decreto 53/2013* y la *Directiva 2010/63/UE* sobre protección de los animales utilizados para fines científicos, y el *Reglamento (CE) 1/2005*, relativo a su protección durante el transporte y las operaciones conexas.

Tabla 1. Composición química de las raciones y consumo estimado de nutrientes.

Sistema de alimentación	Raza	Avileña-negra ibérica		Lidia
		Pienso+paja	Unifeed	Unifeed
		Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
Composición química (% sobre materia seca)				
Humedad (% sobre materia fresca)		13.0	50.9	9.6
Proteína bruta		14.2	13.9	10.8
Grasa bruta		4.5	3.6	4.1
Fibra bruta		6.8	15.4	14.7
Fibra neutro detergente		20.1	36.7	34.9
Almidón		35.1	33.4	23.1
Cenizas		5.5	6.3	6.5
Consumo calculado por animal y día				
Concentrado o <i>unifeed</i> (kg en fresco)		6.5	12.0	10.0
Paja de cereal (kg en fresco)		2.0		
Proteína bruta (g)		867	819	976
Grasa bruta (g)		284	212	371
Fibra bruta (g)		1104	907	1329
Fibra neutro detergente (g)		2441	2162	3155
Almidón (g)		1998	1968	2088

2.4.3.2.- Sondas de pH y temperatura

El pH se midió de forma continua usando una sonda interna sin cables desarrollada y evaluada por GASTEINER *et al.* (2009). El sistema consiste en

un dispositivo autónomo medidor de pH y temperatura (SmaXtec animal care sales GmbH, Graz, Austria). Este dispositivo, con unas dimensiones de 132 x 35 mm recoge los valores de pH ($0-14 \pm 0,2$ unidades) y temperatura ($25-50 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$) cada 10 minutos durante todo el periodo experimental de medición (23 días).

Cada aparato o “bolo” fue calibrado usando estándares de pH 4 y 7 antes de ser utilizada. Una vez calibrado, se introdujo con ayuda de un aplicador específico, por vía oral, para ser alojado en el retículo, donde permaneció hasta el sacrificio del animal. La lectura de los datos almacenados en los bolos se realizó mediante un lector móvil de unas dimensiones de 90 x 144 x 32 mm (L x W x H), que dispone de una antena interna, conexión USB mini Tipo B y batería con autonomía para 4 días en uso continuo. El radio para la recogida de datos es de 5-10 m y la descarga de los datos desde el bolo al lector tarda aproximadamente 30 minutos.

Para poder visualizar los datos, el lector debe estar conectado a través del cable USB a un PC / ordenador portátil. El software SmaXtec® pH permite examinar de los datos de medición y de comunicación con este equipo de lectura móvil.

2.4.3.3.- Determinaciones analíticas

Las muestras de alimentos fueron analizadas siguiendo los procedimientos de la AOAC (2003), para determinar su contenido de materia seca (934.01), cenizas (942.05), proteína bruta ($\text{N} \times 6,25$: 976.06), fibra bruta (962.09) y almidón (996.11). El contenido de fibra neutro detergente se definió de acuerdo con la metodología descrita por Van Soest *et al.* (1991). Las determinaciones analíticas se llevaron a cabo en las dependencias de MasterLab España Analytical Services (Tres Cantos, Madrid).

2.4.3.4.- Cálculos y análisis de los datos

Los datos de temperatura y pH ruminal obtenidos fueron, en primer lugar, promediados para cada día como máximo, mínimo, medio y proporción del tiempo en el cual el pH estuvo por debajo de 7.4, 7.0, 6.6, 6.2, 5.8, 5.4 y 5.0. Para el análisis de la temperatura se procesaron los datos como máximo, mínimo, medio y tiempo por debajo de 38.4 y por encima de 39.0, 39.4 y 39.8 °C. El comienzo de un evento de bebida se identificó cuando la temperatura ruminal sufrió un descenso superior a 0.28 °C desde la medida anterior; y el final del periodo de bebida se consideró cuando la temperatura cesó de incrementar sus valores durante un periodo de 10 minutos (DYE y RICHARDS, 2008).

Los datos se sometieron a un ANOVA de una vía, con el sistema de alimentación (*Avileño-pienso*, *Avileño-unifeed*, *Lidia-unifeed*) como única fuente de variación. Las comparaciones entre lotes se realizaron aplicando el test de la diferencia mínima significativa. Se utilizó el software SPSS 16.0 para Windows (IBM Corp., Nueva York, EUA).

2.4.4.- RESULTADOS y DISCUSIÓN

El pH del rumen es un parámetro fisicoquímico esencial en la digestión del rumiante (DE VETH y KOLVER, 2001; SAUVANT *et al.*, 1999) cuyos registros pueden fluctuar considerablemente en un rango de 5 a 7.2 (OWENS y GOETSCH, 1988). En función de dicho valor del pH ruminal registrado, BACH (2003) diferencia tres formas clínicas de acidosis para el ganado vacuno: crónica, con tasas de pH entre 6.2 y 5.6, subaguda o subclínica, con un pH entre 5.2 y 5.6 y aguda, cuando su pH es inferior a 5.2. Por su parte,

NAGARAJA y TITGEMEYER (2007) diferencian una acidosis aguda (pH inferior a 5) y una subclínica (pH entre 5.0 y 5.6).

Tabla 2. Valores medios de pH ruminal calculados a partir de los valores medios de cada animal en toros de las razas Avileña-Negra Ibérica y de Lidia alimentados con diferentes raciones.

Sistema de alimentación	Raza Avileña-Negra Ibérica		Lidia		d.e.r.	Nivel P
	Pienso+paja	Unifeed	Unifeed	Unifeed		
	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3			
pH medio	6.68 ^b	6.43 ^{ab}	6.22 ^a		0.208	*
pH mínimo	6.09 ^b	5.90 ^{ab}	5.52 ^a		0.286	*
T ^a a pH mínimo	38.5	38.8	38.5		0.63	n.s.
Hora a pH mínimo	13:09 ^a	16:03 ^b	16:18 ^b		1:40	*
pH máximo	7.12 ^c	6.89 ^b	6.81 ^a		0.147	*
T ^a a pH máximo	39.0	38.8	38.8		0.28	n.s.
Hora a pH máximo	8:28	10:23	9:20		1:05	t
Tiempo (min/día) a pH<						
7,4	1425	1438	1428		20,1	n.s
7,0	1170	1427	1416		182.1	n.s.
6,6	530	950	1093		326.8	t
6,2	160 ^a	251 ^a	614 ^b		219.2	*
5,8	34 ^a	103 ^a	272 ^b		109.2	*
5,4	1 ^a	13 ^a	80 ^b		40.1	*
5,0	0	0	7		4.6	t

d.e.r.=desviación estándar residual. Nivel P: n.s.=P>0.10; t=P<0.10; *=P<0.05. Letras

diferentes en la misma fila indican diferencias significativas.

En todos los casos (Tabla 2) los registros medios de pH se sitúan dentro del rango considerado como fisiológico para BACH (2003). Además, están muy próximos a los indicados por SAUVANT *et al.* (1999) que sitúan el pH ruminal normal en vacuno lechero canulado en torno a 6.35, siendo incluso superiores

a estos valores los pH medios obtenidos en el caso del ganado de raza Avileña. En este sentido, estudios previos realizados en vacuno de carne, recibiendo raciones mixtas completas, han mostrado tasas de pH máximo, mínimo y medio similares a los observados en nuestro estudio (IRAIRA, 2013)

Los valores medios de pH observados en este trabajo para los animales del Grupo 3 son superiores a los indicados por otros autores (BARTOLOME *et al* 2005; GARCÍA *et al* 2007; BARTOLOMÉ, 2009; BARTOLOME *et al* 2011; LOMILLOS, 2012) en animales de similares características. Sin embargo el pH ruminal medio es significativamente más alto en los animales del Grupo 1 que en los animales del Grupo 3.

Los registros de pH mínimos se encuentran en el caso de los animales de raza Avileña (Grupos 1 y 2) en el rango considerado por BACH (2003) como de acidosis crónica, mientras que los animales de Lidia (Grupo3) se encuentran en un nivel más bajo, dentro del rango considerado por este mismo autor para la acidosis aguda. Si bien, atendiendo a la clasificación establecida por NAGARAJA y TITGEMEYER (2007), los pH mínimos de los dos grupos de animales Avileños se encontrarían dentro del rango fisiológico, mientras que los animales de Lidia estarían muy próximos al estado fisiológico pero dentro del rango de acidosis subclínica.

Al igual que en el caso de los valores medios de pH, se observan diferencias estadísticamente significativas entre los pH mínimos de los diferentes lotes de animales, siendo menor en el Grupo 3 que en Grupo 1, mientras que los valores de los Grupo 2 se sitúan muy próximos a los del Grupo 3. Por otra parte, los animales del Grupo 1, mostraron tasas de pH máximas más elevadas que los animales del Grupo 3

En contra de lo que inicialmente cabría esperar, en todos los casos (pH medio, pH máximo, y pH mínimo) los valores más elevados se han registrado en los animales del Grupo 1, raza Avileña alimentados con el sistema tradicional de pienso y paja *ad libitum*. En general, a medida que aumenta la proporción de carbohidratos fácilmente fermentables en la ración aumenta, también, la producción de ácidos grasos volátiles (AGVs), disminuye el tiempo de rumia y la producción de saliva de los animales, lo que se traduce en una reducción del pH ruminal (OWENS y GOETSCH, 1988; NOCEK, 1997). Por el contrario, en el presente estudio se ha observado un pH significativamente menor, más ácido, en los animales alimentados mediante un sistema *unifeed* (Grupos 2 y 3), en el que la parte fibrosa y concentrada de la ración se suministran conjuntamente (Tabla 2). Estas observaciones concuerdan con los resultados obtenidos por LOMILLOS (2012) en un trabajo realizado con ganado de Lidia, donde los animales alimentados con pienso y paja tenían unos valores de pH superiores a los que recibían una alimentación *unifeed* (6.29 frente a 5.96, respectivamente), y un menor grado de lesiones apreciables a nivel histológico en la mucosa ruminal.

La hora a la que se alcanzan los pH mínimos también es diferente entre los animales alimentados con pienso (Grupo 1), que adquieren los valores mínimos de pH en torno a las 13:15 del mediodía, y los animales alimentados con *unifeed* (Grupos 2 y 3), cuyo pH mínimo se alcanza 3 horas más tarde (pasadas las 16:00 horas). En cambio no se aprecian diferencias en la hora a la que se registran los pH máximos, encontrándose en todos los casos a primera hora de la mañana, justo antes del suministro de alimento en los grupos 2 y 3, coincidiendo con lo publicado por BACH en 2002.

La evolución del pH ruminal medio de los animales pertenecientes a los diferentes grupos experimentales, a lo largo del día se muestra en la Figura 1. Se observa que los individuos que recibieron concentrado o pienso y paja (Grupo 1) tienen un pH medio más estable y elevado a lo largo del día (aunque con subidas y bajadas) que el resto de sujetos experimentales. Por el contrario, los dos Grupos restantes (2 y 3) que recibieron una ración *unifeed*, sufren un descenso mantenido del pH medio desde que se suministra el alimento y hasta última hora del día si bien, en general, los valores de pH medios para el grupo de los Avileños (Grupos 1 y 2) es más elevado que para los de Lidia (Grupo 3). Esto determina que la hora media a la que se alcanza el pH mínimo sea posterior en estos animales en comparación con aquellos que recibieron pienso y paja separadamente (Grupo 1). Estas diferencias en la evolución del pH a lo largo del día pueden estar relacionadas, muy probablemente, con el patrón de comportamiento de ingestión de alimento (SCHWARTZKOPF-GENSWEIN *et al.*, 2003).

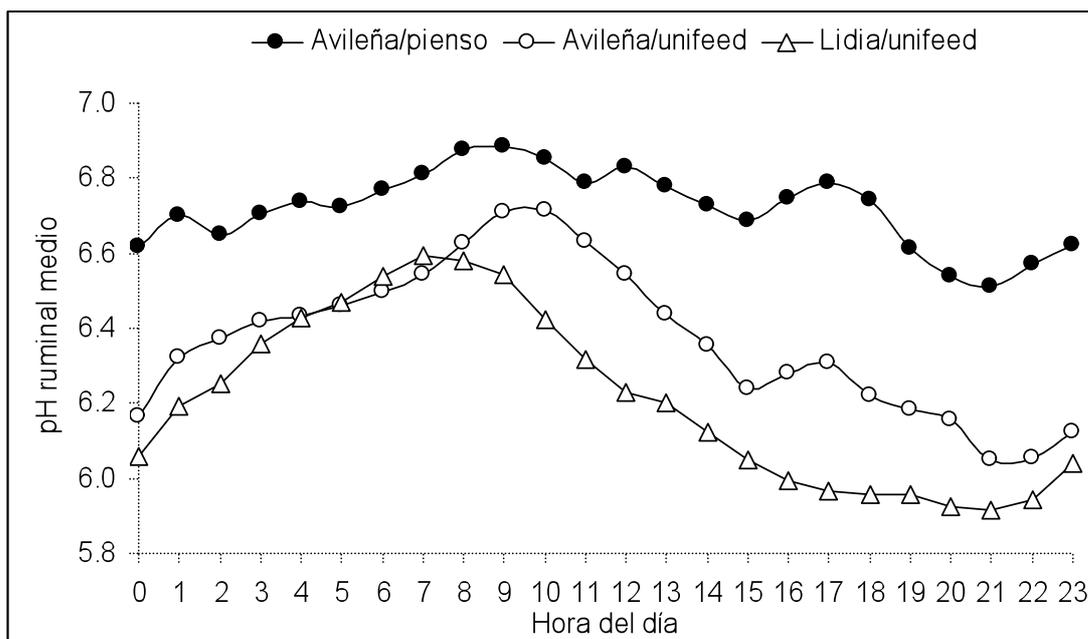


Figura 1. Evolución del pH ruminal medio a lo largo del día para los diferentes grupos de animales.

Cuando se analiza el tiempo (minutos al día) que el rumen de los animales pasa en los diferentes rangos de pH, se observa una clara diferencia en los comprendidos entre 6.2 y 5.4 entre los animales de raza Avileña (Grupos 1 y 2) y los de Lidia (Grupo 3), siendo estos últimos los que pasan más tiempo por debajo de dichos valores (Figura 2). Así pues, los animales del Grupo 1 son los que permanecen menos tiempo (160 minutos) por debajo de los valores de pH fisiológicos, mientras que los animales del Grupo 2 se sitúan en una posición intermedia, permaneciendo durante 251 minutos con valores de pH < 6.2. Sin embargo, los animales del Grupo 3 son los que alcanzaron pH compatibles con el padecimiento de la acidosis ruminal durante periodos de tiempo más amplios (614 minutos, Figura 2).

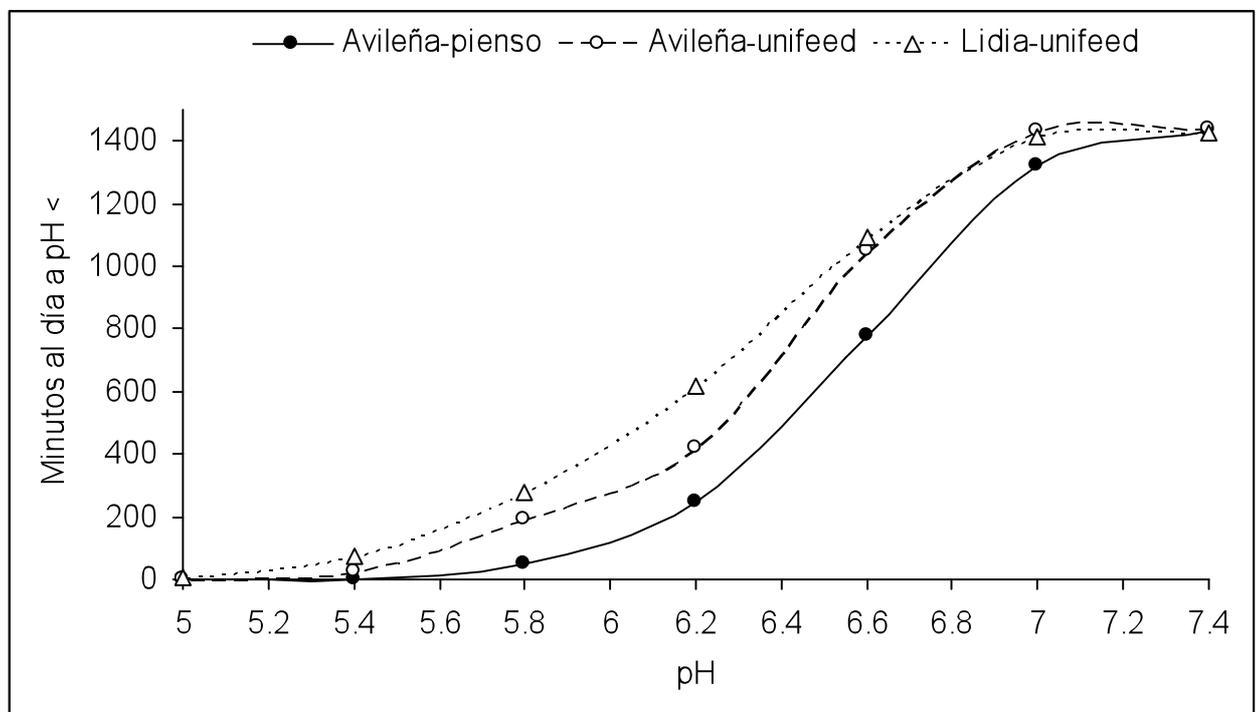


Figura 2. Tiempo (min) diario que el rumen de cada uno de los Grupos está por debajo de los valores de pH críticos.

Todas estas observaciones ponen de manifiesto que, los animales sometidos a un engorde intensivo en un cebadero industrial (Grupos 1 y 2), independientemente del sistema de alimentación utilizado, tenderían a presentar un menor riesgo de sufrir acidosis ruminal que los individuos del Grupo 3, sometidos a un engorde en libertad en su entorno natural, pese a estar recibiendo raciones *unifeed*.

