

PARÁMETROS FISIOLÓGICOS DEL ESTRÉS EN EL TORO DE LIDIA

GÓMEZ-ARIAS, P¹., AGÜERA, E.I²., CAMACHO, R³., CAMACHO, J³., REQUENA, F².

INTRODUCCIÓN

En 1936, Selye definió por primera vez el estrés como “la respuesta de adaptación del organismo frente a una serie de factores externos”. Se puede definir como estrés cualquier modificación homeostática (externa o interna) que produce un cambio en el comportamiento del individuo, de manera que su organismo genera una respuesta determinada frente a la situación en la que se encuentra. De esta forma, si existe una respuesta positiva frente al estímulo y el animal puede habituarse a la nueva situación hablamos de adaptación. Por el contrario, si dicho estímulo genera un cambio en la conducta del animal, esto desembocará en una situación de estrés (Buestan, 2011).

Con respecto al término de “dolor”, la Asociación Mundial para el Estudio del Dolor (IASP), lo define como “una experiencia sensorial y emocional desagradable, asociada con un daño tisular, real o potencial, o descrita en términos de dicho daño” (IASP, 1979). En el ganado de lidia, y para determinar su grado de dolor, es necesario tener en cuenta diferentes factores, entre ellos el estrés sufrido durante los festejos taurinos o ciertos parámetros sanguíneos (catecolaminas, glucocorticoides) (Centeñera, 2014).

¹Graduada en Veterinaria por la Universidad de Córdoba.

²Departamento de Biología Celular, Fisiología e Inmunología. Facultad de Veterinaria. Universidad de Córdoba.

³Colaboradores Honorarios del Departamento de Biología Celular, Fisiología e Inmunología. Universidad de Córdoba.

Desde la antigüedad, el toro ha sido un símbolo de tradición y festejos en los pueblos mediterráneos. Es por esto que el hombre siempre se ha enfrentado a él queriendo así demostrar valor y victoria de la vida sobre la muerte (Gil, 2012). Es muy importante destacar que esta raza presenta una serie de diferencias con respecto al resto de los bóvidos. Esto es debido a la selección durante todos estos años por parte de sus criadores, ya que estos perseguían una única finalidad, obtener animales con una característica común: la bravura. De esta manera, se le resta importancia a la morfología, siendo diferente según su encaste, pero todos presentan un carácter muy parecido, lo cual, más que una raza, nos permite catalogar a estos animales como una agrupación racial (Sánchez, 1952). Por ello, el toro bravo es una raza conseguida y mejorada por la especie humana a partir de varios troncos de bovinos salvajes, hasta que se consiguió que portara las cualidades que hoy en día demuestra tener, principalmente el carácter agresivo. Este carácter lo ha convertido en un símbolo de bravura que, en 1999, Villafuerte definió como la capacidad de acometer o atacar frente a estímulos estresantes.



Fotografía 1. Toros bravos en extensivo de la ganadería Victoriano del Río (Guadalix de la Sierra). Autora: Patricia de la Ossa Ayuso.

Para que un toro muestre su agresividad, pueden darse diferentes escenarios (Purroy, 2002):

- Jerarquía entre machos.
- Invasión por parte de un macho alfa de un lote de un territorio “perteneciente” al macho alfa de otro lote.

- La ausencia de un número suficiente de comederos de tal manera que los machos dominantes no se peleen entre ellos y dispongan cada uno de más de un comedero. Lo recomendable es colocar comederos para más animales de los que hay.
- Cuando comienza la época de cubrición.
- En el caso de las hembras, pueden mostrar bastante agresividad cuando acaban de parir si intentan acercarse a su cría.
- Por último, en el momento de la lidia.

Tenemos que distinguir cuando el animal se encuentra en su hábitat natural de cuando está en la plaza, ya que su comportamiento no será el mismo en situaciones tan diferentes (Martínez, 2014). En el campo, el animal demuestra su bravura de forma inversamente proporcional al número de animales que comparten el mismo espacio con él. De esta manera, a medida que aumentamos el número de toros en un espacio determinado, el intento de acometer de estos irá disminuyendo cada vez más. (Cossío, 1951). El toro manifiesta su agresividad en condiciones de aislamiento, encierro y, sobre todo, en el momento de ser lidiado en la plaza (Gil, 2012).

Hoy en día, cada vez es más frecuente el uso de pequeños cercados para criar el ganado de lidia, lo cual limita las capacidades físicas de estos animales, disminuyendo así los estímulos externos que pueden molestarlos. Por un lado, este manejo llevado a cabo por los ganaderos es preocupante ya que influye en que el toro bravo se asemeje cada vez más al ganado bovino de aptitud cárnica criado en extensivo (Villafuerte, 1999). Por otro, el carácter y el hecho de que la crianza de esta raza se produzca en compaginación con un mínimo contacto con el hombre, supone que cualquier mínimo manejo se convierta en una gran situación de estrés (Pérez et al., 2017). Los objetivos de esta revisión bibliográfica actualizada son:

- 1.- Recopilar la información más importante hasta el momento sobre el sufrimiento de estrés en la raza bovina de Lidia.
- 2.- Profundizar en los parámetros fisiológicos que influyen en el ejercicio físico realizado durante la lidia.
- 3.- Estudiar el grado de dolor que el animal experimenta durante la lidia.

1. FISIOLOGÍA DEL ESTRÉS

Una respuesta al estrés provoca cambios fisiológicos y de comportamiento que incluyen varios sistemas como nervioso, endocrino e inmune. Las respuestas fisio-

lógicas al estrés se llevan a cabo a través de varias vías, como la activación del eje hipotalámico-hipofisario-adrenal (HHA), el sistema nervioso simpático y la respuesta conductual de lucha o huida (Mifsud y Reul, 2018). Las respuestas fisiológicas del organismo al trauma sirven para atenuar el daño tisular adicional (Agüera y Requena, 2006; Ketchesin et al., 2017).

El hipotálamo, localizado constituyendo el suelo del tercer ventrículo del diencefalo, está formado por diferentes núcleos cada uno de ellos con una función fisiológica diferente. El hipotálamo se une con la hipófisis a través del infundíbulo. La hipófisis está dividida en neurohipófisis o lóbulo posterior (prolongación del hipotálamo y caracterizada por tener tejido nervioso) y adenohipófisis o lóbulo anterior (verdadera glándula endocrina), ambos separados por la pars intermedia que es una zona con escasa vascularización (Cunningham y Klein, 2014).

La función fisiológica de la hipófisis es ampliar los efectos de las hormonas liberadoras del hipotálamo a todos los órganos diana y glándulas del organismo. Las hormonas hipotalámicas son liberadas a través del sistema porta-hipotálamo-hipofisario a la adenohipófisis. La hormona liberadora de corticotropina (CRH), es una hormona hipotalámica (producida dentro del hipotálamo anterior en los núcleos paraventriculares) responsable de la respuesta fisiológica al estrés (Álvarez, 2009).

Los ejes que participan en esta respuesta fisiológica al estrés, activados por el hipotálamo son:

- Eje simpático adrenal: es el más rápido. La activación de este eje origina la liberación de catecolaminas desde las glándulas suprarrenales (adrenalina y noradrenalina) y a nivel central (noradrenalina). Esto conlleva a unos cambios en el organismo como son hipertensión, taquicardia, glucogenólisis, lipólisis, disminución en la secreción de ACTH y de insulina, hormona tiroidea y del crecimiento y de esteroides adrenocorticales. También aumento de la actividad intestinal, dilatación bronquial, vasoconstricción cutánea y vasodilatación (Zapata, 2003).
- Eje hipotálamo-hipófisis-adrenal: su acción es más lenta (de minutos a horas). El hipotálamo libera hormona liberadora de corticotropina (CRH) que actuará sobre las células adenocorticotropas de la adenohipófisis, produciendo así la formación de una macromolécula precursora (propiomelanocortina) que va a llevar a cabo la producción de hormona corticotropina (ACTH) y de endorfinas. Estas últimas producen analgesia a nivel de la corteza cerebral, disminuyendo la sensación de dolor (Ca-

ballero y Sumano, 1993). Desde la adenohipófisis, por vía sanguínea la ACTH viajará hacia la glándula adrenal sobre la que actuará liberando glucocorticoides (cortisol) (Silverthorn, 2019).

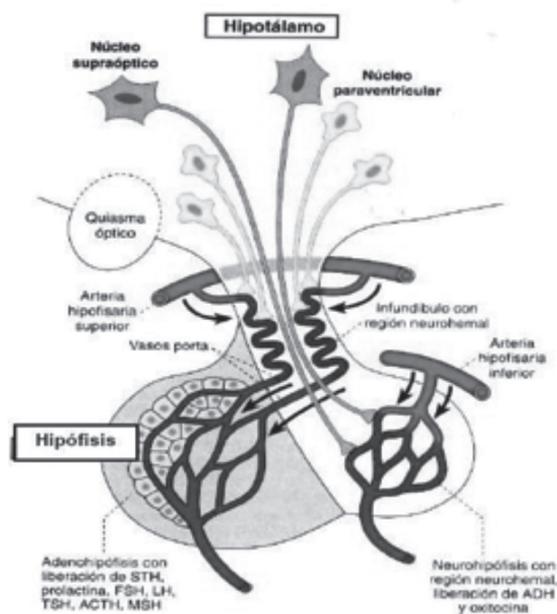


Figura 1. Esquema del eje hipotálamo-hipofisario.
Fuente: Welsch, 2009.

Las glándulas adrenales están situadas en el polo anterior del riñón (derecho e izquierdo). Desde el punto de vista histológico, la glándula adrenal está compuesta por dos tejidos distintos: la corteza y la médula adrenal. La corteza secreta hormonas esteroideas (glucocorticoides (cortisol), mineralcorticoides (aldosterona) y hormonas sexuales). Los glucocorticoides se originan, más concretamente en la zona fascicular de la corteza adrenal, y ejercen su acción anti estrés a partir de la eliminación de aminoácidos libres y la formación de glucosa mediante proteínas (Buestan, 2011).