CASAMIGLIA *et al.* (2003) consideran que el manejo de la alimentación puede resultar más importante que la composición de la ración o las estrategias nutricionales sobre el pH ruminal y el consiguiente riesgo de acidosis. Conviene destacar que el manejo habitual de los animales puede haber resultado determinante: en el caso de los animales de Lidia (Grupo 3), la superficie disponible es muy amplia (17 hectáreas) de manera que pueden permanecer una gran parte del tiempo alejados del punto de suministro del alimento, lo que favorecería que se produjera una reducción en el número de ingestas a lo largo del día y un aumento del volumen de cada una de ellas, con lo cual se dificultaría la regulación del pH ruminal. En este caso, la ganadería donde se realizó el estudio distribuye el alimento a primera hora de la mañana y éste permanece en el comedero durante todo el día. Sin embargo, pudo haber diferencias en el patrón de ingestión entre animales, debido a causas intrínsecas del propio animal, fenómenos de competencia entre individuos por el acceso al mismo y las propias jerarquías que se establecen en la manada. Así, la distribución del alimento en momentos puntuales, aún con espacio suficiente en el comedero para todos los animales, favorece que se reduzca la frecuencia de uso y se incremente la cantidad de alimento ingerida de cada vez; esto puede dar lugar a una desregulación de los mecanismos para

mantener las condiciones ruminales óptimas (GONZÁLEZ *et al.*, 2008; KAUFMAN *et al.*, 1980; SCHWARTZKOPF-GENSWEIN *et al.*, 2003). Además, el suministro del alimento en una sola toma diaria es considerado como inapropiado por algunos autores (OWENS *et al.*, 1998; DE BRABANDER *et al.*, 2002), quienes sugieren que un mayor número de tomas al día (6 de media) da lugar a una mayor estabilidad de la producción de AGVs y, por consiguiente, del pH ruminal.

Cuando el aporte de paja es *ad libitum* y de forma separada del pienso, los animales consumen una cantidad importante de fibra larga a lo largo del día y ello contribuye, de forma positiva a paliar los efectos de la acidosis, generada por la administración de concentrado con altos porcentajes de proteína y almidón (LOMILLOS 2012). En el presente estudio este hecho puede haber contribuido a resaltar las diferencias que se observan en los valores de pH medios, pese a que la estimación de la ingestión de fibra neutro detergente haya sido considerablemente mayor para el Grupo 3 (un 30 y un 45% superior a los grupos 1 y 2, respectivamente). La presencia de fibra en forma larga en la ración contribuye al mantenimiento y funcionamiento del rumen (llenado y estímulo de las contracciones) y de las condiciones químicas (pH) del medio ruminal. En este sentido, existe una relación lineal positiva entre el tamaño de la fibra y los valores de pH, es decir, a medida que se aumenta el tamaño de partícula del forraje suben los registros de pH (VÁZQUEZ *et al.*, 2005). Un incremento del tamaño de partícula prolonga el tiempo dedicado a la masticación y por consiguiente, la producción de saliva (GRANT *et al.*, 1990; VÁZQUEZ *et al.*, 2005), lo que puede, además, conllevar un acrecentamiento de la ingestión de concentrado (PEREIRA *et al.*, 2006). En este caso, la fibra

añadida en el sistema *unifeed* será siempre de menor tamaño que aquella suministrada a los animales alimentados con el sistema tradicional (pienso + paja), donde la principal fuente de fibra es la paja de cereal presentada en forma de paca, asegurando de esta manera el aporte de fibra larga. Por tanto, la reducida dimensión de las partículas del forraje que implica la fabricación de la ración total mezclada en el carro *unifeed* podría influir en el control del pH, al no estimular suficientemente la masticación y la rumia (ALLEN, 1997; BACH, 2002).

En la Tabla 3 aparecen recogidos los registros de los valores medios de temperatura ruminal. Este parámetro es, para diferentes autores (VAN LIER, 2008; YOKOHAMA y JOHNSON, 1988), otro de los factores que condicionan la actividad de la microbiota ruminal. Producto de las reacciones químicas dentro del rumen y de la regulación homeotérmica del rumiante, la temperatura ruminal se mantiene habitualmente entre 38 °C y 42 °C, 1 o 2 grados por encima de la temperatura corporal del animal (VAN LIER, 2008; YOKOHAMA y JOHNSON, 1988), debido a la enorme cantidad de procesos metabólicos que se producen en él, si bien se pueden observar descensos de la temperatura ruminal tras la ingesta de agua o forraje frío. Ni los valores medios, ni los máximos registrados en nuestro caso son excesivamente altos como para ser indicativos del desarrollo de patologías o infecciones que pudieran afectar al estado de los animales.

Tabla 3. Valores medios de temperatura ruminal (T^a) y número de ingestas de agua en toros de las razas Avileña-Negra Ibérica y de Lidia alimentados con diferentes raciones.

Sistema de alimentación	Raza Avileña-Negra Ibérica		Raza Lidia		d.e.r.	Nivel P
	Pienso	Unifeed	Unifeed	Unifeed		
	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3			
T ^a media	38.8	38.8	38.8	0.30	n.s.	
T ^a máxima	39.7	39.7	40.0	0.25	n.s.	
pH a T ^a máxima	6.57 ^c	6.25 ^b	5.99 ^a	0.209	**	
Hora a T ^a máxima	12:26 ^{ab}	9:29 ^a	16:00 ^b	3:34	t	
T ^a mínima	34.1 ^b	34.4 ^b	31.9 ^a	1.21	*	
pH a T ^a mínima	6.70 ^b	6.46 ^b	6.07 ^a	0.185	**	
Hora a T ^a mínima	11:14 ^a	12:34 ^{ab}	14:16 ^b	1:12	*	
Tiempo (min/día) a T ^a <						
39,0	719	669	630	332.4	n.s.	
39,4	255	211	318	235.8	n.s.	
39,8	39	28	138	106.5	n.s.	
Nº ingestas de agua	4.8 ^a	4.2 ^a	2.7 ^b	0.98	*	

d.e.r.=desviación estándar residual. Nivel P: n.s.=P>0.10; *=P<0.05; **=P<0.01.

La hora a la que se adjudica el registro de las temperaturas mínima y máxima (así como los valores de pH asociados a éstas) se deduce a partir de los registros de las temperaturas mínimas y máximas de cada animal en cada día, mostrando en la Tabla 3 los valores extremos de cada grupo. Estos datos representan valores extremos por lo que deben ser interpretados con precaución y no pueden considerarse como representativos en si mismos de lo que ocurre a lo largo del día, sino de lo que puede acontecer en momentos puntuales.

Así pues, no se observaron diferencias en los valores de las temperaturas medias y máximas registradas entre los tres grupos considerados. Sin embargo, los animales de Lidia (Grupo 3) mostraron temperaturas mínimas muy por debajo de las observadas en el caso de los animales criados en cebadero (Avileños). Como ya se ha descrito en la sección de material y métodos, los descensos en la temperatura ruminal, en condiciones normales, están relacionadas con los momentos en los que los animales beben agua. En este trabajo, se ha observado que el número de ingestas de agua estimadas a partir de la temperatura ruminal (DYE y RICHARDS, 2008) es de 2-3 al día para los de Lidia (Grupo 3), frente a las 4-5 para los Avileños (Grupos 1 y 2). Así pues, el menor número de veces que los animales de Lidia beben agua, respecto a los Avileños, puede verse compensado con un mayor volumen de agua ingerida en cada una de ellas, lo que ayudaría a explicar el mayor descenso en la temperatura ruminal que se aprecia en este grupo de individuos.

Estas observaciones concuerdan con lo indicado por VIDAURRETA (2012), quien señaló que los animales en pastoreo prefieren consumir agua varias veces al día, alternando con momentos de consumo de alimento, si bien la frecuencia con la que el animal bebe está condicionada por la distancia a la que se encuentra el agua en relación con la zona de alimentación. Aunque es cierto que los animales en pastoreo (Grupo 3) consumen agua varias veces al día, tal y como indica VIDAURRETA (2012), son los sujetos estabulados (Grupos 1 y 2) los que lo hacen un mayor número de veces, quizás debido a la proximidad al punto del agua, ya que los animales de lidia disponen de una

mayor superficie por la que moverse, pueden alejarse más de los puntos de agua disponibles y, por consiguiente, beber un menor número de veces al día.

El valor de pH al cual se registra la temperatura ruminal más alta es significativamente diferente para los tres grupos, así los animales del Grupo 1 son los que registran su temperatura más alta a un pH más alto, frente a los animales del Grupo 3 que registran su temperatura más alta a un valor de pH inferior. Los valores de pH registrados cuando la temperatura es máxima no son más que un reflejo del estado general del rumen y de los valores de pH medios: más elevado en el Grupo 1 y más bajo en el Grupo 3. Por otra parte, si en general los pH medios, máximos y mínimos son diferentes entre los grupos, cabe esperar que cuando la temperatura es máxima, el rumen tenga una actividad fermentativa elevada y por tanto las diferencias entre los valores de pH de los tres grupos se mantengan o incluso se acentúen.

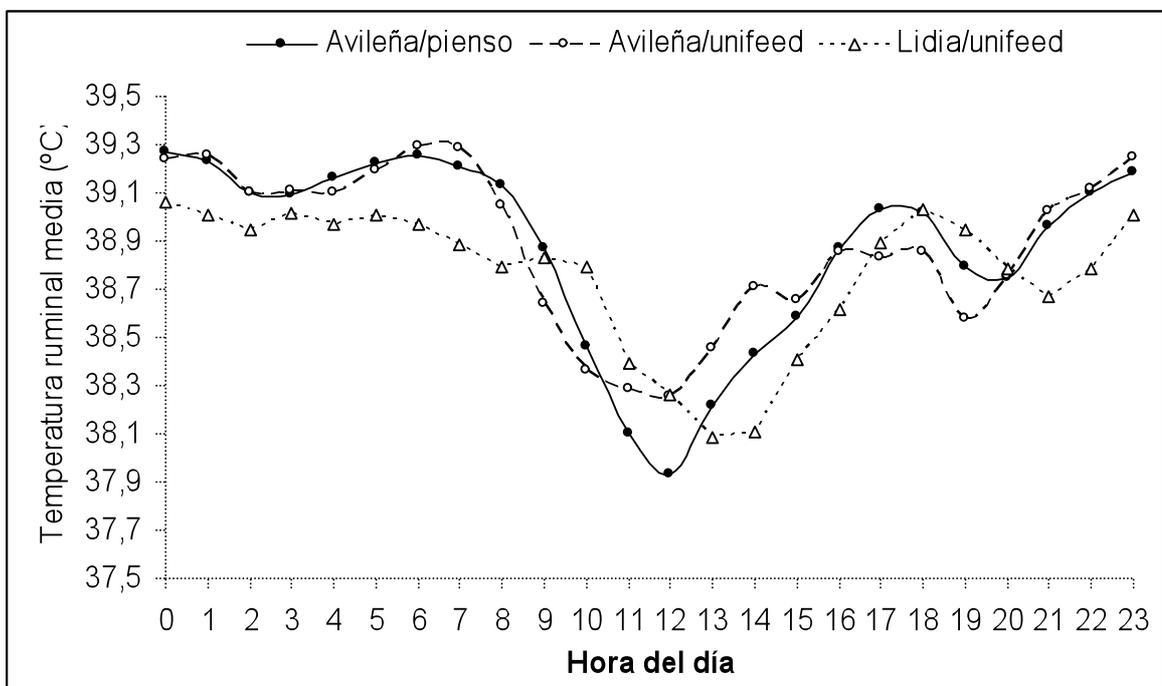


Figura 3. Evolución de la temperatura ruminal media de los tres grupos experimentales a lo largo del día

Aunque, en nuestro caso, cuando los valores de temperatura ruminal son mínimos, por debajo del rango considerado como fisiológico (VAN LIER, 2008), los valores de pH se sitúan dentro del rango fisiológico descrito por BACH (2003), también cabe destacar que los valores de pH mínimos diarios (resultado de la intensa actividad fermentativa) se observan, en todos los casos, en las horas posteriores a la temperatura ruminal mínima.

Los valores de temperatura media ruminal a lo largo del día (Figura 3) están calculados a partir de los datos medios para cada animal y cada hora de cada día, promediados posteriormente para cada animal y cada hora. En la representación gráfica se considera la media de los animales de cada grupo. Estos datos pueden considerarse como representativos de lo que ocurre, de media, a lo largo del día. En cada grupo de animales se registró el valor más alto de temperatura ruminal media a una hora diferente (Figura 3). Así, en los de raza Avileña se observó la temperatura ruminal media más alta a primeras horas de la mañana frente a los de Lidia, en los que este valor se registró durante la tarde (18:00).

Para BACH (2002) la temperatura y el agua consumida, junto a otros factores antes mencionados, pueden influir en la presentación de una potencial acidosis ruminal. Así, no recomienda que los animales que reciban raciones con alto riesgo de inducir acidosis consuman agua durante las primeras horas después de la ingestión de la ración, ya que este comportamiento facilita la producción de ácido a nivel ruminal.

2.4.5.- CONCLUSIONES

Los valores medios de pH registrados en los tres grupos experimentales considerados se sitúan dentro de un rango que podría considerarse como fisiológico. Los valores de pH medio son más altos en el grupo de los Avileños alimentados con pienso, y los más bajos corresponden al grupo de Lidia alimentado con una mezcla *unifeed*. Se aprecia un descenso en los valores de pH a lo largo del día más pronunciado en el caso de los animales alimentados con mezcla *unifeed*.

El engorde intensivo en un cebadero industrial (Avileños), independientemente del sistema de alimentación utilizado, parece ser más respetuoso con el ambiente ruminal que un cebo o acabado en libertad en su entorno natural (Lidia).

No se observaron diferencias entre los tres grupos considerados en lo que se refiere a las temperaturas ruminales medias y máximas; sin embargo los animales criados en cebadero (Avileños) mostraron temperaturas mínimas más elevadas y un mayor número de ingestas de agua que los criados en libertad (Lidia).

2.4.6.- AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido cofinanciado por Garcisan Distribuciones S.L a través del proyecto titulado: "Monitorización del ambiente ruminal durante la fase de remate del toro de Lidia" y por el Convenio de colaboración CO09-073 entre el INIA y el Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León' (Consejería de Agricultura y Ganadería, Junta de Castilla y León).

Agradecemos a la Asociación Española de la Raza Avileña-Negra Ibérica y a la ganadería “Puerto de San Lorenzo” la cesión de sus animales e instalaciones.

2.4.7.- BIBLIOGRAFIA

ALLEN, M.S. 1997. Relationship between fermentation acid production in the rumen and the requirement for physically effective fiber. *Journal Dairy Science* 80. Pp 1447-1462.

AOAC. 2003. Official methods of analysis. *17th ed. AOAC International*, Gaithersburg, Maryland, USA.

BACH, A. 2002. Trastornos ruminales en el vacuno lechero: un enfoque práctico. *Curso de especialización FEDNA XVII*, 4 y 5 de noviembre de 2002, Barcelona. Pp 119-142

BACH, A. 2003. Trastornos ruminales en vacuno lechero: un enfoque práctico. *Producción Animal*, 191. Pp 13-33.

BARTOLOMÉ, D.J; ALONSO, M.E.; GARCÍA, J.J; POSADO, R.; OLMEDO, S.; GAUDIOSO, V.R. 2005. Correlación entre el pH sanguíneo, el pH ruminal y diversos parámetros hemáticos de reses de lidia. EN: *LIBRO DE ACTAS DEL VII SYMPOSIUM DEL TORO DE LIDIA*. Pp 257-261.

BARTOLOMÉ, D.J; POSADO, R.; GARCÍA, J.J; ALONSO, M.E.; GAUDIOSO, V.R. 2011. Acidosis ruminal en el toro bravo. *Albétar*, 148. Pp 14-16.

BARTOLOMÉ, D.J. 2009, Tesis doctoral: *Influencia de la acidosis ruminal en el síndrome de caída y la respuesta etológica del toro de Lidia en la plaza*. Universidad de León.