El cortisol se sintetiza de forma continua y con ritmo diurno. Los niveles sanguíneos de cortisol incrementan durante el día y descienden durante la noche. La secreción de esta hormona también aumenta en situaciones de estrés (Silverthorn, 2019). El eje hipotálamo- hipófisis-glándula adrenal está regulado por un sistema de control negativo controlado por los niveles de cortisol en sangre (Cunningham y Klein, 2014).

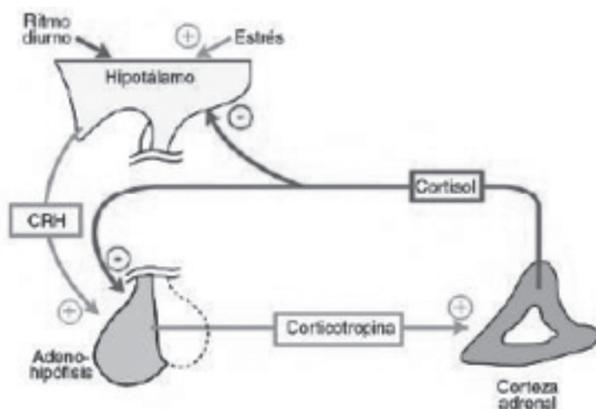


Figura 2. Esquema representativo del sistema feed back negativo.
Fuente: Cunningham y Klein, 2014.

En la médula adrenal, se producen las catecolaminas que, como se explicó más arriba, son las responsables del eje simpático-adrenal. Van a poseer dos tipos de receptores: α o estimulantes y β o inhibidores. Son producidas para cumplir una serie de funciones fisiológicas en situaciones en las que el animal sufre estrés (Álvarez, 2009):

- La adrenalina por sí sola actúa sobre los receptores β -adrenérgicos, inhibiendo la respuesta y produciendo la relajación uterina. Sin embargo, cuando actúa conjuntamente con la noradrenalina se produce el efecto contrario. Se activan los receptores α -adrenérgicos y se producen contracciones uterinas. Todo ello conlleva a una alta probabilidad de que se produzca una interrupción del embarazo en el animal gestante en situaciones de alto nivel de estrés.
- Adrenalina y noradrenalina consiguen que se retorne al equilibrio del sistema circulatorio y producen respuesta muscular al estrés producido.
- Relajación de la musculatura lisa bronquial para que se pueda realizar un mayor intercambio gaseoso en el alveolo pulmonar.
- Aumento de las actividades cardíacas (excitación, gasto cardíaco, consumo de oxígeno por el miocardio) ya que esto puede ser de gran ayuda en situaciones de necesidad de huida para el animal.

Está descrito en la literatura que el organismo pasa por tres fases para adaptarse a diversas situaciones de estrés (Melgosa, 1995; Illera et al., 2006):

1. Fase de alarma o huida: el organismo se prepara para los posibles cambios químicos como es la producción de hormonas en el eje HHA que darán como consecuencia una serie de eventos encadenados provocándose un aumento de frecuencia respiratoria y cardíaca, agudización de sentidos, elevación de los niveles de insulina para metabolizar energía, aumento del número de glóbulos rojos por espleno-contracción y linfocitosis.

2. Fase de resistencia: adaptación fisiológica a la situación de estrés en la medida de lo posible por parte del organismo animal intentando ajustar sus constantes fisiológicas al nuevo escenario en el que se encuentra. En esta fase desaparece esa sintomatología y se normalizan los niveles sanguíneos de cortisol.

3. Fase de fatiga: pérdida del equilibrio homeostático debido a una perduración del estrés durante un periodo de tiempo prolongado.

2. ESTRÉS DURANTE LA CRIANZA

La cría de las reses de lidia (siglo XVIII) no se consideraba una actividad en sí, sino que formaba parte de otros trabajos agrícolas considerados más importantes, siendo por tanto relegada a una importancia menor (Sanz Egaña, 1958).

Una vez nacidos los becerros, estarán unas seis semanas tomando leche de la madre para desarrollarse correctamente. Pasado este tiempo, se hace el destete comenzando con una suplementación de pienso de arranque para que se vayan adaptando a sus nuevas necesidades nutricionales de manera paulatina y sin realizar un cambio brusco en su alimentación (Jimeno et al., 2005). Una vez destetados totalmente, se alimentarán del pasto de la finca y serán suplementados en épocas de escasez para convertirse en los futuros toros o hembras reproductoras (Carbonell y Gómez, 2001).

El sufrimiento de estrés durante los cuatro o cinco primeros años de vida del animal es muy importante al influir directamente en su correcto desarrollo y supervivencia, ya que puede llegar a producir una serie de alteraciones entre las que vamos a destacar las siguientes (McEwen, 2008):

- Cambios morfológicos debido a un aumento de los índices de conversión que conlleva a un menor peso y tamaño.
- Problemas a nivel reproductivo, tales como abortos, retrasos en los celos y modificaciones en la calidad seminal de los machos (Retana-Márquez et al., 2003).

- Sistema inmune limitado, siendo más propenso a contraer enfermedades infecciosas (por disminución de inmunoglobulinas y otros componentes) (Uddin et al., 2010).
- Patologías gastrointestinales, tales como diarreas y úlceras (O'Mahony et al., 2011).

2.1. Destete y herradero

Podemos definir como destete la separación de becerro y madre con el objetivo de que esta última deje de producir leche y disminuyan sus necesidades nutricionales. De esta manera, los animales destetados comenzarán a adaptarse poco a poco a sus nuevas necesidades nutritivas y permitirán a las madres recuperar su condición corporal para estar preparadas para una nueva gestación (Balbuena, 2010).

Cuando el animal supera el destete, se procede a la realización de su marcado, comúnmente llamado como "herradero". Esto genera altos niveles de estrés tanto a los becerros, los cuales se dejan apartados en la misma zona, como a las madres que son separadas de sus crías. Una vez sujetado adecuadamente el becerro y calentados al fuego previamente los hierros, se procede a realizarlo (Salamanca, 2012).

En el herradero se marca al animal con diferentes numeraciones: el guarismo o año de nacimiento se reflejará en la paletilla, el orden de identificación del animal se coloca en el costillar y la asociación ganadera a la que pertenece se coloca en el anca. Por último, se realiza la denominada muesca en la oreja, diferente en cada ganadería (Domecq, 1994).



Fotografía 2. Herradero en la ganadería de Alcurrucén.

2.2. Clima

Esta raza ha tenido la capacidad a lo largo de los años de adaptarse a la climatología de una zona determinada (tropical, semiárida, etc.). A pesar de esto, el hábitat natural de la especie es el de la dehesa mediterránea de la península ibérica, que consta de 4-5 meses de sequía y 300-800 mm de precipitaciones medias anuales (García, 2015).

A pesar de ser un factor cuyo control no depende del hombre, el clima puede llegar a ser muy influyente para la raza de Lidia. A veces esta raza puede tener problemas de adaptación a las condiciones ambientales de la zona (por ejemplo las temperaturas) así como a los factores adicionales que ello conlleva. Por ejemplo, la presencia de garrapatas transmisoras de anaplasma en la ganadería, vectores de los que se debe llevar a cabo un estricto control sanitario (Gómez, 2014).

Cambios en las condiciones climáticas de la zona en cuestión provocan modificaciones fisiológicas que afectan a la reproducción, la actividad metabólica y el desarrollo de los tejidos. El estrés térmico produce una adaptación metabólica en respuesta al aumento de la temperatura, con afección hormonal en el inicio de la actividad ovárica. El bienestar térmico óptimo para la cría de los animales se sitúa, en general, en torno a los 13 y 18°C. Con respecto a la humedad ideal, está entre el 60 y 70% (Uribe y Vélez, 2010).

2.3. Superficie

La cría de este tipo de ganado se realiza por tanto en régimen extensivo, por lo que se necesitan terrenos de grandes superficies. Aun así, es común hoy en día dedicar los terrenos de mayor fertilidad a la actividad agraria o a un sistema de ganadería que aporte más beneficios (Rodríguez, 1996).

Hay dos tipos de ecosistemas diferentes donde se ubican las ganaderías: dehesa ibérica o marisma, esta última en menor medida. Al ser una raza de gran rusticidad, tiene una buena capacidad de adaptación al medio, además de producir menor impacto medioambiental que otras especies. Es más, la raza de lidia contribuye a la conservación de la biodiversidad, conviviendo en perfecto equilibrio con la flora y la fauna y realizando un pastoreo compensado (UCTL, 2006).

El toro de lidia tiene un carácter dominante debido a la bravura que le caracteriza. Por ello, estos animales necesitan de un determinado espacio mínimo para que no se potencie el estrés en la manada y por tanto la conducta agresiva. El efecto

negativo de un inadecuado espacio puede conllevar a la frustración y la aparición de lesiones por agresiones entre ellos. Todo esto debemos evitarlo si queremos la adecuada obtención de ejemplares capacitados física y psicológicamente para la lidia (Gaudioso et. Al, 1984).

2.4. Alimentación

En producción animal se define alimento como el aporte de sustancias nutritivas a los animales de manera que con su consumo puedan desarrollarse con normalidad, cubriendo todas sus necesidades y obteniendo así lo que se pretende de ellos. (Caravaca, 2003).

La alimentación puede resultar un problema cuando la superficie de comedor/ animal es insuficiente para el número de animales que se encuentra en la explotación o cuando existe un límite de tiempo para realizar la ingesta. Esto produce que los animales dominantes de la manada siempre encuentren alimento, mientras que los que no lo son sufran bastante estrés para conseguir alimentarse, lo que puede llegar a generar conflicto entre los individuos de la manada e incluso que se produzcan traumatismos por problemas de dominancia (Dantzer, 1982).