BODAS, R.; POSADO, R.; BARTOLOMÉ, D.J.; TABERNERO DE PAZ, M.J.; HERRÁIZ, P.; REBOLLO, E.; GÓMEZ, L.; GARCÍA, J.J. 2014. Concentrate and maize silage based diets for fattening calves: effects on

- ruminal pH and animal performance. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 74 (3.: Pp 280-285.
- CALSAMIGLIA, S.; BLANCH, M.; FERRET, A. Y MOYA, D. 2012. Is subacute ruminal acidosis a pH related problem. Causes and tools for its control. *Anim. Feed Sci. Technol.* 172: 42-50.
- CALSAMIGLIA, S.; FERRET, A. 2003. Fisiología ruminal relacionada con la patología digestiva: acidosis y meteorismo. *Producción Animal*, 192. Pp 2-23.
- COMPAN, H.; ARRIOLA, J. 1998. Acidosis ruminal en el toro de Lidia (III). *Toro Bravo*, 15. Pp 30-33.
- DE BRABANDER, D.L.; DE BOEVER, J.L.; VANACKER, J.M.; GEERTS, N.E. 2002. Evaluation and effects of physical structure in dairy cattle nutrition. En: Kaske, M., Scholz, H., Höltershinken, M. (Eds), Recent developments and perspectives in bovine medicine. *XXII World Buiatric Congress. Klinik für Rinderkrankheiten*, Hannover. Pp. 182-197.
- DE VETH, M.J.; KOLVER, E.S. 2001. Diurnal variation in pH reduces digestion and synthesis of microbial protein when pasture is fermented in continuous culture. *Journal Dairy Science*, 84. Pp 2066-2072.
- DYE, T.K.; RICHARDS, C.J.; 2008. Effect of water consumption on rumen temperature. *Journal Animal Science* 86: Pp 114.
- GARCÍA, J.J.; BARTOLOMÉ, D.J.; ALONSO, M.E.; POSADO, R.; OLMEDO, S.; GAUDIOSO, V. 2005. Lesiones anatomopatológicas relacionadas con la Acidosis Ruminal encontradas en reses de Lidia. En : Libro de actas del VII Symposium del Toro de Lidia. Pp 307-309.
- GARCÍA, J.J.; BARTOLOMÉ, D.J.; ALONSO, M.E.; POSADO, R.; GÓMEZ, L.; GAUDIOSO, V. 2007. Influencia del sistema de alimentación sobre

- diversos parámetros indicadores de acidosis ruminal en el toro de Lidia.
EN: Libro de actas del *VIII Symposium del Toro de Lidia*. Pp 161-165.
- GASTEINER, J.; FALLAST, M.; ROSENKRANZ, S.; HÄUSLER, J.; SCHNEIDER, K.; GUGGENBERGER, T. 2009. Measuring rumen pH and temperature by an indwelling and data transmitting unit and application under different feeding conditions. Proceedings *Livestock Precision Farming*, Wageningen Publishers. Pp 127-133.
- GÓMEZ -PEINADO, A. 2001. Acidosis ruminal y su incidencia en la lidia. Libro de ponencias de las "*II Jornadas sobre Ganado de Lidia*". Pp 137-147.
- GONZÁLEZ, L.A.; MANTECA, X.; CALSAMIGLIA, S.; SCHWARTZKOPF-GENSWEIN, K.S.; FERRET, A. 2012. Ruminal acidosis in feedlot cattle: Interplay between feed ingredients, rumen function and feeding behavior (A review). *Animal Feed Science and Technology*. 172. Pp 66-79.
- 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 pen with two and eight individual pen concentrate feeding place. *Journal Animal Science* 86. Pp 1446-1458.
- GRANT, R.J.; COLENBRANDER, V.F.; MERTENS, D.R. 1990. Milk fat depression in dairy cows: role of silage particle size. *Journal Dairy Science*, 73. Pp 1834-1842.
- IRAIRA, S. 2013. *Incorporación de fuentes de fibra no forrajera en raciones mixtas completas para terneros en cebo intensivo*. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona, España.

- JIMENO, V.; MAJANO, M.A.; MAZZUCHELI, F.; MIRAT, F. 2004. Patologías nutritivas en la terminación del toro de Lidia. *VI Symposium del Toro de Lidia. Zafra*. Pp. 51-61.
- KAUFMAN, W.; HAGEMEISTER, H.; DIRKSEN, G. 1980. Adaptation to changes in dietary composition, level and frequency of feeding. En: *Digestive Physiology and Metabolism in Ruminants*. Ed. Y. Ruckebusch and P. Thivend. Westport, Ct.: AVI Publishing. Pp 587-602.
- LOMILLOS, J.M. 2012. *Aplicación de nuevas tecnologías a la caracterización, cría y cuidado del ganado de Lidia*. Tesis doctoral. Universidad de León.
- LOMILLOS, J.M.; ALONSO M.E.; GAUDIOSO, V. 2013. Análisis de la evolución del manejo en las explotaciones de toro de Lidia. *Desafíos del sector ITEA. Vol. 109 (1)*. Pp 49-68
- NAGARAJA, T.G.; TITGEMEYER, E.C. 2007. Ruminal acidosis in beef cattle: the current microbiological and nutritional outlook. *Dairy Science Journal*, 90. 17-38.
- NOCEK, J. E. 1997. Bovine acidosis: implications on laminitis. *Journal Dairy Science*, 80. Pp 1005-1028.
- OWENS, F. N.; GOETSCH, S.L. 1988. Fermentación ruminal. En: *El Rumiante. Fisiología Digestiva y Nutrición*. D. C. Church, Ed. Acribia. Zaragoza, España. Pp 159–189
- OWENS, F.N.; SECRIST, D.S.; HILL, W.J.; GILL, D.R. 1998. Acidosis in cattle: a review. *Journal Animal Science*, 76. Pp 275-286.
- PEREIRA, V; VÁZQUEZ, P.; HERNÁNDEZ, J.; CASTILLO, C.; MÉNDEZ, J.; LÓPEZ-ALONSO, M.; BENEDITO, J.L. 2006. Patogenia e implicaciones clínicas del síndrome acidótico en terneros de cebo. *Producción Animal*, 22.: Pp 22-35

- POSADO, R.; BODAS, R.; TABERNERO DE PAZ, M.J.; BARTOLOMÉ, D.J.; HERRÁIZ, P.; GARCÍA, J.J. 2013. Cebo de terneros con unifeed o pienso y paja: efecto sobre el rendimiento y el ambiente ruminal. XIV *Jornadas sobre Producción Animal, Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario. Zaragoza (España). Tomo I.* Pp 261-263.
- SAUVANT, D.; MESCHY, F.; MERTENS, D. 1999. Les composantes de l'acidose ruminale et les effets acidogènes des rations. *INRA Productions Animales*, 12 (1). Pp 49-60.
- SCHWARTZKOPF-GENSWEIN, K.S.; BEAUCHEMIN, K.A.; GIBB, D.J.; CREWS, D.H.; 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. *Journal of Animal Science* 81 (Suppl. 2). Pp 149–158.
- VÁZQUEZ, P.; PEREIRA, V.; HERNÁNDEZ, J.; CASTILLO, C.; MÉNDEZ, J.; LÓPEZ-ALONSO, M.; BENEDITO, J.L. 2005. Acidosis crónica en terneros: nuevas pautas de prevención. *Producción Animal*, 216. Pp 4-15.
- VAN LIER, E.; REGUEIRO, M. 2008. Digestión en retículo-rumen. En: *Curso de anatomía y fisiología animal departamento de producción animal y pasturas*. Facultad de Agronomía de Montevideo, Uruguay. Disponible en: <http://prodanimal.fagro.edu.uy/cursos/AFA/TEORICOS/Repartido-Digestion-en-Reticulo-Rumen.pdf> (30 de marzo de 2014).
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74: Pp 3583-3597.

VAZ, F. 2002. La alimentación y su influencia en las caídas de los toros. *IV Congreso Mundial Taurino de Veterinaria*, 28 al 30 noviembre 2002, Salamanca, España, pp 53-61.

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

YOKOYAMA, M.T.; JOHNSON, K.A. 1988. Microbiología del rumen e intestino. En: *El rumiante. Fisiología digestiva y nutrición*. (Ed. Acribia). Pp 112-131.



Foto: Pedro Luis Martín

PROCOLO 2.5.- Efecto de las condiciones climáticas sobre el ambiente ruminal en ganado de Lidia.

EFFECTO DE LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS SOBRE EL AMBIENTE RUMINAL EN GANADO DE LIDIA

2.5.1.- RESUMEN

El objetivo de este trabajo ha sido el estudio de la relación entre los parámetros meteorológicos (humedad, precipitación, temperatura y velocidad del viento) y las condiciones (pH y temperatura) del ambiente ruminal del ganado de la raza de Lidia en libertad. Se han utilizado 5 toros cuatreños de dicha raza. Todos los animales recibieron la misma alimentación, aproximadamente 10 kg/animal y día de mezcla *unifeed* (proporción paja:concentrado de 33:66 suministrada mediante carro mezclador una vez al día. Los toros disponían de un espacio cercado de 17 ha de terreno adehesado. El pH y la temperatura ruminal se midieron, de forma continua, usando una sonda interna de pH y temperatura inalámbrica. Los datos de temperatura, humedad, precipitación y velocidad del viento han sido proporcionados por la AEMET (Agencia Estatal de Meteorología). Las correlaciones se realizaron utilizando el software SPSS 16.0 para Windows.

Se ha observado que la precipitación, la humedad y la temperatura ambiental tienen cierta influencia sobre el ambiente ruminal. Por su parte, la velocidad del viento no parece influir sobre el ambiente ruminal.

2.5.2.- INTRODUCCIÓN

La raza de lidia es una raza autóctona española que se caracteriza por su rusticidad y demanda una crianza en estado silvestre de semicautividad, en régimen de manadas en las que se establecen jerarquías y una marcada territorialidad (FERNÁNDEZ, 2005).

La explotación de esta raza se realiza en un sistema extensivo en permanente contacto con la naturaleza y su entorno bioclimático (FERNÁNDEZ, 2005). A lo largo de su vida este ganado, permanece en libertad en la dehesa, sin protección o alojamiento artificial alguno y sujeto a un esfuerzo de adaptación a las recurrentes inclemencias meteorológicas, lo que sitúa a los animales en un estado natural de interacción entre la complejidad de los procesos bioquímicos de su propio organismo y el entorno que los rodea (RICHARDS, 1973; YOUSEF, 1985).

A pesar de su explotación extensiva, los toros de lidia reciben una abundante ración suplementaria, cuyo objetivo es suministrar una cantidad suficiente de proteína y energía, así como de vitaminas, minerales, con el objetivo rematar y prepara los animales para la lidia (ARRIOLA, 1998; CARBONELL Y GÓMEZ, 2001), además de poner a punto una maquinaria fisiológica capaz de realizar un esfuerzo muscular supremo durante los aproximadamente veinte minutos que permanecerá en el ruedo (CARMONA, 1994).

Todos los ganaderos aprecian ventajas en el aporte de concentrado, sobre todo para garantizar una ganancia de peso, pero asocian a ello algunos inconvenientes, relacionados fundamentalmente con la aparición de la acidosis ruminal.

BARTOLOMÉ (2009) puso de manifiesto la presencia de esta patología en ganado de Lidia con una incidencia variable en función del tipo de lesión observada. Así, un 58.5% de las reses se lidiaron con valores de pH ruminal compatibles con el padecimiento de algún tipo de acidosis, la mayoría de carácter crónico; un 27% presentaron alguna afección hepática y un 71% paraqueratosis en la mucosa ruminal.

Ante esta evidencia los ganaderos intentan mejorar la alimentación ajustando las raciones para tratar de mantener el ambiente ruminal dentro de los parámetros fisiológicos, si bien desconocemos en qué medida otros factores externos, como el clima y las condiciones ambientales, pueden tener un potencial efecto sobre la fisiología ruminal.

La influencia del clima sobre el ganado bovino ha sido reconocida desde hace tiempo (JOHNSON 1987). Así, la fisiología, el comportamiento y la salud del ganado están marcadamente influidos por el medio ambiente en el cual viven (BALLING, 1980; MAFF, 2000) y sus efectos sobre los animales están mediados por cambios metabólicos, fisiológicos y etológicos, siendo más o menos acentuados en función de factores como raza, edad, nivel productivo y características individuales (JOHNSON, 1987).

El principal problema climático observado lo constituye el efecto asociado de lluvia y viento ya que ante la combinación simultánea de ambos parámetros los animales dejan de comer (BROSH *et al.*, 1998). Para valorar el

efecto conjunto de estos agentes meteorológicos existen diferentes indicadores, como el índice de temperatura y humedad (ITH); (VALTORTA y GALLARDO, 1996), la sensación térmica o temperatura aparente (SIPLE y PASSEL, 1945) y el índice de enfriamiento (SIPLE, 1948, citado por ABREU 2009). Para hacer frente a las condiciones climatológicas adversas los animales modifican sus mecanismos fisiológicos y de comportamiento al objeto de mantener su temperatura corporal dentro de un rango normal. Como consecuencia, es posible observar alteraciones en el consumo de alimento y el comportamiento. Cambios que se ven acentuados bajo condiciones extremas de frío o calor (ARIAS, 2006) que, incluso, podrían tener una influencia directa sobre el ambiente ruminal, tal y como indican diferentes autores (COLLIER, 1982; JOHNSON, 1987; FRANK *et al.*, 2001; HAHN *et al.*, 2003; NIENABER *et al.*, 2003; GIANESELLA, 2012). Así y todo, el potencial impacto de dichas variaciones en el ganado de Lidia, paradigma de la cría en condiciones de libertad a merced de las condiciones ambientales, apenas ha sido estudiado.

Tradicionalmente la única manera de proceder a la medida y valoración del pH ruminal en condiciones de campo, era mediante una tira reactiva, o en el mejor de los casos mediante un peachímetro, siendo preferible la utilización del segundo dada su mayor precisión (CORBERA *et al.*, 2004). En cualquier caso, para iniciar los procedimientos de dicha determinación, previamente es necesario obtener una muestra de líquido ruminal, mediante sondaje ororruminal, fistulización ruminal permanente y/o ruminocentesis. En este sentido GARRET *et al.* (1999) opinan que la ruminocentesis es la forma más indicada y que puede diagnosticarse acidosis ruminal cuando el pH del líquido ruminal obtenido por éste método es igual o inferior a 5.5. En su opinión, dicho valor correspondería con un pH real en el rumen de 5.8, ya que las muestras obtenidas por dicho procedimiento son aproximadamente 0.3 unidades más bajas que las tomadas directamente sobre el rumen. Para ARRIOLA (1998), valores de pH menores de 5.8 en muestras de líquido ruminal obtenido por ruminocentesis también son indicativos de acidosis ruminal en toros de Lidia.

Cualquiera de los métodos indicados para la toma de una muestra de líquido ruminal requiere una manipulación que puede ser traumática para el animal, y dos de ellos precisan de una intervención quirúrgica, lo que, por otra

parte, además alteraría las condiciones fisiológicas del animal. En la actualidad se dispone de una nueva metodología para la monitorización del ambiente ruminal de manera continua y a tiempo real mediante una sonda interna sin cables de pH y temperatura (GASTEINER *et al.* 2009).

Por tanto, el objetivo de este trabajo es estudiar la relación entre los parámetros meteorológicos (humedad, precipitación, temperatura y velocidad del viento) y las condiciones (pH y temperatura) del ambiente ruminal del ganado de Lidia en libertad evitando interferencias metodológicas de difícil interpretación.

2.5.3.- MATERIAL Y MÉTODOS

2.5.3.1.- Animales y alimentación

Se han utilizado 5 toros cuatreños de la raza de Lidia. Los animales fueron manejados de acuerdo con los protocolos habituales de la ganadería de origen, situada en el término municipal de Tejeda y Segoyuela (Salamanca). Fueron alimentados con una mezcla de concentrado y forraje denominada comúnmente *unifeed* cuyos ingredientes y composición química se detallan en las Tablas 1 y 2, respectivamente. Todos los animales recibieron la misma alimentación, aproximadamente 10 kg/animal y día de la mezcla indicada, suministrada mediante carro mezclador una vez al día, a primera hora de la mañana. Los animales no disponían de pasto de crecimiento natural en el cercado por lo que se asume que el 100% del consumo de alimento proviene de la mezcla suministrada. El manejo de los animales se realizó de acuerdo con las condiciones establecidas en el *Real Decreto 53/2013* y la *Directiva 2010/63/UE* sobre protección de los animales utilizados para fines científicos, y el *Reglamento (CE) 1/2005*, relativo a la protección de los animales durante el transporte y las operaciones conexas. Los toros disponían de un espacio cercado de 17 ha de terreno adehesado, que les permitiría expresar sus patrones de comportamiento en libertad con plena normalidad. El desarrollo de la parte experimental se realizó entre los meses de septiembre del 2012 y enero del 2013.

Tabla 1. Ingredientes de las raciones utilizadas

	Concentrado	Ración
Ingredientes (%sobre materia fresca)		
Cebada 10.8 4.8	27,00	
Maíz	34,36	
Pulpa de remolacha	10,00	
Sal	0,35	
DDG Maíz	7,00	
Colza 36	10,00	
Soja 44	5,05	
Aceite de soja	1,00	
Carbonato cálcico	1,40	
Fosfato	0,37	
Grasa by pass ¹	1,97	
Corrector vitamínico-mineral ²	0,50	
Buffer ³	1,00	
Concentrado	--	61,91
Paja de cereal	--	33,33
Melaza de caña	--	4,76

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.

Tabla 2. Composición química de la ración

Composición química (% sobre materia seca)	Concentrado	Ración acabada
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

2.5.3.2.- Sondas de pH y temperatura

El pH se midió de forma continua usando una sonda interna sin cables desarrollada y evaluada por GASTEINER *et al.* (2009). El sistema consiste en un dispositivo autónomo medidor de pH y temperatura (SmaXtec animal care sales GmbH, Graz, Austria). Este dispositivo, con unas dimensiones de 132 x 35 mm recoge los valores de pH (0-14 \pm 0,2 unidades) y temperatura (25-50 \pm 0,2°C) cada 10 minutos durante todo el periodo experimental de medición (37 \pm 8,2 días).

Cada aparato o “bolo” fue calibrado usando estándares de pH 4 y 7 antes de ser utilizada. Una vez calibrado, se introdujo con ayuda de un aplicador específico, por vía oral, para ser alojado en el retículo, donde permaneció hasta el sacrificio del animal. La lectura de los datos almacenados en los bolos se realizó mediante un lector móvil de unas dimensiones de 90 x 144 x 32 mm (L x W x H), que dispone de una antena interna, conexión USB mini Tipo B y batería con autonomía para 4 días en uso continuo. El radio para la recogida de datos es de 5-10 m y la descarga de los datos desde el bolo al lector tarda aproximadamente 30 minutos.

Para poder visualizar los datos, el lector debe estar conectado a través del cable USB a un PC / ordenador portátil. El software SmaXtec® pH permite examinar de los datos de medición y de comunicación con este equipo de lectura móvil.

2.5.3.3.- Parámetros meteorológicos

Los datos de temperatura, humedad, precipitación y velocidad del viento han sido proporcionados por la AEMET (Agencia Estatal de Meteorología).

Para el estudio del efecto conjunto de los parámetros meteorológicos sobre los animales se han calculado los siguientes índices:

- **Índice de temperatura y humedad (ITH).** VALTORTA *et al.* (1996):

$$ITH = (1,8 T + 32) - (0,55 - 0,55 HR/100) (1,8 T - 26)$$

- **Sensación térmica o temperatura aparente,** SIPLE y PASSEL (1945):

$$T_{\text{aparente}}(^{\circ}\text{C}) = 33 + (T - 33) * (0.474 + 0.454 \sqrt{V}) - 0.0454 V$$

- **Índice de enfriamiento.** SIPLE (1948) Citado por ABREU (2009)

$$IE = 0,323 * (18,97 * \sqrt{V} - V + 37,62) * (33 - T),$$

donde T es la temperatura ambiental (°C), HR la humedad relativa ambiental (%), T_{aparente} la temperatura aparente y V la velocidad del viento (km/h).

2.5.3.4.- Determinaciones analíticas

Las muestras de alimentos fueron analizadas siguiendo los procedimientos de la AOAC (2003) para evaluar su contenido de materia seca (934.01), cenizas (942.05), proteína bruta ($N \times 6,25$: 976.06) y fibra bruta (962.09). Los estudios analíticos de los piensos y las raciones acabadas se llevaron a cabo en las dependencias de MasterLab España Analytical Services (Tres Cantos, Madrid).

2.5.3.5.- Análisis de los datos

Los datos de temperatura y pH ruminal obtenidos fueron, en primer lugar, promediados para cada día como máximo, mínimo y medio, área bajo la curva y proporción del tiempo en el cual el pH estuvo por 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 absoluto de las desviaciones en el pH por el tiempo (minutos) que el pH está bajo el nivel para cada medida.

Para el análisis de la temperatura se procesaron los datos máximo, mínimo y medio, tiempo por debajo de 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 indica para el pH. El comienzo de un evento de bebida se identificó cuando la temperatura ruminal sufrió un descenso superior a 0,28°C desde la medida anterior; y el final del periodo de bebida se consideró cuando la temperatura cesó de incrementar sus valores durante un periodo de 10 minutos (DYE y RICHARDS, 2008). Se ha realizado un análisis de correlación lineal de Pearson entre las distintas variables mediante el software SPSS 16.0 para Windows (IBM Corp., Nueva York, EUA)

2.5.4.- RESULTADOS y DISCUSIÓN

Los factores físico-ambientales que afectan al ganado fueron definidos por HAHN *et al.*, (2003) y corresponden a una compleja interacción de la temperatura del aire, humedad relativa, radiación, velocidad del viento, precipitación, presión atmosférica, luz ultravioleta y polvo. Este trabajo se va a centrar en el análisis de aquellos parámetros más fácilmente mensurables y cuya influencia podría ser más determinante, como la temperatura, la humedad ambiental, la velocidad del viento y las precipitaciones, y en la relación que dichas variables pudieran tener con los valores de pH y temperatura ruminal.

A continuación se presentan los valores medios para cada uno de los parámetros controlados (Tabla 3).

Tabla3. Valor medio de cada una de las variables en estudio.

	Media	Desv. típ.	Mínimo	Máximo
Tª ruminal	38,88	0,38	38,40	39,30
pH medio	6,22	0,06	6,16	6,29
pH min	5,52	0,05	5,45	5,58
pH max	6,81	0,10	6,70	6,94
Tª ruminal max	40,07	0,30	39,70	40,46
Tª ruminal min.	31,90	1,09	30,70	33,20
Humedad Max	87,55	15,09	35	100
Humedad min	47,65	21,82	7	100
Precipitacion	17	53	0	568
Tª Max.	16,5	8,24	-0,1	35,8
Tª Min.	5,8	5,62	-7,0	19,9
Tª Med.	11,2	6,83	-3,6	27,8
Velocidad del viento	41,66	14,75	15	94

En la Tabla 4 se muestran los coeficientes de correlación entre los valores medios diarios de los parámetros ruminales (pH y temperatura) y los meteorológicos analizados (humedad, precipitación, temperatura y velocidad del viento). Se observa cierta correlación positiva (aunque muy débil) entre la precipitación registrada y el tiempo que el rumen pasa a pH<5,0, la temperatura media y la temperatura mínima del rumen. Se estima que la lluvia disminuye temporalmente el consumo de alimento entre un 10 y un 30%, mientras que la presencia de barro (como consecuencia de la lluvia) lo merma o aminora en un rango del 5 a 30%, según la profundidad del mismo (NRC, 1981). Por tanto, la lluvia caída puede dar lugar a cambios en el patrón de ingestión del alimento, propiciando un menor número de ingestas al día, que pudieran estar asociadas con una reducción del consumo total de alimento. Sin embargo, a pesar de ello, la reducción en el número de comidas por día pudiera ser compensada por un incremento de la cantidad de alimento ingerido en cada una de ellas (LIVHSIN *et al.*, 1995; ROBLES *et al.*, 2007; GONZÁLEZ *et al.*, 2008), provocando una desregulación de los mecanismos fisiológicos relacionados con el mantenimiento del pH ruminal dentro de unos límites de neutralidad (SCHWARTZKOPF-GENSWEIN *et al.*, 2003). Así, la correlación entre los

niveles de precipitación y el tiempo que el rumen soporta los valores de pH más bajos podría pues explicarse por una disminución en el número de ingestas asociada a un aumento de la cantidad de alimento tomado en cada una de ellas.

En cambio, resulta negativa la correlación de la precipitación registrada con el tiempo que pasa el rumen a temperaturas más bajas (relacionadas con los momentos en los que el animal bebe agua), y ello será debido, probablemente, a que los animales tenderán a consumir menos cantidad de agua en los días de lluvia. Ello se explicaría porque la mayor humedad relativa del aire hace que las pérdidas pulmonares de agua sean menores y, por lo tanto, el animal pierda menos agua (CSIRO, 2007).

En cualquier caso, y pese a que ambas correlaciones son significativas, el coeficiente de correlación es bajo. Esto puede ser debido, en primer lugar, a que durante el desarrollo de este protocolo experimental se registraron precipitaciones durante el 20% de los días; además, la diferente intensidad a la que se produjeran las precipitaciones pudo haber contribuido a la variabilidad no explicada.

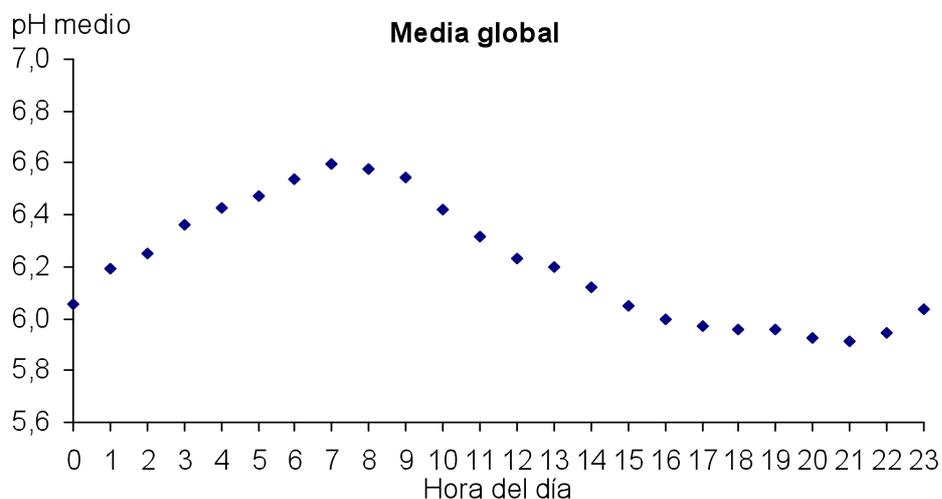


Figura 1. Valor medio del pH a lo largo del día

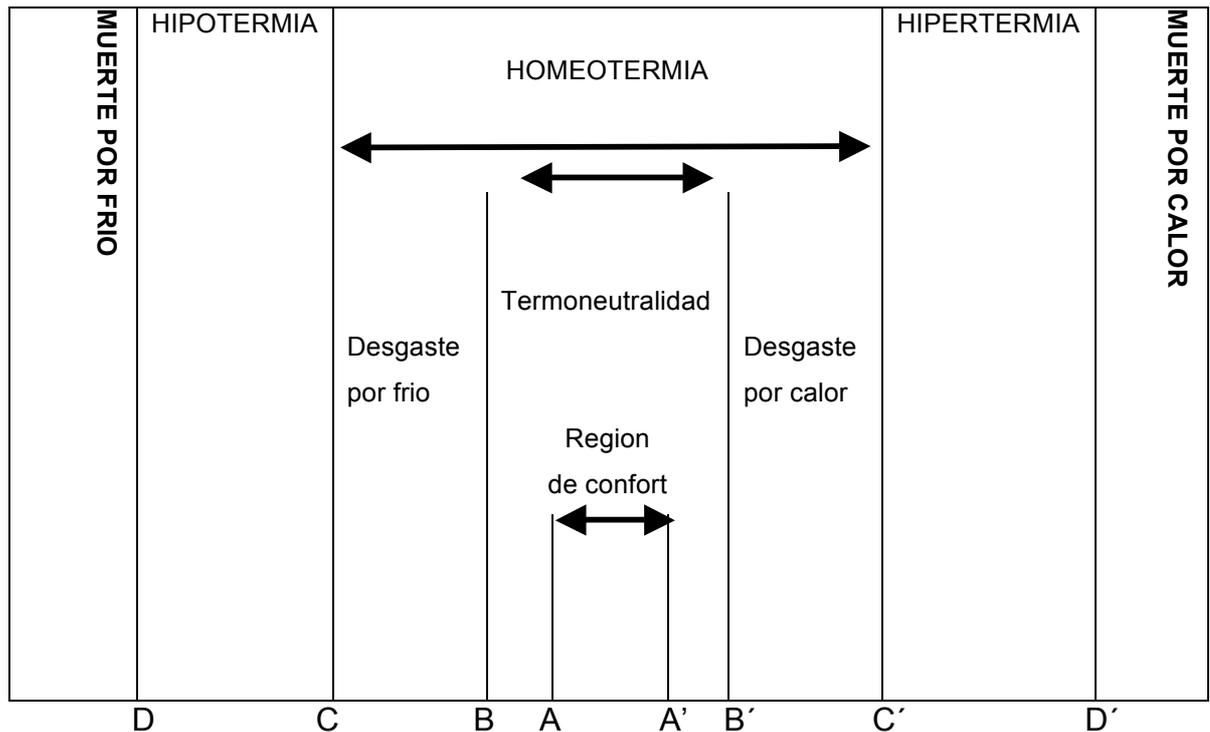
Por otra parte, se observa una correlación positiva entre la humedad ambiental y el tiempo que el rumen está a niveles de pH más bajos, lo cual, en concordancia con la hipótesis planteada, en relación con los registros de precipitaciones, puede estar asociado a un mayor volumen de alimento por

ingesta, a pesar de que la ingestión total de alimento pueda estar disminuida en ambientes con barro y humedad (NRC, 1981). Sin embargo, la relación entre humedad ambiental y temperatura ruminal es inversa: a mayor humedad ambiental, menor temperatura ruminal y menos tiempo pasa el rumen a temperaturas más elevadas, sin que se observe una correlación con el tiempo que el rumen pasa a temperaturas más bajas.

En este sentido, la reducción de la ingesta en ambientes húmedos (NRC, 1981) podría hacer que la temperatura ruminal fuera ligeramente inferior debido a una disminución del metabolismo ruminal (RUSSELL, 1986). Además, en el presente trabajo se constató una correlación negativa y significativa entre la temperatura ruminal media y el tiempo que el rumen pasa a pH más bajos. No obstante, en ganado bovino apenas tiene influencia el nivel de humedad relativa en los rendimientos productivos (producción de carne y/o leche), siempre que las temperaturas se encuentren en la zona de termoneutralidad; sin embargo, cuando las temperaturas se encuentran fuera de la zona termoneutral, las higrometrías elevadas pueden tener un efecto negativo sobre el bienestar animal (RESANO, 2004).

La humedad relativa durante el desarrollo de este estudio (Tabla 3) se sitúa en valores comprendidos entre el 87,55%, para la humedad máxima, y el 47,65% para la mínima, siendo la humedad media del 67,6%, por lo tanto el nivel de humedad se encuentra dentro del rango de control ambiental óptimo indicado por ALDAZ *et al.* (1997).

Por lo que respecta a la temperatura ambiental, para BAVERA y BEGUET (2003) existe un rango de temperatura ambiente dentro del cual la temperatura del cuerpo se mantiene constante con un mínimo esfuerzo de los mecanismos termorreguladores y dentro del cual la sensación de calor o frío está ausente (B' a B), conocida como zona de confort térmico o de termoneutralidad (Figura 2). Esta zona se sitúa entre -1 °C y 16 °C para las razas bovinas de aptitud cárnica habituales de las zonas templadas. El NRC (1991) considera la zona de termoneutralidad para el bovino de raza Holstein en un rango de temperaturas comprendido entre -5 y 27 °C; sin embargo JOHNSON (1986) sitúa la zona de termoneutralidad entre -5 °C y 21 °C, ALDAZ *et al.* (1997), se posicionan en una zona intermedia considerando valores de temperatura comprendidos entre -5 y 25 °C.



B: Temperatura crítica inferior
 B': Temperatura crítica superior

Figura 2. Fuente Resano 2004

La temperatura ambiental tiene una clara influencia sobre la temperatura ruminal. Así, existe una correlación positiva entre ambos parámetros y con los tiempos que el rumen pasa a temperaturas más elevadas (GENGLER *et al.*, 1970), si bien el rango de temperaturas en el que se ha realizado esta prueba se sitúa en la zona de termoneutralidad (temperatura ambiental media de 10°C) por lo que, previsiblemente, no sería necesario que el animal pusiera en marcha mecanismos de compensación. De forma análoga, también se observó una correlación negativa y significativa entre temperatura ambiental y el tiempo pasado por el rumen a temperaturas más bajas.

Parece existir también, una correlación negativa entre la temperatura ambiente y el tiempo que el rumen pasa a pH<5,4. Cuando baja la temperatura ambiente los animales necesitan poner en marcha mecanismos para compensar la pérdida de calor, ya sea a medio y largo plazo a través de estrategias que prevean un incremento en el aislamiento con el medio (mayor

cobertura grasa, pelaje más largo y grueso, etc.), o de manera inmediata y/o a corto plazo con modificaciones en su comportamiento (variaciones posturales para tratar de reducir la exposición de la superficie corporal y con ello la potencial pérdida de calor), cambios fisiológicos (vasoconstricción periférica y piloerección generalizada) o bien produciendo más calor mediante un incremento del consumo de alimento, aunque lo más probable sea una combinación de varios mecanismos (BIANCA, 1968; YOUNG y CHRISTOPHERSON, 1974; YOUNG, 1985; BAVERA, 2003). Además, la activación de los procesos de termogénesis para hacer frente a los ambientes fríos ocasiona una reducción de la digestibilidad de 0,2 unidades por cada grado Celsius, incrementando de esta forma las necesidades de mantenimiento (YOUNG y CHRISTOPHERSON, 1974). Como consecuencia, en estos casos, tanto el consumo de alimento como el de agua pueden verse afectados. Así, los animales aumentan la ingestión de alimento cuando las temperaturas ambientales caen por debajo de la zona termoneutral o, bien, cambian sus dietas a fuentes alimenticias que les permitan obtener la energía extra requerida, para aumentar la producción de calor y satisfacer el incremento de las necesidades de mantenimiento (YOUNG y CHRISTOPHERSON, 1974). De esta manera el animal puede incrementar la producción de ácidos grasos volátiles en el rumen, que daría lugar a una disminución del pH ruminal y, por consiguiente, provocaría que el rumen pase más tiempo a pH más bajos. La alteración en la conducta alimentaria es un fenómeno que se observa en bovinos, generalmente, a muy bajas temperaturas (-10°C) (RAGSDALE *et al.*, 1950, citado por FORBES, 1986). Aunque las temperaturas registradas durante la realización de nuestro estudio no fueron tan extremas, con valores positivos de temperatura pero próximos a los 0 °C, sí podrían tener un efecto sobre la ingestión de alimento. Así, se ha visto que la infusión de agua fría en el rumen (5 °C) produce un aumento del consumo de alimento en un 24% sobre el observado previamente (BHATTACHARYA y WARNER, 1968).

Los resultados obtenidos en el presente trabajo concuerdan con los publicados por GIANESELLA (2012), quien evidenció la influencia que la humedad y la temperatura ambiental tienen sobre el ambiente ruminal.

Por otra parte, el efecto del calor sobre el consumo voluntario de alimento ha sido bien documentado (AMES, 1980; NRC, 1981; BEEDE y

COLLIER 1986; MADER, 2003), de tal manera que se observa una relación inversa entre temperatura ambiental y consumo voluntario de alimento, especialmente cuando se utilizan dietas de alta densidad energética (NIENABER *et al.*, 2003); además, la infusión de agua caliente (49 °C) en el rumen deprime el consumo de pienso en un 9% (BHATTACHARYA y WARNER, 1968). No obstante, esta disminución en la ingestión de alimento no se ve siempre acompañada por un aumento del pH ruminal. Así, de acuerdo con lo propuesto por CHURCH (1974) y KAISER y WENIGER (1994), en corderos fistulados en el rumen y alimentados con paja de avena, o una dieta compuesta de concentrado y heno, observaron que el pH ruminal descendió con el incremento de la temperatura ambiental, independientemente de la dieta, apareciendo un aumento de la concentración de AGVs en el rumen favorecida por las temperaturas elevadas. En este mismo sentido, COLLIER (1982) indicó que el pH ruminal disminuía en condiciones de estrés térmico por altas temperaturas. Este fenómeno podría venir explicado por el hecho de que la digestibilidad total aumenta a temperaturas ambientales altas, porque el tiempo de residencia de la partículas del rumen se prolonga al disminuir la motilidad ruminal debido al estrés calórico (TAJIMA *et al.*, 2007). Asimismo, en situaciones de temperaturas elevadas, el ganado vacuno tiende a disminuir el número de ingestas y a aumentar la cantidad de materia seca consumida en cada una de ellas, con lo que el riesgo de que se acumulen grandes cantidades de ácidos grasos volátiles se incrementa y, por tanto, también aumenta el riesgo de acidosis (BACH, 2002).