Uribe y Vélez (2010) definen como estrés calórico indirecto aquel que se produce por un desequilibrio entre calidad y cantidad de alimento, influyendo factores tales como la edad, la idiosincrasia, el estado fisiológico o la raza. Por ejemplo, *Bos indicus* (cebú) es una especie mejor adaptada al estrés calórico que *Bos taurus*, debido a la capacidad adaptativa frente a las condiciones climatológicas y la termorregulación, entre otras (González, 2003).

Existen diversas medidas recomendables con respecto a la alimentación (Díaz et al., 2012):

- Hacer coincidir la estacionalidad de los pastos con los ciclos reproductivos de las hembras, y realizar suplementación en épocas de escasez.
- Realizar suplementación de utereras y eralas en las últimas semanas de gestación y durante el período de lactación, para intentar evitar la pérdida de condición corporal.
- Flushing dos o tres semanas antes de comenzar con las cubriciones y hasta dos o tres semanas después.

- Aportar suplemento a los becerros lactantes mediante un concentrado con elevado contenido en proteínas (16-18%) y en unos comederos especiales a los que solo puedan acceder ellos.
- No realizar una suplementación excesiva de los toros los meses antes de su lidia, sino someterlos a una dieta más equilibrada a lo largo del año para asegurarnos de un correcto desarrollo esquelético y muscular.

2.5. Manejo

El estrés fisiológico producido por el manejo de este tipo de ganado debe ser mínimo. No se trata de una especie creada para estar constantemente en contacto con el hombre, ya que lo que se busca en su selección es la demostración de bravura en la plaza. Para ello, se cría en libertad con el objetivo de que no desarrolle un carácter manso propio de un animal domesticado y embista cuando se enfrente al torero en el ruedo. Únicamente realizaremos esta práctica si es estrictamente necesario, es decir, en caso de: vacunaciones, desparasitaciones, cura de heridas por traumatismos/peleas o intervenciones quirúrgicas tales como hernias o grandes heridas (Gil, 2012).

Un manejo correcto requiere de unas instalaciones fundamentales. Las más importantes son las cercas o vallas, donde se dividirá a los animales en una serie de lotes, principalmente (Sánchez et al., 1996):

- Lotes de cubrición de las hembras.
- Becerros.
- Añojos.
- Erales.
- Utreros.
- Toros adultos de cuatro años en adelante.

Además de esto, se situará aproximadamente en el centro de la finca la denominada "Unidad de manejo", constituida por: corrales, cepo, chiquereros, mangas, plaza de tientas y embarcadero (Díaz et al., 2012).

2.6. Tienta

Según el Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española (RAE) se denomina "tienta" a la prueba que se hace con la garrocha para apreciar la bravura de

los becerros. Esta prueba se realiza a los dos o tres años de edad, a puerta cerrada, en una pequeña plaza de tientas de la que dispondrán los ganaderos. En el caso de las hembras, su carácter bravo se probará únicamente con la muleta. Si estas superan la prueba, serán seleccionadas como futuras reproductoras. En caso contrario, serán destinadas al matadero. Para que una hembra supere la prueba de la tienta deben buscarse características específicas en ella, tales como el tipo de embestida (Salamanca, 2012).

La tienta de machos va a desarrollarse a partir de dos vertientes muy diferentes (Martín, 1994):

- Acoso y derribo: es un procedimiento que consiste en soltar un becerro en una superficie plana de la finca y hacerlo correr hasta el extremo contrario (aproximadamente unos 600 metros) donde se encontrarán los bueyes. En este recorrido es donde actúa la collera, que va a estar formada por el garrochista y el amparador. Son los encargados de hacer que el eral se mueva y de derribarlo. Durante esta actividad el ganadero valorará diferentes aptitudes del animal para saber si es válido o no para la lidia. Con esta prueba se valora toda la camada.
- Tentadero en plaza: los machos seleccionados primeramente se someten a una tienta a caballo. Si la superan, posteriormente podrán ser toreados en la plaza o empleados como reproductores en la ganadería. Esta es una de las situaciones más estresantes para los animales, ya que de estar en el campo pasan a ser sometidos por el hombre a una serie de circunstancias en las que se les exige un determinado comportamiento frente a un estímulo (Gil, 2012).



Fotografía 3. Tentadero en la ganadería Victoriano del Río.
Autora: Patricia de la Ossa Ayuso.

3. ESTRÉS DURANTE EL TRANSPORTE

El transporte es una actividad que afecta directamente al bienestar animal. Existen cinco condiciones básicas que definen a este último (Cockram et al., 2004):

- Ausencia de hambre, sed o malnutrición.
- No presencia de dolor, heridas o enfermedades.
- Animal sin miedo.
- Ausencia de incomodidad.
- Manifestación de comportamiento natural.

Las actividades previas al transporte (preparación y carga de los animales), durante y después del mismo (descarga, pesaje, descanso) influyen directamente en la fisiología del estrés y la fatiga animal (Fisher et al., 2009).