Aproximadamente, del 5 al 10 % de la energía suministrada por los alimentos se libera en la fermentación digestiva. Cuando no come, el animal adopta un estado de quietud, debido a que no pastorea, evitando la actividad muscular para disminuir la producción de calor (se estima que un bovino de 450 kg al caminar 1 km en terreno llano consume 215 Kcal) (BAVERA y BEGUET, 2003).

Tabla 4. Coeficientes de correlación (Pearson) entre los valores medios diarios de las variables ruminales y parámetros meteorológicos estudiados.

Parámetros ruminales n=189 (todos)	Parámetros meteorológicos						Velocidad del viento
	Humedad		Precipi- tación	Temperatura			
	Máxima	Mínima		Máxima	Mínima	Media	
pH							
Medio	0.047	-0.062	-0.036	0.009	0.017	0.013	0.076
Mínimo	0.113	-0.022	-0.076	-0.047	-0.064	-0.056	0.070
Máximo	-0.030	-0.085	0.032	0.054	0.081	0.067	0.090
Tiempo (min/día) a pH <							
7,0	-0.057	0.031	0.001	0.028	0.058	0.042	0.031
6,6	-0.086	-0.005	-0.026	0.059	0.064	0.063	-0.042
6,2	-0.084	0.020	0.017	0.041	0.017	0.032	-0.097
5,8	-0.013	0.089	0.064	-0.032	-0.045	-0.039	-0.074
5,4	0.082	0.217**	0.109	-0.194**	-0.165*	-0.189**	0.021
5,0	0.139	0.255**	0.180*	-0.263**	-0.207**	-0.248**	0.032
Temperatura							
Media	-0.133	-0.264**	0.203**	0.404**	0.440**	0.431**	-0.052
Máxima	-0.050	-0.176*	0.037	0.261**	0.248**	0.265**	-0.135
Mínima	-0.094	-0.144*	0.264**	0.335**	0.361**	0.357**	-0.064
Tiempo (min/día) a T ^a >							
39,0	-0.250**	-0.384**	0.128	0.530**	0.527**	0.546**	-0.099
39,2	-0.224**	-0.367**	0.141	0.493**	0.492**	0.509**	-0.083
39,4	-0.174*	-0.301**	0.163*	0.401**	0.418**	0.421**	-0.048
39,6	-0.104	-0.221**	0.154*	0.316**	0.357**	0.343**	-0.032
39,8	-0.066	-0.164*	0.125	0.245**	0.299**	0.275**	-0.028
Tiempo (min/día) a T ^a <							
38,4	0.025	0.095	-0.239**	-0.231**	-0.275**	-0.256**	0.011

- * Correlación significativa a P < 0,05. ** Correlación significativa a P < 0,01.

Por su parte, la velocidad del viento no parece influir sobre el ambiente ruminal, no habiéndose observado una relación estadísticamente significativa entre estos parámetros en las condiciones del presente ensayo. Sin embargo, otros autores indican que en condiciones de bajas temperaturas ambientales el viento sí tiene un efecto negativo, ya que incrementa la pérdida de calor (FOX y TYLUTKI, 1998; KEREN *et al.*, 2006), lo cual podría desencadenar la puesta en marcha de algunos mecanismos de compensación y, por lo tanto el aumento

de consumo de materia seca con el posible efecto que esto puede tener sobre el pH ruminal.

Al analizar toda la información se observa que existe una correlación significativa positiva entre temperatura ruminal e ITH y sensación térmica (Tabla 5). Lo cual está en concordancia con la tendencia general observada, en el presente trabajo, entre temperatura ruminal y ambiental. Aunque existe cierta divergencia con los datos mostrados sobre la correlación entre temperatura ruminal y humedad ambiental, ha de tenerse en cuenta que el peso de este último parámetro, dentro de las ecuaciones de cálculo del ITH y la sensación térmica, es menor que el otorgado a la temperatura, siendo por tanto esta última la que determina en mayor medida el valor del ITH y, en consecuencia, su relación con el resto de parámetros estudiados. Asimismo, la correlación negativa entre temperatura ruminal e índice de enfriamiento obedece a la misma tendencia señalada de relación directa entre temperatura ambiental y ruminal, ya que dicho índice crece de forma inversa a la temperatura.

Tabla 5. Coeficientes de correlación (Pearson) entre los valores medios diarios de pH y temperatura ruminal y los índices meteorológicos analizados.

	Parámetros ruminales medios	
	Temperatura	pH
(n=188)		
ITH para humedad máxima	0,453**	0,034
ITH para humedad mínima	0,459**	0,069
Sensación térmica	0,423**	-0,009
Índice de enfriamiento	-0,423**	0,009

** Correlación significativa a $P < 0,01$.

Si se consideran sólo los valores de las temperaturas superiores a 16 °C (Tabla 6), situados fuera de la zona de termoneutralidad para algunos autores (RESANO, 2004), no se observa correlación significativa alguna entre las variables estudiadas. Esto podría ser debido, en primer lugar, a que a pesar de que estos valores se consideran fuera de la zona de confort, las temperaturas máximas alcanzadas (media 19 °C, máxima 27,8 °C), no son suficientemente extremas como para activar los mecanismos de compensación que puedan

provocar alteraciones a nivel ruminal. Y, en segundo lugar, a la escasa amplitud térmica abarcada por el conjunto de datos y la variabilidad de dichos valores de temperatura ruminal registrados en los animales. Todo ello ha podido contribuir a que no haya asociación evidente entre las variables estudiadas.

Tabla 6. Coeficientes de correlación (Pearson) entre los valores medios diarios de pH y temperatura ruminal y los índices meteorológicos calculados cuando la temperatura ambiente fue superior a 16°C.

	Parámetros ruminales medios	
	Temperatura	pH
(n=72)		
ITH para humedad máxima	-0,029	-0,093
ITH para humedad mínima	-0,012	-0,071
Sensación térmica	-0,030	-0,195
Índice de enfriamiento	0,030	0,195

Teniendo en cuenta los pares de datos correspondientes a temperaturas por debajo de (o iguales a) 16 °C (Tabla 7), se observa una correlación positiva de la temperatura ruminal con el ITH y la sensación térmica, y negativa con el índice de enfriamiento, como se había señalado anteriormente (Tabla 5). En este caso, el número de datos considerados es mayor, como también lo es la amplitud térmica tenida en cuenta. Esta observación confirma la idea de la existencia de una influencia de la temperatura ambiental sobre la temperatura ruminal en la zona de termoneutralidad.

Por su parte, el pH ruminal se correlacionó positivamente con el ITH y la sensación térmica y, negativamente con el índice de enfriamiento. Como se ha comentado en relación con el pH y la temperatura ambiente, cuando el animal pierde calor se activan los mecanismos de termogénesis y aumenta el consumo de alimento, el cual, en última instancia, acaba desembocando en una disminución del pH ruminal.

Tabla 7. Coeficientes de correlación (Pearson) entre los valores medios diarios de pH y temperatura ruminal y los índices meteorológicos calculados cuando la temperatura ambiente fue inferior o igual a 16°C.

(n=116)	Parámetros ruminales medios	
	Temperatura	pH
ITH para humedad máxima	0,594**	0,373**
ITH para humedad mínima	0,574**	0,401**
Sensación térmica	0,542**	0,312**
Índice de enfriamiento	-0,542**	-0,312**

** Correlación significativa a $P < 0,01$.

2.5.5.- CONCLUSIONES

A la vista de los resultados obtenidos en este trabajo, en el que se aprecia una relación directa entre temperatura ambiental y ruminal, podemos afirmar que, incluso dentro del rango de termoneutralidad, los ambientes húmedos y lluviosos predisponen a que el rumen de los animales permanezca durante más tiempo a pH bajo. Este hecho puede asociarse con un incremento del riesgo de padecer acidosis ruminal.

2.5.6.- AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por Garcisan Distribuciones S.L a través del proyecto titulado: “Monitorización del ambiente ruminal durante la fase de remate del toro de Lidia” en convenio con el ITACyL.

2.5.7.- BIBLIOGRAFIA

- ABREU, A. 2009. Environmental pollution. *Atlantic International University* Honolulu, Hawai. Pp 1-170
- ALDAZ, J.; GALDUROZ, G.; E IRIARTE, J.; ESLAVA, F.; MÚGICA, I.; BILDARRAZ, G.; HERNANDORENA, J.M.; PASCUAL, M.J.; SAN JULIÁN, D.; URIARTE, I.; DENDARIETA, J. 1997. *Técnicas de Producción de leche de Calidad en Ganado Vacuno*. Instituto Técnico de Gestión Ganadero, Pamplona. Pp 59-67.
- AMES, D.R.; D.R. BRINK AND C.L. WILLMS. 1980. Adjusting protein in feedlot diets during thermal stress. *Journal Animal. Science*, 50(1). Pp 1-6.
- AOAC. 2003. Official methods of analysis. *17th Edn. AOAC International*, Gaithersburg, USA.
- ARIAS R. A. 2006. Environmental factors affecting daily water intake on cattle finished in feedlots. *Master Thesis*, University of Nebraska-Lincoln, Nebraska, USA.
- ARRIOLA, J. 1998. Acidosis ruminal en el toro de Lidia (II). *Toro Bravo*, 14. Pp 30-35.
- BACH, A. 2002. Trastornos ruminales en el vacuno lechero: un enfoque práctico. *FEDNA XVII*, Barcelona. Pp 119-142
- BALLING, R.C. 1980. An assessment of the impact of weather conditions on feedlot cattle performance. Center for Agricultural Meteorology and Climatology. University of Nebraska-Lincoln, Lincoln, NE. *CAMaC Progress report*. Pp 80-3.
- BARTOLOMÉ, D. J. 2009. *Influencia de la acidosis ruminal en el síndrome de caída y la respuesta etológica del Toro de Lidia en la plaza*. Tesis Doctoral. Universidad de León.
- BAVERA, G. A.; BEGUET, H. A. 2003. Termorregulación corporal y ambientación *Cursos Producción Bovina de Carne FAV UNRC*. www.produccion-animal.com.ar o www.produccionbovina.com
- BEEDE, D.K.; COLLIER, R.J. 1986. Potential nutritional strategies for intensively managed cattle during thermal stress. *Journal of Animal Science*, 62. Pp 543-554.

- BHATTACHARYA, A.N.; WARNER, R.G. 1968. Influence of varying rumen temperature on central cooling or warming on regulation of voluntary feed intake in dairy cattle. *Journal Dairy Science*, 51. Pp 1481 – 1489.
- BIANCA, W. 1968. Thermoregulation. In: Hafez ES (ed). *Adaptation of Domestic Animals*. Lea & Febiger, Philadelphia, USA. Pp 97-118.
- BROSH, A.; AHARONI, Y.; DEGEN, A.; WRIGHT, D.; YOUNG, B. A. 1998. Effects of solar radiation, dietary energy, and time of feeding on thermoregulatory responses and energy balance in cattle in a hot environment. *Journal. Animal. Science*, 76. Pp 2671-2677.
- CARBONELL, A.; GÓMEZ, A. 2001. *La alimentación del toro de Lidia. Aplicación en la ganadería de Jaralta*. Colección: Ganadería – Serie Alimentación Animal. Edita Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía.
- CARMONA, A. 1994. Técnicas modernas en la alimentación del toro de Lidia. / *Congreso Mundial Taurino de Veterinaria*, Zaragoza. Pp 47-58.
- CHURCH, D.C. 1974. *Fisiología digestiva y nutrición de los rumiantes. Vol. 2, Nutrición*. Acribia, Zaragoza. Pp 61-75.
- COLLIER, R.J.; DOELGER, S.G.; HEAD, H.H.; THATCHER, W.W.; WILCOX, C.J. 1982. Effects of heat stress during pregnancy on maternal hormone concentrations, calf birth weight and postpartum milk yield of Holstein cows. *Journal. Animal. Science*, 54. Pp 309-319.
- CORBERA, J.A.; MACÍAS, Y.; CABRERA-PEDRERO, E.; GUTIÉRREZ, C. 2004. Análisis del líquido ruminal, ¿tiene utilidad clínica? *Albéitar*, 80. Pp 34-37.
- CSIRO (2007) Water intake. In: *Nutrients requirements of domesticated ruminants. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO)*. CSIRO Publishing, Collingwood, Australia.
- DYE, T.K.; RICHARDS, C.J. 2008. Effect of water consumption on rumen temperature. *Journal Animal Science*, 86. Pp 114.
- FERNÁNDEZ, J. 2005. Evolución de las explotaciones ganaderas. En: *Un siglo de toros 1905-2005*. Unión de Criadores de Toros de Lidia. Madrid. Pp 127-159.
- FRANK K.L.; MADER, T.L.; HARRINGTON, J.A.; HAHN, G.L.; DAVIS, M.S. 2001. Climate change effects on livestock production in the Great Plains.

- In: Livestock Environment VI: *Proceedings of the 6th International Symposium, Louisville, Kentucky, USA, ASAE Publication N° 701P0201.*
Pp 351-358.
- FORBES, J.M. 1986. A model of the shortterm control of feeding in the ruminant: effects of changing animal or feed characteristics. *Appetite* 1. Pp 21 - 41.
- FOX, D.G.; TYLUTKI, T.P. 1998. Accounting for the effects of environment on the nutrient requirements of dairy cattle. *Journal Dairy Science, Vol. 81.* Pp 3085-3095.
- GARRET, E.F.; PERREIRA, M.N.; NORDLUND, K.V.; ARMENTANO, L.E.; GOODGER, W.J.; OETZEL, G.R. (1999). Diagnostic methods for the detection of subacute ruminal acidosis in dairy cows. *Journal Dairy Science, 8.* Pp :1170-1178.
- GASTEINER J.; FALLAST, M.; ROSENKRANZ, S.; HÄUSLER, J.; SCHNEIDER, K. AND GUGGENBERGER, T. 2009. Measuring rumen pH and temperature by an indwelling and data transmitting unit and application under different feeding conditions. Proceedings *Livestock Precision Farming 2009*, Wageningen Publishers. Pp 127-133.
- GENGLER, W.R.; MARTZ, F.A.; JOHNSON, H.D.; KRAUSE, G.F. & HAHN, L.R. 1970. Effect of temperatura on food and water intake and rumen fermentation. *Journal of Dairy Science, 53.* Pp 434-437.
- GIANESELLA, M.; PICCIONE, G.; CANNIZZO, C.; CASELLA, S.; MORGANTE, M. 2012. Influence of temperature and humidity on rumen pH and fatty acids in dairy cows. *Journal of Environmental Biology, . Nov; 33(6).* Pp 1093-1096.
- GONZÁLEZ, L.A.; FERRET, A.; MANTECA, X.; RUÍZ, 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. *Journal of Animal Science* 86. Pp 1446–1458.
- HAHN, G.L.; MADER, T.L.; EIGENBERG, R.A. 2003. Perspectives on development of thermal indices for animal studies and management. Proc Symp Interactions between climate and animal production, *EAAP Technical series N° 7.* Pp 31-44.

- JOHNSON, H.D. 1986. The effects of temperature and thermal balance on milk production. In: Moberg GP (ed). *Limiting the effects of stress on cattle. Western Regional Research Publication and Utah Agricultural Experimental Station Research Bulletin 512*. Pp 33-45.
- JOHNSON, H.D. 1987. Bioclimates and livestock. In: H.D. Johnson (ed.) *Bioclimatology and the adaptation of livestock*. St. Louis MO: *Elsevier*,. Pp 3-15
- KAISER, D. Y J. H. WENIGER. 1994. In vivo and in vitro studies on nutrient digestibility and heat production of ruminants under heat stress and at different nutrient supply. 4. In vitro studies-background, experimental design, gas production in relation to incubation temperature, energy content of incubated feeds. *Archiv fur Tierzucht*. 37(4). Pp 385-399.
- KEREN, E.N.; OLSON, B.E. 2006. Thermal balance of cattle grazing winter range: Model application. *Journal Animal Science*, 84. Pp 1238-1247.
- LIVSHIN, N.; MALTZ, E.; EDAN, Y. 1995. Regularity of Dairy Cow Feeding Behavior with Computer-Controlled Feeders. *Journal of Dairy Science* 78. Pp 296–304.
- MADER, T. 2003. Environmental stress in confined beef cattle. *Journal Animal Science*, Vol 81. Pp 110-1119.
- MAFF, Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. 2000. Climate change and agriculture in the United Kingdom. PB4876. Summary A4.
- NIENABER, J.A.; HAHN, G.L.; BROWN-BRANDL, T.M.; EIGENBERG, R.A. 2003. Heat stress climatic conditions and the physiological responses of cattle. 5th International Dairy Housing Proceedings of the 29-31 January Conference, Fort Worth Texas, USA. *ASAE publication*. N° 701P0203. Pp 255-262.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 1991. *Ending Mandatory Retirement for Tenured Faculty*. Washington, DC: National Academy Press
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1981. *Nutrient Requirements of Goats*. Nat. Academy Press Washington, D.C.
- RESANO, M. 2004. *Control Ambiental en Alojamiento Ganaderos de Navarra*. Ed. Instituto Técnico de Gestión Ganadero, Villava.
- RICHARDS, S.A. 1973. Temperature regulation. *Wykeham Publications*, London, Great Britain. Pp 212.