Podemos definir el concepto de transporte (en el caso de la raza de Lidia) como el recorrido que realizan desde su lugar de nacimiento y crianza (su ganadería en este caso) hasta el lugar donde serán lidiados (la plaza de toros donde se realizará el festejo). Este momento previo a la lidia es uno de los más estresantes que sufrirá el animal a lo largo de su vida, teniendo efectos tanto psicológicos como físicos, tales como la pérdida de peso. En la actualidad, el medio de transporte que se utiliza son los camiones, los cuales deberán de cumplir unas determinadas características para que el estrés sufrido durante este trayecto influya de manera mínima en el posterior rendimiento del toro a la hora de enfrentarse a la lidia (Caballero, 2005). Una enfermedad que cabe destacar es la fiebre del embarque o Complejo Respiratorio Bovino, desarrollada debido al elevado nivel de estrés al que se someten los animales cuando son transportados, y producida por *mannheimia haemolytica* y, en menor medida, *pasteurella multocida* o *haemophilus sommus* (Vázquez, 2011).

Según el artículo 8 (capítulo III) del Real Decreto 186/2011, de 18 de febrero, por el que se regula la calificación sanitaria de las ganaderías y explotaciones de reses de lidia y el movimiento de los animales pertenecientes a las mismas, se podrán realizar los siguientes movimientos desde las explotaciones de animales para la lidia:

- A explotaciones pertenecientes a la misma ganadería, ya sea de reproducción, cría o mixtas.
- Animales pertenecientes a explotaciones calificadas como T3 (explotación Oficialmente Indemne a tuberculosis bovina), L3 (explotación Oficialmente Indemne a leucosis) y B3/B4 (explotación indemne de brucelosis en la que se aplican vacunas/explotación Oficialmente Indemne

de brucelosis sin vacunas) se pueden transportar a festejos taurinos, exposiciones y ferias. Podrán volver a su explotación de origen siempre y cuando en los treinta días anteriores al regreso superen las pruebas diagnósticas frente a brucelosis (si tienen más de doce meses) y a tuberculosis (si tienen más de seis semanas).

- Matadero.
- Cebadero.
- Centro de concentración de lidia: explotación compuesta por machos, cabestros, así como hembras ocasionalmente que son destinados a la lidia o al sacrificio.
- A cualquier tipo de festejo taurino.
- Los machos indultados durante la lidia podrán ser trasladados posteriormente a una explotación de reproductores, recría, o mixta para utilizarlos como semental. Antes del transporte o una vez llegado a la explotación deberán ser sometidos a dos pruebas de detección de brucelosis, tuberculosis y leucosis enzoótica bovina debiendo dar negativo el resultado.

Este mismo Real Decreto establece que han de cumplirse una serie de requisitos que garantizan el máximo bienestar animal posible:

- Cada animal, dentro del camión, irá en un cajón individual de máxima seguridad, construido con una serie de materiales adaptados a los daños que se puedan producir por los cuernos del toro.
- La autoridad responsable será la encargada de, antes de comenzar el transporte, precintar los cajones.
- Dichos animales deberán ir acompañados de una persona elegida por el ganadero, es decir, un representante.
- Deberán llegar a la plaza con una antelación al menos de veinticuatro horas excepto en las plazas portátiles que basta con seis horas.

A pesar del cumplimiento de la normativa vigente durante el transporte, hay factores inevitables que van a incrementar los niveles de estrés en el toro bravo como son las variaciones térmicas al estar hacinados en el camión o la ausencia de comida y agua hasta su llegada a los corrales de la plaza (Salamanca, 2012).

Un método eficaz para conocer los niveles de estrés durante el transporte es a través de la medición de una serie de parámetros fisiológicos. Si han resultado alterados, nos indicará que el animal ha podido carecer de las condiciones de bienestar necesarias. Según un informe sobre bienestar animal en el transporte publicado

por la Junta de Andalucía en 2013, los principales marcadores del estrés durante el transporte son:

- Cortisol: sus concentraciones en sangre se sitúan entre 16 ng/ml (viajes cortos) y 35 ng/ml (transportes largos). Los niveles aumentarán en situaciones de estrés elevado. En bovinos, los valores normales oscilan entre 10 y 20 ng/ml.
- Glucosa: la concentración de este monosacárido aumentará en situaciones de estrés inicial para después disminuir progresivamente cuando el sufrimiento animal se prolonga en el tiempo. Los niveles basales en bovinos oscilan entre 3 y 4,4 mmol/L.
- Enzima Creatin Kinasa (CK): no es un indicador directo de estrés animal, pero su producción por parte del organismo está relacionada con situaciones en las que se produce daño muscular, favorecidas por ejemplo por un inadecuado transporte. Su valor de referencia en bovinos está entre 35 y 280 U/L.
- Hematocrito: en animales sometidos a viajes de larga duración, el valor es más elevado. Su valor de referencia en bovinos está entre 35-47%
- Relación neutrófilos/linfocitos (N/L): este parámetro se tiene en cuenta en el caso de animales que no van directamente al matadero porque puede ocasionar inmunosupresión ya que es un indicador de estrés crónico. En el caso de los bovinos, los valores normales están en torno a 40/60.

Según Castro (1992), se produce un gran aumento en las concentraciones séricas de cortisol, así como de las enzimas aspartato aminotransferasa (AST), alanino aminotransferasa (ALT) y creatin kinasa (CK) y de glucosa en sangre durante el transporte de reses bravas. Las concentraciones de ACTH y cortisol séricas durante este proceso son más altas incluso que durante la lidia (Illera, 2007).

4. EL TORO Y LA LIDIA

Gutiérrez (1996) estableció que para que un toro pueda ser lidiado con éxito, debe presentar lo que se denomina “trapío”.

Cossío en 1951 definió 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 Domecq (1994) un toro con trapío es el 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". Además, ambos autores incluyen la expresión de la bravura y nobleza dentro de la definición de este concepto.

El principal requisito que debe presentar un toro a la hora de la lidia lo establece el Real Decreto 145/1996, de 2 de febrero y se trata de la edad del animal. Sólo podrán ser lidiados animales de entre cuatro y seis años, excepto en las novilladas (animales de entre tres y cuatro años) y las becerradas (animales de menos de dos años).

Otro concepto a tener en cuenta es el término "bravura", que se puede definir como la voluntad de luchar desde el principio hasta la muerte (Domecq, 2009). La bravura se rige en dos pilares fundamentales: fuerza y movilidad. Gracias a la primera el animal mantiene su embestida, y con la segunda creará una respuesta repetitiva y con grandes dosis de "nobleza" (Cruz, 1991; Domecq, 1994).

Para Mira (1981) el toro ideal presenta las siguientes características:

- Salida rápida del chiquero.
- Ataca a las tablas de los tres burladeros.
- Humilla al torearlo.
- Acude rápido hacia el caballo en el primer tercio, creciéndose en bravura tras los puyazos.
- No se viene a menos al colocarle las banderillas y al torearlo, al contrario, se hace más bravo.
- Muere sin haber mostrado signos de mansedumbre, preservando su condición de bravura.

4.1. Fases de la lidia (toreo a pie)

La lidia debe cumplir una serie de requisitos y producirse en un determinado orden. La duración idónea de una corrida de toros actualmente es de unos 15 minutos por animal aproximadamente (Alonso et al., 1995; Bartolomé, 2009). Compan (2008) estableció que 15 minutos y 40 segundos es el período de tiempo adecuado en el que un animal debe ser lidiado. Otros autores sitúan la duración media de la lidia en 17,65 minutos (Alonso et al., 2018) coincidiendo con Paniagua (1997) y Sanes et al. (1994).

Cossío en 1951 ya realizó una división del festejo en tres partes: tercio de picar, de banderillar y de matar. Lo que hoy en día se corresponde con tercio de varas y quites, de banderillas y tercio de muleta y muerte (Alcántara, 1998).

- Primer tercio o tercio de varas: cuando el toro entra en la plaza por la puerta de chiqueros será recibido por el torero, que lo someterá a una serie de pases con el capote y tras esto dará lugar el comienzo de este tercio. En él actúa el picador, que irá a caballo provisto de una puya. El objetivo del picador será que el toro se arranque en dirección al caballo (que irá protegido adecuadamente) y una vez lo embista, le descargará en la zona dorso-caudal del morrillo (entre la 4ª vértebra cervical y la 1ª torácica) entre uno y dos puyazos, dependiendo de donde se realice el festejo (plaza de primera, segunda o tercera categoría) (Centenera, 2014).
- Segundo tercio o tercio de banderillas: ejecutado por los banderilleros, hombres pertenecientes a la cuadrilla del torero que debuta y cuya labor consistirá en colocar tres pares de banderillas. La posición correcta de las banderillas es la zona dorsal superior del animal (Salamanca, 2012). Esta banderilla presenta en la punta un arpón de acero que mide 60 milímetros (Real Decreto 145/1996, de 2 de febrero).
- Tercer tercio o tercio de muleta y muerte: el torero, espada y muleta en mano, procederá a realizar el arte del toreo, finalizando con la muerte del animal con el estoque (García, 2015).



Fotografía 4. Tercio de muleta. Cortesía del maestro Curro Díaz, quien aparece toreando en el retrato.

4.2. Ejercicio físico durante la lidia

La fisiología del ejercicio comprende las diferentes adaptaciones que se producen en los órganos y sistemas en respuesta al desarrollo de una actividad física. Las respuestas fisiológicas del organismo pueden ser agudas (las que se producen durante la realización del ejercicio de forma puntual) o crónicas (surgen tras realizar un período de entrenamiento) (Requena, 2012).

El toro bravo es un animal seleccionado por el hombre a lo largo de los años teniendo en cuenta una serie de características genealógicas, morfológicas y funcionales, obviando su rendimiento atlético. Sin embargo, al toro se le exige que, durante la lidia, ese rendimiento lo desarrolle al 100% sin tener en cuenta las alteraciones que está sufriendo provocadas por el picador y el banderillero. El animal, durante un tiempo aproximado de 20 minutos realiza una actividad física intensa e intermitente acompañada de lesiones musculares y pérdida de sangre (Agüera y Requena, 2011). Esas alteraciones fisiológicas, con las que convive el animal durante el espectáculo taurino, se dan a nivel hormonal y bioquímico como respuesta al síndrome de adaptación al estrés (Weissman, 1990).