- ROBLES, V.; GONZÁLEZ, L.A.; FERRET, A.; MANTECA, X.; CALSAMIGLIA, S. 2007. Effects of feeding frequency on intake, ruminal fermentation, and feeding behavior in heifers fed high-concentrate diets. *Journal of Animal Science* 85. Pp 2538–2547.
- RUSSELL, J. B. 1986. Heat production by ruminal bacteria in continuous culture and its relationship to maintenance energy. *Journal of Bacteriology*, 168. Pp 694-701.
- SIPLE, P. A.; PASSEL, C. F. 1945. Measurements of dry atmospheric cooling in subfreezing temperatures. *Proceedings of the American Philosophical Society*, 89(1). Pp 177-199.
- SCHWARTZKOPF-GENSWEIN, K.S.; BEAUCHEMIN, K.A.; GIBB, D.J.; CREWS, D.H.; 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. *Journal of Animal Science* 81 (Suppl. 2). Pp 149–158.
- TAJIMA, K.; NONAKA, I.; HIGUCHI, K.; TAKUSARI, N.; KURIHARA, M.; TAKENAKA, A.; MITSUMORI, M.; KAJIKAWA, H.; AMINOV, R. I. 2007. Influence of high temperature and humidity on rumen bacterial diversity in Holstein heifers. *Anaerobe* 13. Pp 57-64.
- VALTORTA, S.E.; GALLARDO, M.R.; CASTRO, H.C.; CASTELLI, M.E. 1996. Artificial shade and supplementation effects on grazing dairy cows in Argentina. *Trans Am Soc Agric Eng* 39. Pp 230-236.
- YOUSEF, M,K. 1985. Stress Physiology: Definition and terminology. In: Yousef MK (ed). *Stress physiology in Livestock Volume I Basic Principles*. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA. Pp 3-8.
- YOUNG, B.A.; CHRISTOPHERSON, R.J. 1974. Effect of prolonged cold exposure on digestion and metabolism in ruminants. *International Livestock Environment Symposium*, University of Nebraska-Lincoln, Nebraska, USA. Pp 75-80.
- YOUNG, B.A. 1985. Physiological responses and adaptations of cattle. In: Yousef MK (ed). *Stress physiology in livestock Volume II Ungulates*. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA.



3. DISCUSIÓN GENERAL

La alimentación actual del ganado de Lidia presenta varias deficiencias: en primer lugar, una subalimentación durante una gran parte de la vida de los animales, que da como resultado un inadecuado desarrollo del tejido óseo, en especial durante la fase inicial del crecimiento (CARMONA, 1994; ARRIOLA, 1998; CARBONELL y GÓMEZ, 2001; VAZ, 2002; PURROY *et al.*, 2003; FERNÁNDEZ, 2005; JIMENO *et al.*, 2004). Y, en segundo, una fase final de sobrealimentación pre-lidia para lograr un inadecuado acabado del toro, la cual genera un engrasamiento del animal y una sobrecarga en la estructura ósea, con la consiguiente influencia sobre la movilidad y fuerza del animal en la plaza, que diversos autores apuntan como concausa de la caída del toro en el ruedo (JORDANO, 1984; PURROY y BUITRAGO, 1985; GARCÍA-BELENQUER *et al.*, 1992, GÓMEZ, 2001, PURROY *et al.*, 2003, BARTOLOMÉ, 2009).

Los ganaderos utilizan cantidades muy elevadas de concentrados en la dieta, en detrimento de los forrajes, lo que frecuentemente conduce a los animales a manifestar determinadas patologías nutricionales, ocasionadas por excesos alimenticios, siendo la acidosis ruminal, sin duda alguna, el problema más frecuente e importante y, con toda seguridad, el que mayores consecuencias tiene, debido a la variedad de patologías a las que predispone, o directamente causa, y el que más pérdidas ocasiona en las explotaciones de Lidia (COMPAN y ARRIOLA, 1998, BARTOLOMÉ, 2009).

Por todo ello, en esta Tesis Doctoral abordamos el estudio del efecto que diferentes factores pueden tener sobre el ambiente ruminal (la forma de presentación del alimento y los factores meteorológicos ambientales) durante el engorde previo a la lidia y la lidia en sí misma y su entorno, , sirviéndonos en algunos casos de otra raza, la Avileña Negra Ibérica, autóctona y extensiva como la de Lidia, para poder establecer comparaciones con otros sistemas de manejo en los cuales sería materialmente imposible trabajar con animales de la raza de Lidia. Por otro lado, se ha estudiado como la lidia, fin último para el que se cría este animal, puede afectar a determinados parámetros fisiológicos, la frecuencia cardíaca y la saturación de oxígeno a demás de los indicados con anterioridad, pH y T^a ruminal.

Lo novedoso de este trabajo frente a otros estudios realizados por este grupo de investigación radica en la utilización de la tecnología más avanzada, disponible hasta el momento, tanto para la monitorización del ambiente ruminal (pH y T^a) como para otros parámetros fisiológicos (FC y SO₂), lo que nos permite la toma de datos de manera continua y a tiempo real sin necesidad de manipular al animal más que una vez para la colocación del dispositivo.

En este trabajo la FC media más elevada se registra cuando el animal se encuentra reducido en el muevo de contención, alcanzando una FC media de 166 puls/min triplicando la frecuencia basal aceptada para el ganado vacuno (CUNNINGHAM, 2003; ENGELHARDT y BREVES, 2004), siendo la FC máxima registrada de 196 puls/min. En dicha situación, el animal se encuentra inmóvil y sus necesidades energéticas quedarían cubiertas con frecuencias mucho más bajas, por tanto, valores tan elevados, no se deberían al esfuerzo físico en sí, sino al componente fundamental de estrés psicológico, o esfuerzo de adaptación de Hans Selye. Ello conlleva enfrentarse a una situación de inseguridad que acarrea, indefectiblemente, la liberación de hormonas, entre las que se encuentra la adrenalina, responsable de que la FC se dispare súbitamente, consiguiendo que el corazón se anticipe para ofrecer el mayor aporte de oxígeno a tejidos y músculos, por si fuera necesario. Estos resultados corroboran los obtenidos por otros autores como SÁNCHEZ *et al.* en 1996 y ALONSO *et al.* en 2013.

Para GRANDIN (1997) la restricción de movimientos en una manga de contención no causa dolor, por lo general, pero el miedo puede ocasionar un gran estrés psicológico al ganado que ha sido criado bajo métodos extensivos. Lo que concuerda con los resultados de LAY *et al.* (1992).

Durante el periodo de reposo que antecede a la lidia, como era de esperar, la FC registrada presenta valores inferiores a los obtenidos durante la inmovilización y la lidia, si bien siguen siendo superiores a la FC basal definida para el ganado vacuno por diferentes autores (CUNNINGHAM, 2003; ENGELHARDT y BREVES, 2004).

Durante la lidia a puerta cerrada la FC promedio fue de 133 puls/min lo que supone el doble del la FC definida como basal por diferentes autores

(CUNNINGHAM, 2003; ENGELHARDT y BREVES, 2004). Se ha demostrado que la frecuencia cardiaca constituye un evaluador fiable para estimar el nivel de esfuerzo que realiza un caballo en competición (ENGELHARDT 1977, EVANS 1985), así como las necesidades de energía y el consumo de oxígeno requerido por los tejidos sometidos a dicho esfuerzo (ENGELHARDT, 1977; FREGIN, 1983; MARTÍNEZ *et al.*, 1987). Así, como aproximación inicial, y extrapolando al ganado vacuno lo indicado por estos autores, podríamos afirmar que la lidia supone un esfuerzo físico importante para el animal ya que la FC se duplica, respecto a los valores obtenidos en “reposo”.

Aunque los bóvidos en general no se consideran una especie atlética, el toro de Lidia se somete en la plaza a un ejercicio intenso, de una duración aproximada de 20 minutos, manteniendo un esfuerzo físico y metabólico de gran intensidad para el que no se encuentra preparado (CASTRO *et al.*, 1994). Estas circunstancias hacen que, con demasiada frecuencia, el toro evidencie durante la lidia una falta de fondo físico, el llamado por algunos autores “síndrome de intolerancia al ejercicio” (AGÜERA *et al.*, 2001), también denominado en situaciones particulares y/o extremas “síndrome de caída” (ALONSO *et al.*, 1995; BARTOLOMÉ, 2009). El aumento de la FC es una respuesta normal al ejercicio a través de la cual el organismo pretende atender el incremento de las necesidades de oxígeno y nutrientes exigidas por el tejido muscular activo (ENGELHARDT, 1977; EVANS, 1985; FREVERT y GENETZKY, 1985; BARBANI, 2002).

A pesar de que durante la lidia existen numerosos factores psicológicos que inducen un aumento de la FC, a lo que hay que sumar un importante esfuerzo físico, el aumento de la FC es inferior al alcanzado durante la inmovilización del animal inducida únicamente por el estrés de dicha manipulación.

La FC media durante el transporte revela la existencia de niveles superiores a los valores basales definidos por CUNNINGHAM (2003) y ENGELHARDT y BREVES (2004) para la especie. La FC media durante el transporte es muy similar a la registrada durante la estancia de los animales en los corrales anexos a la plaza, si bien, son considerablemente inferiores a los registrados durante el desarrollo de la lidia, en contraposición a lo indicado por

KENNEY y TARRANT (1987), quienes consideran el transporte una situación estresante para el animal. En cambio TRUNKFIELD y BROOM, (1990) y KNOWLES (1995) indican que la carga y descarga de corderos o terneros es la parte más estresante de las diversas manipulaciones obligadas durante el proceso de transporte. GRANDIN (1997) indica que los animales que se han criado en condiciones extensivas, poco manipulados, pueden tener más estrés psicológico, o por miedo, que los producidos en sistemas más intensivos cuando se cargan o descargan para su transporte.

En lo que se refiere a la SO_2 , para GOKCE *et al.*, (2004), el nivel basal para el bovino se sitúa en torno al 62,32%. Sin embargo, ESCALERA *et al.* (2011), en toros de lidia, registra unos valores medios muy inferiores (17,50 %), si bien, la variabilidad o el rango de valores descrito en su trabajo para este parámetro es muy amplio: mínimo (2%) y máximo (84%).

En nuestro caso, los registros medios obtenidos para la SO_2 se encuentran por encima de los considerados como basales por GOKCE *et al.* (2004) para ganado vacuno, en general, y muy por encima de los obtenidos por ESCALERA *et al.* (2011) en animales de la misma raza después de la lidia. Estas diferencias en los resultados podrías deberse a que en nuestro caso las medidas se obtuvieron durante la lidia, con el animal manteniendo sus funciones vitales (respiratoria y circulatoria), mientras que el estudio de ESCALERA *et al.* (2011) tales mediciones se realizaron *post-mortem*, esto es después de la lidia, una vez estoqueado y apuntillado el animal, cuando sus funciones vitales ya están anuladas o sensiblemente disminuidas, ya que han cesado la actividad cardiaca y respiratoria, con lo cual no hay aporte de oxígeno y nutrientes a los músculos, aunque las fibras musculares siguen manteniendo su actividad celular y, por tanto, su consumo de oxígeno.

El descenso de la SO_2 durante la lidia podría ser debido al ejercicio efectuado por el animal que induce una hipoxemia del 4% en la saturación de oxígeno (MUCCI, 2004). Además de lo anterior, durante la lidia se produce hemoconcentración y deshidratación por pérdida de fluidos, así como una reducción del pH sanguíneo (ALONSO *et al.*, 1997; BARTOLOMÉ *et al.*, 2005; GARCÍA *et al.*, 2005;), circunstancias todas ellas que contribuyen a disminuir la SO_2 .

La SO_2 está disminuida, presumiblemente porque el esfuerzo, en los primeros tercios es muy intenso, intermitente y durante cortos periodos de tiempo, estado que estimula el metabolismo anaerobio (glicólisis), mientras que, en el último tercio, el esfuerzo físico se torna más sostenido y menos intenso, utilizando con preferencia unas vías del metabolismo aerobio (GARCÍA SCHNEIDER, 2008), lo que hace disminuir la SO_2 como consecuencia del aumento en el consumo. Sin embargo, dada la notable intensidad del ejercicio desarrollado, su duración y características se puede considerar como un ejercicio aeróbico, en su conjunto, en el que se combinan fases de ejercicio seguidos por tiempos de descanso de duración variable (AGÜERA *et al.*, 1998).

En este estudio el pH medio se sitúa en (n=5) 6,22, valor que puede considerarse como fisiológicamente normal (BACH, 2003), valor muy próximo al indicado por POSADO *et al.* (2013) y por encima de los señalados por otros autores, para animales de similares características (MOYA *et al.*, 2010), siendo también superiores a los obtenidos por este mismo equipo de investigación en anteriores estudios (BARTOLOME *et al.*, 2005; GARCÍA *et al.*, 2007; BARTOLOMÉ, 2009; BARTOLOME *et al.*, 2011; LOMILLOS, 2012), donde se indica que los valores de pH del toro bravo al finalizar la lidia son anormalmente bajos, ya que el conjunto de los animales estudiados se encuadran dentro de unos valores de pH indicativos del padecimiento de una acidosis ruminal crónica. Esta discrepancia en los resultados puede ser consecuencia del momento de la toma de muestras: mientras que en este trabajo se trata de una monitorización continua de las condiciones ruminales, en los estudios previos antes mencionados el pH se midió únicamente tras el sacrificio de los animales, cuando éstos habían pasado por una fase de estrés agudo y una notable deshidratación. Esta teoría se ve corroborada con los resultados obtenidos en el protocolo 2.3 de este trabajo, en el que se observa como durante la lidia se produce una disminución del pH, que se mantiene durante un tiempo una vez finalizada ésta, como consecuencia de los mecanismos de compensación que se ponen en marcha a lo largo de la lidia para dar respuesta a la deshidratación, hemoconcentración, acidosis metabólica y respiratorias producidas durante esta (GARCIA *et al.*, 2005; BARTOLOME *et al.*, 2005). Para contrarrestar la deshidratación provocada por dicho esfuerzo, se

incrementa sobremanera la absorción de líquidos a nivel ruminal. El rumen es el mayor reservorio de agua que tienen los rumiantes, y se estima que en casos de deshidratación severa puede llegar a aportar al organismo el 50% del agua perdida (SILANIKOVE y TADMOR, 1989; SILANIKOVE, 1994); es decir, que gran parte del agua perdida (por privación de bebida, calor extremo, jadeo, pérdida de sangre) es recuperada al torrente circulatorio desde el rumen para mantener la volemia. Por otra parte, en casos de deshidratación se produce una reducción considerable de la secreción de saliva que, además, pasa a ser isotónica con la sangre (SILANIKOVE y TADMOR, 1989; SILANIKOVE, 1994). La disminución en el flujo de saliva que llega al rumen, y por consiguiente de bicarbonato de sodio, conllevará una pérdida de la capacidad tampón a este nivel. Esta circunstancia adquiere especial relevancia en animales alimentados con raciones a base de concentrados, puesto que la fermentación en el rumen continúa, aunque sea a ritmos más bajos, tras la privación de alimento y agua. Así, tras la retirada del alimento, continúan produciéndose ácidos grasos volátiles (AGVs) (HOGAN *et al.*, 2007), cuya concentración sigue incrementando debido a la disminución en el volumen de agua del rumen. Asimismo, hay que tener en cuenta que en este tipo de animales la capacidad de absorción de AGVs a través de la pared ruminal estaría disminuida debido a la queratinización del epitelio (hiperqueratosis y paraqueratosis difusas) (HINDERS y OWENS, 1965; KREHBIEL *et al.*, 1995), a lo que hay que unir la limitada capacidad del epitelio del rumen para metabolizar determinados AGVs, como el propionato, favoreciendo, por tanto su acumulación en el rumen (DIJKSTRA *et al.*, 1993) y la consiguiente disminución en el pH del medio ruminal. De ese modo, es posible que los cambios ocurridos en el ambiente ruminal puedan contribuir al agravamiento de los síntomas clínicos del cuadro acidótico: cansancio, dificultad para ventilar adecuadamente a nivel pulmonar, etc., todo lo cual redundaría en una pérdida de calidad del espectáculo, léase falta de fuerza de los toros, caídas,... (GARCÍA *et al.*, 2005; ESCALERA *et al.*, 2011).

Cuando tratamos de realizar un estudio comparativo de los valores de pH medio en los toros de lidia en una explotación de extensivo alimentados con *unifeed*, frente a los valores encontrados en animales en intensivo (alimentado un grupo con una ración *unifeed* y el otro con el sistema tradicional de pienso y

paja *ad libitum*), en contra de lo que inicialmente cabría esperar, el pH medio, es significativamente superior en los animales de raza Avileña alimentados con el sistema tradicional de pienso y paja *ad libitum*, que en los animales de Lidia. Los animales de raza Avileña alimentados con *unifeed* también presentan valores de pH medios más elevados que los de Lidia, si bien esta diferencia no es estadísticamente significativa. Así pues se ha observado un pH significativamente menor, más ácido, en los animales alimentados mediante un sistema *unifeed*, en el que la parte fibrosa y concentrada de la ración se suministran conjuntamente. Estas observaciones concuerdan con los resultados obtenidos por LOMILLOS (2012) en un trabajo realizado con ganado de Lidia, donde los animales alimentados con pienso y paja tenían unos valores de pH superiores a los que recibían una alimentación *unifeed* y un menor grado de lesiones apreciables a nivel histológico en la mucosa ruminal.

Todas estas observaciones ponen de manifiesto que, los animales sometidos a un engorde intensivo en un cebadero industrial (Avileños), independientemente del sistema de alimentación utilizado, presentan un menor riesgo de sufrir acidosis ruminal que los animales de Lidia, sometidos a un engorde en libertad en su entorno natural, pese a estar recibiendo una ración *unifeed*.

CASAMIGLIA *et al.* (2003) consideran que la influencia del manejo de la alimentación puede resultar más importante que la composición de la ración y/o las estrategias nutricionales sobre el pH ruminal y el consiguiente riesgo de acidosis. Los animales de Lidia disponen de superficies muy amplias, de manera que pueden permanecer una gran parte del tiempo alejados del punto de suministro del alimento, lo que favorecería que se produjera una reducción en el número de ingestas a lo largo del día y un aumento del volumen de las mismas, con lo cual se dificultaría la regulación del pH ruminal. En este caso, la ganadería donde se realizó el estudio distribuye el alimento a primera hora de la mañana y éste permanece en el comedero durante todo el día. Así, la distribución del alimento en momentos puntuales, aún con espacio suficiente en el comedero para todos los animales, favorece que se reduzca la frecuencia y se incremente la cantidad de alimento ingerida de cada vez; lo que podría dar lugar a una desregulación de los mecanismos para mantener las condiciones

ruminales óptimas (KAUFMAN *et al.*, 1980; SCHWARTZKOPF-GENSWEIN *et al.*, 2003; GONZÁLEZ *et al.*, 2008). Además, el suministro del alimento en una sola toma diaria es considerada como inapropiada por algunos autores (OWENS *et al.*, 1998; DE BRABANDER *et al.*, 2002), quienes sugieren que un mayor número de tomas al día (6 de media) da lugar a una mayor estabilidad de la producción de AGVs y, por consiguiente, del pH ruminal.

Cuando el aporte de paja es *ad libitum* y separada del concentrado, los animales consumen una cantidad importante de fibra larga a lo largo del día, y ello contribuye de forma positiva a paliar los efectos de la acidosis, generada por la administración de concentrado con un desequilibrio en los porcentajes en proteína y almidón (LOMILLOS 2012). En el presente estudio este hecho puede haber contribuido a la diferencia que se observa en los pH medios, pese a que la estimación de la ingestión de fibra neutro detergente haya sido considerablemente mayor para los de Lidia (un 30 y un 45% superior a los Avileños alimentados con concentrado y *unifeed*, respectivamente). La presencia de fibra en forma larga en la ración contribuye al mantenimiento y funcionamiento del rumen (llenado y estímulo de las contracciones) y de las condiciones químicas (pH) del medio ruminal. En este sentido, existe una relación lineal positiva entre el tamaño de la fibra y los valores de pH, es decir, a medida que se aumenta el tamaño de partícula del forraje aumenta el pH (VÁZQUEZ *et al.*, 2005). Un aumento del tamaño de partícula aumenta el tiempo dedicado a la masticación y por consiguiente, la producción de saliva (GRANT *et al.*, 1990; VÁZQUEZ *et al.*, 2005), lo que puede, además, conllevar un aumento en la ingestión de concentrado (PEREIRA *et al.*, 2006). En este caso, la fibra añadida en el sistema *unifeed* será siempre de menor tamaño que aquella suministrada a los animales alimentados con el sistema tradicional (pienso + paja), donde la principal fuente de fibra es la paja de cereal presentada en forma de paca, asegurando de esta manera el aporte de fibra larga. Por tanto, la reducida dimensión de las partículas del forraje que implica la fabricación de la ración total mezclada en el carro *unifeed*, unido a que los toros separan la paja del pienso comiendo solamente el pienso, cuando la mezcla no es homogénea, podría influir en el control del pH, al no estimular suficientemente la masticación y la rumia (ALLEN, 1997; BACH, 2002).

Además, el hecho de que los animales de Lidia se encuentren en extensivo hizo posible que se valorara la influencia de los factores ambientales sobre los parámetros en estudio, así en el protocolo 2.5 se ha investigado la relación entre los parámetros meteorológicos (humedad, precipitación, temperatura y velocidad del viento) y las condiciones del ambiente ruminal (pH y temperatura) del ganado de Lidia en libertad.

La influencia del clima sobre el ganado bovino ha sido reconocida desde hace tiempo (JOHNSON 1987). La fisiología, el comportamiento y la salud del ganado están marcadamente influidos por el medio ambiente en el cual viven (BALLING, 1980; MAFF, 2000) y sus efectos sobre los animales están mediados por cambios metabólicos, fisiológicos y etológicos, siendo más o menos acentuados en función de factores como raza, edad, nivel productivo y características individuales (JOHNSON, 1987).

Para hacer frente a las condiciones climatológicas adversas los animales modifican sus mecanismos fisiológicos y etológicos al objeto de mantener su temperatura corporal dentro de un rango normal. Es posible apreciar alteraciones en el consumo de alimento y el comportamiento, cambios que se ven acentuados bajo condiciones extremas de frío o calor (ARIAS, 2006) que, incluso, podrían tener una influencia directa sobre el ambiente ruminal, tal y como indican diferentes autores (COLLIER, 1982; JOHNSON, 1987; FRANK *et al.*, 2001; HAHN *et al.*, 2003; NIENABER *et al.*, 2003; GIANESELLA, 2012).

Se observa en este trabajo cierta correlación positiva (aunque muy débil) entre la precipitación registrada y el tiempo que el rumen pasa a pH<5,0, la temperatura media y la temperatura mínima del rumen. Se estima que la lluvia disminuye temporalmente el consumo de alimento entre un 10 y un 30%, mientras que la presencia de barro (como consecuencia de la lluvia) lo merma o aminora en un rango del 5 a 30%, según la profundidad del mismo (NRC, 1981). Por tanto, la lluvia caída puede dar lugar a cambios en el patrón de ingestión del alimento, propiciando un menor número de ingestas al día, que pudieran estar asociadas con una reducción del consumo total de alimento. Sin embargo, a pesar de ello, la reducción en el número de comidas por día pudiera ser compensada por un incremento de la cantidad de alimento ingerido en cada una de ellas (LIVHSIN *et al.*, 1995; ROBLES *et al.*, 2007; GONZÁLEZ

et al., 2008), provocando una desregulación de los mecanismos fisiológicos relacionados con el mantenimiento del pH ruminal dentro de unos límites de neutralidad (SCHWARTZKOPF-GENSWEIN *et al.*, 2003). Así, la correlación entre los niveles de precipitación y el tiempo que el rumen soporta los valores de pH más bajos podría pues explicarse por una disminución en el número de ingestas asociada a un aumento de la cantidad de alimento tomado en cada una de ellas. En concordancia con esto, se observa una correlación positiva entre la humedad ambiental y el tiempo que el rumen está a niveles de pH más bajos, lo cual, puede estar asociado a un mayor volumen de alimento por ingesta, a pesar de que la ingestión total de alimento pueda estar disminuida en ambientes con barro y humedad (NRC, 1981).

Parece existir también cierta correlación negativa entre la temperatura ambiente y el tiempo que el rumen pasa a $\text{pH} < 5,4$. Cuando baja la temperatura ambiental los animales necesitan poner en marcha mecanismos para compensar la pérdida de calor, ya sea a medio y largo plazo a través de estrategias que prevean un incremento en el aislamiento con el medio (mayor cobertura grasa, pelaje más largo y grueso, etc.), o de manera inmediata y/o a corto plazo con modificaciones en su comportamiento (variaciones posturales para tratar de reducir la exposición de la superficie corporal y con ello la potencial pérdida de calor), cambios fisiológicos (vasoconstricción periférica y piloerección generalizada) o bien produciendo más calor mediante un incremento del consumo de alimento, aunque lo más probable sea una combinación de varios mecanismos (BIANCA, 1968; YOUNG y CHRISTOPHERSON, 1974; YOUNG, 1985; BAVERA, 2003). Además, la activación de los procesos de termogénesis para hacer frente a los ambientes fríos ocasiona una reducción de la digestibilidad de 0,2 unidades por cada grado Celsius, incrementando de esta forma las necesidades de mantenimiento (YOUNG y CHRISTOPHERSON, 1974). Como consecuencia, en estos casos, tanto el consumo de alimento como el de agua pueden verse afectados. Así, los animales aumentan la ingestión de alimento cuando las temperaturas ambientales caen por debajo de la zona termoneutral o, bien, cambian sus dietas a fuentes alimenticias que les permitan obtener la energía extra requerida, para aumentar la producción de calor y satisfacer el incremento de las necesidades de mantenimiento (YOUNG y CHRISTOPHERSON, 1974). De

esta manera el animal puede incrementar la producción de ácidos grasos volátiles en el rumen, lo que daría lugar a una disminución del pH ruminal y, por consiguiente, provocaría que el rumen pase más tiempo a pH más bajo.

La velocidad del viento no parece influir sobre el ambiente ruminal, no habiéndose observado una relación estadísticamente significativa entre estos parámetros en las condiciones del presente ensayo. Sin embargo, otros autores indican que en condiciones de bajas temperaturas ambientales el viento sí tiene un efecto negativo, ya que incrementa la pérdida de calor (FOX y TYLUTKI, 1998; KEREN *et al.*, 2006), lo cual podría desencadenar la puesta en marcha de los mecanismos de compensación, y por lo tanto el aumento de consumo de materia seca con el posible efecto que esto puede tener sobre el pH ruminal.

El principal problema climático observado lo constituye el efecto asociado de lluvia y viento ya que ante la combinación simultánea de ambos parámetros los animales dejan de comer (BROSH *et al.*, 1998). Para valorar el efecto conjunto de estos agentes meteorológicos existen unos indicadores, como es el caso del índice de temperatura y humedad (ITH) (VALTORTA y GALLARDO, 1996), la sensación térmica o temperatura aparente (SIPLE y PASSEL, 1945) y el índice de enfriamiento (SIPLE, 1948, citado por ABREU 2009).

El pH ruminal se correlacionó positivamente con el ITH y la sensación térmica, y negativamente con el índice de enfriamiento. Como se ha comentado en relación con el pH y la temperatura ambiente, cuando el animal pierde calor, se activan los mecanismos de termogénesis y aumenta el consumo de alimento, el cual, en última instancia, acaba desembocando en una disminución del pH ruminal.

Por otro lado, este grupo de investigación había llevado a cabo con anterioridad diferentes trabajos sobre el pH ruminal en ganado de Lidia, pero, hasta el presente trabajo, no había tenido en cuenta la temperatura ruminal, como otro de los factores que puede condicionar el crecimiento bacteriano en el rumen.

La temperatura del rumen es, para diferentes autores (YOKOHAMA y JOHNSON, 1988; VAN LIER, 2008), otro de los factores que condicionan el desarrollo bacteriano. Producto de las reacciones químicas dentro del rumen y

de la regulación homeotérmica del rumiante, la temperatura ruminal se mantiene entre 39–40 °C (CHURCH, 1993) o 38-42 °C (YOKOHAMA y JOHNSON, 1988), 1 o 2 grados por encima de la temperatura corporal del animal, debido a la enorme cantidad de procesos metabólicos que se producen en él, si bien se pueden observar descensos de la temperatura ruminal tras la ingesta de agua o forraje frío.

Ni los valores medios ni los máximos registrados son excesivamente altos como para ser indicativos del desarrollo de patologías o infecciones que pudieran afectar al estado de los animales. Se observaron valores relativamente bajos de temperatura ruminal mínima (en torno a 32°C), lo cual está relacionado con los momentos en los que el animal bebe agua. En consecuencia se ha estimado que la principal ingesta de agua de los animales (de las cuales se producen entre 2 y 3 al día, de media) se sitúa, después de la ingestión más copiosa de alimento. Estas observaciones concuerdan con lo indicado por VIDAURRETA (2012), quien señaló que los animales en pastoreo prefieren consumir agua varias veces al día, alternando con momentos de consumo de alimento, si bien la frecuencia con la que el animal bebe está condicionada por la distancia a la que se encuentra el agua en relación a la zona de alimentación.

El consumo de agua, además de por estos factores, está condicionado por el estado fisiológico, el nivel productivo, el consumo de materia seca, el tamaño corporal, la actividad física, la composición de la ración, la temperatura ambiente y otros factores ambientales.

Para BACH (2002) la temperatura y el agua consumida, junto a otros factores antes mencionados, pueden influir en la presentación de la acidosis ruminal. Así, no es recomendable que los animales que reciban raciones con alto riesgo de inducir acidosis consuman agua durante las primeras horas después de la ingestión de la ración, ya que este comportamiento facilita la producción de ácido a nivel ruminal. En este trabajo no se ha observado, sin embargo, que la ingestión de agua favorezca un descenso del pH a nivel ruminal ya que, cuando los valores de temperatura ruminal son mínimos (30,94-33,15 °C), por debajo del rango considerado como fisiológico (VAN

LIER, 2008), los valores de pH se sitúan dentro del rango fisiológico descrito por BACH (2003).

Al comparar las condiciones de explotación en extensivo del ganado de Lidia frente al intensivo de los Avileños, los primeros mostraron temperaturas mínimas muy por debajo de las observadas en el caso de los animales criados en cebadero. Existen también diferencias en el número de ingestas de agua estimadas a partir de la temperatura ruminal (DYE y RICHARDS, 2008) 2-3 al día para los de Lidia, frente a las 4-5 para los Avileños. Así pues, el menor número de veces que los animales de Lidia beben agua respecto a los Avileños puede verse compensado con un mayor volumen de agua ingerida en cada una de ellas, lo que ayudaría a explicar el mayor descenso en la temperatura ruminal que se aprecia en este grupo de animales. Estas observaciones concuerdan con lo indicado por VIDAURRETA (2012), quien señaló que los animales en pastoreo prefieren consumir agua varias veces al día, alternando con momentos de consumo de alimento, si bien la frecuencia con la que el animal bebe está condicionada por la distancia a la que se encuentra el agua en relación a la zona de alimentación. Los animales estabulados beben un mayor número de veces, quizás debido a la proximidad al punto del agua, ya que los animales de Lidia al disponer de una mayor superficie por la que moverse, pueden alejarse más de los puntos de agua disponibles y, por consiguiente, beber un menor número de veces al día.

Al estudiar la influencia de las condiciones ambientales sobre la T^a ruminal se aprecia una correlación negativa de la precipitación registrada con el tiempo que pasa el rumen a temperaturas más bajas (relacionadas con los momentos en los que el animal bebe agua), y ello será debido, probablemente, a que los animales tenderán a consumir menos cantidad de agua en los días de lluvia, como consecuencia de la mayor humedad relativa del aire, que disminuye las pérdidas pulmonares de agua y, por lo tanto, el animal pierda menos agua (CSIRO, 2007). En cambio la relación entre humedad ambiental y temperatura ruminal es inversa: a mayor humedad ambiental, menor temperatura ruminal y menos tiempo pasa el rumen a temperaturas más elevadas, lo que podría explicarse por la reducción de la ingesta en ambientes húmedos (NRC, 1981) disminuyendo la temperatura ruminal debido a una disminución del metabolismo a este nivel (RUSSELL, 1986).

Además, en el presente trabajo se constató una correlación negativa y significativa entre la temperatura ruminal media y el tiempo que el rumen pasa a pH más bajos. No obstante, en ganado bovino apenas tiene influencia el nivel de humedad relativa en los rendimientos productivos (producción de carne y/o leche), siempre que las temperaturas se encuentren en la zona de termoneutralidad.

La temperatura ambiental tiene una clara influencia sobre la temperatura ruminal. Así, existe una correlación positiva entre ambos parámetros y con los tiempos que el rumen pasa a temperaturas más elevadas (GENGLER *et al.*, 1970), si bien el rango de temperaturas en el que se ha realizado esta prueba se sitúa en la zona de termoneutralidad (temperatura ambiental media de 10°C) por lo que, previsiblemente, no sería necesario que el animal pusiera en marcha mecanismos de compensación.

Cuando estudiamos lo que ocurre con la temperatura ruminal durante la lidia, vemos como se produce un incremento concomitante de la temperatura a nivel ruminal asociado a la actividad durante la lidia. El ejercicio físico realizado por el animal durante la lidia supone un esfuerzo que implica un aumento en la producción de calor por parte del organismo (ADRIÁN, 2011). Algunos autores han señalado que el rumen puede ser un indicador de la temperatura corporal relativamente independiente de factores externos (WAHRMUND *et al.*, 2012). El calor producido por el ejercicio es suficiente para elevar un grado centígrado de temperatura corporal cada 5-8 minutos de actividad (ADRIÁN, 2011); sin embargo, en este trabajo, la temperatura ruminal se eleva de media 1 °C, siendo la duración media de la lidia de 29 minutos. Esta diferencia en el aumento de la temperatura corporal podría ser debido a que la actividad y el riego sanguíneos a nivel ruminal están disminuidos para favorecer el aporte a otros órganos que requieren mayor actividad durante la lidia. Además, como consecuencia del movimiento de fluidos, la actividad fermentativa del rumen podría estar comprometida, lo que contribuiría a que éste se encontrara a una menor temperatura que habitualmente (PRENDVILLE *et al.*, 2002). El máximo de temperatura se alcanza inmediatamente después de la finalización de la lidia.

El aumento de la temperatura ruminal (y por ende la corporal) que se produce durante la lidia pone en marcha los mecanismos de termorregulación

cuya misión es mantener la temperatura corporal dentro del rango fisiológico, ya que el organismo necesita mantener una temperatura adecuada para cumplir con todas sus funciones.



4. CONCLUSIONES

1. El pH y la temperatura ruminal medios en los toros de Lidia durante al fase de acabado se sitúa dentro del rango fisiológico.
2. La lidia tiene influencia sobre el ambiente ruminal, reduciendo el pH y aumentando la temperatura, en respuesta indirecta a la actividad física.
3. Los distintos sistemas de manejo de la alimentación (Lidia–*unifeed*, Avileños-*unifeed*, Avileños-concentrado + paja), se muestran adecuados para realizar una suplementación de los animales sin que ello repercuta negativamente sobre el ambiente ruminal.
4. El engorde en cebadero (Avileños) elevó la temperatura ruminal mínima e incrementó el número de ingestas de agua con respecto a los criados en libertad (Lidia).
5. Los ambientes húmedos y lluviosos, incrementan el riesgo de padecer acidosis ruminal porque el rumen permanece durante más tiempo a pH bajo
6. La frecuencia cardiaca media más elevada en el ganado de Lidia se registra cuando el animal se encuentra inmovilizado en el muelco de contención, alcanzando valores que triplican la frecuencia basal definida para el ganado vacuno. Por lo que la inmovilización de un toro de Lidia en el cajón de contención es más estresante para el animal que la propia lidia.
7. La lidia supone un trabajo físico importante para el animal ya que los valores medios de la frecuencia cardiaca se duplican, respecto a los obtenidos en “reposo”. Este aumento puede ser la consecuencia de una respuesta al estrés psicológico y/o de injuria física encadenada con la respuesta al ejercicio.

8. Se han definido por primera vez los valores medios de saturación de oxígeno obtenidos durante las diferentes prácticas de manejo, lidia (83%), inmovilización (78%), reposo en corrales (94%) y transporte (86%)



5. RESUMEN

En el presente trabajo se aborda el estudio del efecto que variables como la forma de administración del alimento y los factores ambientales pueden tener sobre el ambiente ruminal durante el engorde previo a la lidia, la lidia en sí misma y su entorno, sirviéndonos en algunos casos de otra raza, la Avileña Negra Ibérica, para poder establecer comparaciones con otros sistemas de manejo en los cuales sería materialmente imposible trabajar con animales de Lidia. Por otro lado, también se ha estudiado como la lidia, fin último para el que se cría este animal, así como los momentos anteriores y posteriores a ella, puede afectar a determinados parámetros fisiológicos como la FC y SO_2 . Para ello se han monitorizado los animales durante su inmovilización, el reposo en los corrales, la lidia a puerta cerrada y el transporte. La FC media más elevada (166 puls/min) se registra cuando el animal se encuentra en el muevo de contención, alcanzando unos valores que casi triplican los de la frecuencia basal definida para el ganado vacuno (60-70 puls/min). En este caso, valores tan elevados no se deberían al ejercicio físico en sí, sino al componente psicológico del estrés infringido o Síndrome General de Adaptación de Hans Selye, siendo la inmovilización de un toro de Lidia en el cajón de contención más estresante para el animal que la propia lidia.

La lidia supone un trabajo físico importante para el animal ya que los valores medios de la FC (133 puls/min) del animal duplican los obtenidos en "reposo" (64 puls/min). Este aumento de la FC puede ser la consecuencia de una respuesta al estrés psicológico y/o de injuria física encadenada con la respuesta al ejercicio, a través de la cual se pretende atender el incremento de las necesidades de oxígeno y nutrientes requeridos por el tremendo esfuerzo del tejido muscular.

Los valores medios de SO_2 , en todos los casos, se encuentran por encima de los considerados como basales para la especie por otros autores. Los niveles más bajos se registran durante la inmovilización en el muevo de contención (78%), y los máximos durante el reposo en los corrales (94%) presentando una correlación negativa con la FC que desaparece ante la presencia de factores externos que dificultan o interfieren en la respiración.

Por otro lado se han estudiado las modificaciones que se producen en el ambiente ruminal (pH y T^a) de los toros de Lidia durante la etapa de acabado,

que a todos los efectos podría ser considerada como un cebo en libertad de los animales en su entorno natural. Los resultados observados muestran que el pH ruminal medio (6,22) en toros de Lidia durante esta fase se sitúa dentro del rango fisiológico. Así mismo, la probabilidad de que se produzcan alteraciones en el patrón de fermentación ruminal es baja, ya que el tiempo durante el cual el rumen se mantiene a valores de pH bajos parece no ser suficiente para alterar la microbiota del rumen. En el caso de la T^a ruminal, ni los valores medios ni los máximos son excesivamente altos como para afectar al estado de los animales. En consecuencia, con un manejo adecuado de las raciones y del sistema de alimentación, puede llevarse a cabo una suplementación con alimentos concentrados para toros de Lidia en la fase de remate de manera adecuada y respetuosa con su ambiente ruminal.

Por otro lado, se han monitorizado los cambios que acontecen sobre el pH y la T^a ruminal durante el periodo en el que el animal debe expresar su rendimiento productivo, la lidia, así como en los momentos anteriores y posteriores a ella. Los resultados muestran que la lidia tiene influencia sobre el ambiente ruminal, reduciendo el pH (0,26 unidades) y aumentando la T^a ruminal (1,2 °C). Esta última aumenta conforme pasa el tiempo y en respuesta directa a la actividad física, disminuyendo tras su cese, mientras que el pH ruminal no parece correlacionarse ni con la temperatura ni con el tiempo. Los valores bajos de pH ruminal encontrados al final de la lidia en estudios previos no estarían relacionados únicamente con fenómenos de acidosis ruminal, derivados de una alimentación acidótica de los animales, ya que los animales no tuvieron comida disponible durante las últimas cuatro horas previas al inicio de la prueba, sino que, además, estarían influenciados por el claro efecto negativo que la lidia ha demostrado tener sobre este parámetro

Cuando se realiza un estudio comparativo de las condiciones del ambiente ruminal entre animales con diferente sistema de manejo y alimentación, un grupo de animales de Lidia alimentados con una ración compuesta por concentrado y forraje mezclado denominando comúnmente *unifeed* en las condiciones habituales de su explotación y dos grupos de animales de raza Avileña-Negra Ibérica con alimentación de concentrado + paja por separado y *unifeed* estabulados en un cebadero, se aprecia como los valores medios de pH registrados en los tres grupos, Avileño pienso (6,68),

Avileño *unifeed* (6,43) y Lidia (6,22), se sitúan dentro del rango fisiológico. El análisis del tiempo que el rumen pasa a pH bajos, así como la evolución a lo largo del día del pH ruminal indica que el engorde intensivo en un cebadero industrial (Avileños), independientemente del sistema de alimentación utilizado, parece ser más respetuoso con el ambiente ruminal que un engorde en libertad en su entorno natural (Lidia). No se observaron diferencias entre los tres grupos en las T^a ruminales medias y máximas, en cambio los animales criados en cebadero (Avileños) mostraron T^a ruminales mínimas más elevadas y un mayor número de ingestas de agua que los criados en libertad (Lidia).

Por otro lado, se ha estudiado la relación entre los parámetros meteorológicos (humedad, precipitación, temperatura y velocidad del viento) y las condiciones del ambiente ruminal (pH y temperatura) del ganado de Lidia en libertad, observando que la precipitación, la humedad y la temperatura ambiental tienen influencia sobre el ambiente ruminal. Incluso dentro del rango de termoneutralidad, los ambientes húmedos y lluviosos predisponen a que el rumen de los animales permanezca durante más tiempo a pH bajo, favoreciéndose con ello la aparición de acidosis ruminal. Por su parte, la velocidad del viento no tiene influencia a este nivel.



6. SUMMARY & CONCLUSIONS

6.1.- SUMMARY

In this paper the study of the effect of variables that affect the rumen environment, such as food handling strategies and environmental factors, which may have effects during fattening phase prior to the fight, during the fight itself and the time surrounding it, was tested using other breeds as the Iberian Black Avileña in some cases to compare with other handling systems in which it would be physically impossible to work with Lidia animals. On the other hand, the fight itself, which is the ultimate purpose for which these animals are raised, has been studied, as well as the periods before and after it, which can affect certain physiological parameters such as heart rate (HR) and the saturation of oxygen (SO_2). For this purpose animals were monitored during: a) immobilization in the squeeze chute or “mueco”, b) rest in the corrals, c) during the fight, d) the period after it and e) during the transport. The highest mean HR value (166 puls/min) was recorded when the animals were restrained in the “mueco”, reaching values almost triple of those defined as baseline heart rate for cattle (60-70 puls/min). In this case, such high values could not be due to the exercise itself, but also to the psychological component of stress, being the immobilization of a bull in the “mueco” more stressful to the animal than the fight itself.

Bullfighting represents an important physical work for the animal as the mean HR values (133 puls/min) are twice those obtained at rest (64 puls/min). This increase in HR may be the result of a response to psychological stress and/or physical injury together with the response to exercise, through which the organism aims to meet the growing demands for oxygen and nutrients the tremendous muscular effort.

The mean values of SO_2 obtained, in all cases, were above the values considered basal for the species by other authors. The lowest levels were recorded during the restraint in the “mueco” (78%), and the maximum at rest in the pens (94%) showing a negative correlation with HR that disappears in the presence of external factors that difficult or interfere with breathing.

On the other hand, we have studied the changes that occur in the rumen environment (pH and Temp) of the bulls during the finishing stage, which for a practical purposes may be considered as a fattening system in their natural environment. The observed results show that the mean rumen pH (6.22) in bulls

during this phase is within the physiological range. Likewise, the probability of changes occurring to the patterns of rumen fermentation is low, since the time during which the rumen is maintained at low pH values seems insufficient to alter the rumen microbiota. Mean and maximum rumen T^a were not too high to affect the animal's state. Therefore, with adequate management of the feeding system, the bulls could be supplemented in a respectful way for the rumen environment.

The changes taking place on ruminal pH and Temp during the fight, period in which the animal must express its ethological production, as well as pre- and post- periods, were monitored. The results showed that the fight had an influence on the rumen environment, lowering the pH (0.26 units) and increasing the ruminal Temp (1.2 °C). The temperature increased as time passed and in direct response to physical activity, decreasing when the fight finished, while the ruminal pH did not seem to correlate either with the temperature or the time. Low ruminal pH values found at the end of the fight in previous studies would not only be due to ruminal acidosis process, derived from an acidotic feeding system, because the studied animals had no food available during the last four hours before the start of the fight, but also would be influenced by the clear negative effect that bullfighting has shown on this parameter.

A comparative study of the conditions of the ruminal environment between animals with different management and feeding system was performed, including a group of Lidia animals fed a ration consisting of concentrate mixed with straw or unifeed under the usual free ranging farming conditions and two feedlot groups of Avileña-Negra Ibérica animals one with concentrate + straw and the other group received unifeed diet. pH values were recorded in the three groups. The results showed significant differences: Avileño concentrate + straw (6.68), Avileño unifeed (6,43) and Lidia (6.22). Values were within the physiological range. The analysis of the time where the rumen pH was below pH 6,0 and the evolution of rumen pH during the day indicates that the feedlot system (Avileños), regardless of the feeding strategy used, appears to be more respectful with the rumen environment than a fattening in their natural environment (Lidia). No differences between the three groups were observed in the mean and maximum rumen T^a , but feedlot animals

(Avileños) showed higher minimum T^a ruminal and a greater number of water intakes compared with Lidia breed.

On the other hand, the relationship between meteorological parameters (humidity, precipitation, temperature and wind speed) and rumen environment conditions (pH and temperature) was studied in Lidia cattle in free range farming conditions. Precipitation, humidity and environmental temperature negatively influenced the rumen environment. Even within the range of thermoneutrality, wet and rainy environments predispose the rumen of animals to remain longer time at low pH, thereby favoring the appearance of ruminal acidosis. Meanwhile, the wind speed has no influence on this level.

6.2.- CONCLUSIONS

1. The mean ruminal pH and temperature in fighting bulls during the finishing phase is within the physiological range.
2. The fight has an influence on the rumen environment, reducing the pH and increasing the temperature, in direct response to physical activity.
3. The different feeding management systems studied (Lidia-unifeed, Avileños-unifeed, Avileños-concentrate + straw), is suitable for animal supplementation without adverse impact on rumen environment.
4. The feedlot fattening (Avileños) registred the minimum ruminal temperature and increased the number of water intake with respect to free ranged farming (Lidia).
5. Wet and rainy environments increased the risk of ruminal acidosis because the rumen stays longer at low pH.
6. The highest average heart rate in fighting breed is recorded when the animals are restrained in the cattle crush (“mueco”), reaching values three times

the defined baseline rate for cattle, in this way the immobilization of a bull in a “mueco” of contention is more stressful for the animal than the fight itself.

7. The bullfight is an important physical work for the animal and the mean values of heart rate are twice higher than those obtained at rest. This increase may be the result of a response to psychological stress and/or physical injury together with the response to exercise.

8. The average values of oxygen saturation obtained during different management practices in Lidia breed have been recorded for the first time: fight (83%), immobilization (78%), rest in pens (94%) and transport (86%)



7. AGRADECIMIENTOS

Han pasado más de trece años desde que el día de Santa Cristina del año 2002 finalice la Licenciatura en Veterinaria en la Universidad de Extremadura. A partir de ese momento inicie mi actividad profesional como clínico de libre ejercicio dedicado fundamentalmente al ganado vacuno, poco a poco y casi sin darme cuenta, los Toros pasan de ser una afición, a convertirse en una de mis principales fuentes de ingresos.

En mayo del año 2004 mi actividad profesional cambia su orientación, que no su rumbo, comienza una nueva, y en ese momento, ilusionante etapa, “ficho” por el Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León (ITACyL). En honor a la verdad debo decir que fue **Carmen**, entonces mi novia, y hoy mi mujer, “la culpable”, mi incorporación al ITACyL, por voluntad propia no hubiera abandonado nunca la libertad del campo. A partir de ese momento se abre un horizonte nuevo, el mundo de la investigación.

Con el apoyo de **Sara Olmedo**, Jefe de Área de Ganadería, y **Luis Rodríguez**, entonces Subdirector de Investigación y Tecnología, ponemos en marcha un proyecto para la creación del Centro de Investigación del Toro de Lidia. El camino no fue fácil, prácticamente sin recursos, fuimos solventando las dificultades con ilusión, dedicación, y esfuerzo, mucho esfuerzo, pero todo esto necesitábamos soportarlo sobre una base científica de calidad contrastada en una materia tan difícil como el toro de Lidia, esa estructura fue aportada por el Departamento de Producción Animal de la Facultad de Veterinaria de León a través del equipo que encabezado por el **Dr. Vicente Gaudioso** componían la **Dra. Marta Alonso** y el entonces becario, hoy Doctor **Daniel Bartolomé**, quien se incorporaría a nuestro equipo en el 2008, permaneciendo con nosotros hasta el año 20012.

El trabajo en equipo pronto dió sus frutos y conseguimos los primeros proyectos de investigación, unos con financiación autónoma y otros con financiación pública, lo que nos permitió aumentar el equipo, así en el año 2005, se incorporaron **Raquel Posado** y **Rebeca Hernández** ambas continúan diez años después en el ITACyL, aunque Rebeca se encuentra destinada a otra Subdirección.

Son estos, años de dedicación exclusiva al toro de Lidia, sin embargo en el año 2010 se amplían las líneas de trabajo, potenciando la investigación en vacuno de Leche, este cambio de orientación trae aparejado un cambio de denominación, a partir de ese momento nuestro grupo de trabajo pasa a denominarse Unidad de Investigaciones Ganaderas, cambiando nuevamente de nombre al año siguiente, convirtiéndonos en Línea de Investigación en Rumiantes.

Durante estos años han sido muchos los becarios y alumnos en prácticas que han trabajado con nosotros, Aurora, Esther, Manuel, Patricia, Mar, Lidia....., los becarios de la Universidad de León que durante la temporada taurina pasaban a integrarse en nuestras filas **Francisco Escaleras (Pancho)** y **Juan Manuel Lomillos**, hoy Doctores en Veterinaria. Con ellos hemos compartido muchas horas de trabajo y de viaje, de todos hemos aprendido algo.

Durante estos años y aún hoy, he compatibilizado, no sin esfuerzo, mi trabajo en el ITACyL con mi actividad Veterinaria, ello me ha permitido conocer de primera mano los problemas y necesidades del sector, lo que ha sido clave para definir líneas de trabajo que permitan dar respuesta a esta situación. Gracias a esta “segunda actividad” he podido mantener mi vinculación a la ganadería de Lidia, línea de trabajo que en el ITACYL se estaba difuminando.

Pedraza de Yeltes requiere un punto y aparte, no en vano llevo más de trece años vinculado profesionalmente a esta explotación ganadera que los hermanos **José Ignacio y Luis Uranga Otaegui** junto a su cuñado **José Luis Rodríguez Frutos**,. poseen en el término municipal de Castraz, provincia de Salamanca. En principio esta ganadería se dedicaba al vacuno de carne y al porcino ibérico, pero en el año 2006 se inicia la aventura de crear una ganadería de Lidia que, en la actualidad esta obteniendo éxitos importantes en plazas de reconocido prestigio en el mundo taurino, fruto sin duda del buen hacer del equipo que junto a los propietarios forman, **José Ignacio Sánchez, Guzmán Blanco y Miguel Ángel Sánchez (Curro)**.

Este ha sido mi bagaje profesional, las ocupaciones que a lo largo de estos años han impedido y/o dificultado una dedicación mayor a esta Tesis Doctoral, que inicié con los cursos de Doctorado en el año 2004 y que por fin puedo finalizar en Salamanca el día de San Felipe del año 2015.

Probablemente me olvide de personas que han posibilitado que esto fuera posible y por eso quiero empezar con mis disculpas hacía ellos y mi agradecimiento sincero a todos, ya que este trabajo no hubiera sido posible sin su colaboración.

En primer lugar agradecer al ITACyL, al Instituto Nacional de Investigación Agraria y Alimentaria (INIA), a través de fondos FEDER y a Garcisan Distribuciones S.L. el apoyo financiero para la realización de los proyectos que han hecho posible esta tesis doctoral.

A nivel de campo mi agradecimiento a las ganaderías en cuyas instalaciones se ha llevado a cabo el desarrollo experimental, Puerto de San Lorenzo, Montalvo, Charro de LLen, Juan Luis Fraile, Pedraza de Yeltes, así como a la Asociación Española de Criadores de Ganado Vacuno Selecto de Raza Avileña Negra Ibérica.

A los compañeros que de una u otra manera, me han ayudado a sacar adelante este trabajo, **Dr. Daniel José Bartolomé Rodríguez, Dra. Raquel Posado Ferreras, Dr. Raúl Bodas Rodríguez, Dr. Francisco Escalera Valente, al Dr. Juan Manuel Lomillos y al Ldo. José Antonio Zúñiga Montero.**

Al personal del ITACyL, que me han apoyado en esta aventura, **Luis Rodríguez Ruíz, Sara Olmedo de la Cruz, Ana Larran García, Emilio Gómez Izquierdo, M^a Dolores García Cachan, Cristina León Cofreces y Rebeca Hernández García.**

A nivel académico tengo que agradecer en primer lugar a mis directores de tesis **Dr. Vicente Ramiro Gaudio Lacasa, Dra. Marta Elena Alonso de la Varga y Dr. Felipe Prieto Montaña** así como a los profesores **Dr. Vicente González Eguren, Dr. Pedro Rodríguez Medina y Dr. Ramiro Fernández Montaña**, por su paciencia, colaboración y sus aportaciones.

Y como no para terminar agradecer a mi familia, a mis padres, **Ángel** y **Basí**, a mí hermano **Ángel**, a mi mujer **Carmen** y a **Mateo** su paciencia, ánimo y su apoyo incondicional.