Agüera et al. (1998), evaluaron las modificaciones de los parámetros fisiológicos antes y después de la lidia concluyendo que, después de la misma, se produce un aumento en el torrente del porcentaje de glóbulos rojos, de ácido láctico y enzimas como la creatin kinasa, lactato deshidrogenasa y la aspartato amino transferasa. Esto demuestra el esfuerzo físico que realiza el animal.

4.2.1. Cortisol

El cortisol es una hormona cuya producción está directamente relacionada con situaciones de estrés (Gil, 2012). Existe un aumento apreciable de cortisol en los toros antes y después de ser lidiados, produciendo en el organismo gluconeogénesis, aumento de la proteólisis y la lipólisis y efectos antiinflamatorios. El cortisol inhibe la función de la insulina y de enzimas que regulan la glucólisis y la vía colateral de fosfato pentosa. Asimismo, refuerza las acciones de glucagón y adrenalina y promueve la captación de aminoácidos, produciendo, simultáneamente, un aumento de los niveles de glucosa. Todo esto contribuye a que los niveles de glucosa en el organismo se mantengan elevados durante situaciones de estrés con el único fin de aportar sustratos al músculo (Agüera y Requena, 2011).

Illera et al., en 2007 realizaron un estudio sobre regulación neuroendocrina del estrés y el dolor en el toro de lidia, en el que los resultados obtenidos demostraron que los niveles de cortisol eran más elevados durante el transporte que durante la lidia. Es más, el toro de recortes presentaba mayor producción de cortisol que el toro que era lidiado.

En 2011 Agüera y Requena fueron más allá y, además de obtener unos valores de cortisol elevados durante la lidia, los relacionaron con el rendimiento físico que el animal había realizado. Los resultados fueron que el aumento de esta hormona era directamente proporcional a la intensidad de ejercicio que el animal había realizado. También establecieron que esta secreción de cortisol variaba en función del daño ocasionado al animal, ya que la puya y las banderillas ocasionan grandes traumatismos sobre la musculatura de cuello y dorso, provocando: reacción inflamatoria, hipovolemia por la pérdida de sangre, alteraciones hidroelectrolíticas, hipertermia y cambios neuroendocrinos.

Gil en 2012 en su investigación realizada sobre las variables neuroendocrinas y su relación con el comportamiento durante la lidia del toro bravo, determinó que las concentraciones de cortisol tras la lidia (en toros, recortes y becerros) eran bastante más elevadas que los valores basales obtenidos en el grupo control. Hubo diferencias estadísticas entre los tres grupos de animales con el grupo control y entre los tres grupos:

- Toros vs control, $p < 0,05$.
- Recortes vs control, $p < 0,005$.
- Becerros vs control, $p < 0.0005$.
- Toros vs recortes, $p < 0,05$.
- Toros vs becerros, $p < 0,005$.

Siendo p el nivel de significación, en el que si un valor es igual o inferior a ella la hipótesis se considera aceptada.

Intentó demostrar también la correlación entre cortisol y agresividad, pero llegó a la conclusión de que no había evidencias de que estuvieran relacionados.

Salamanca (2012) sin embargo, determinó cierta diferencia entre las concentraciones de cortisol en los diferentes tipos de festejos (toreo a pie, rejones y encierros) resultando significativa si en la determinación del p -valor mediante análisis de varianza el resultado era inferior a 0,05. Como esto no fue así, concluyó que no había diferencias significativas entre los niveles de cortisol y el tipo de festejo.

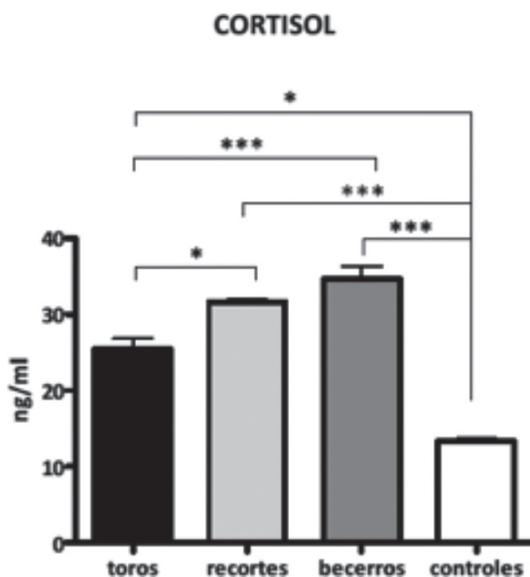


Figura 3. Concentración sérica de cortisol en los diferentes grupos del estudio. * $p < 0,05$, *** $p < 0,005$

Fuente: Gil, 2012

4.2.2. Glucosa

La glucosa es la principal encargada del metabolismo energético. La aportación de glucosa es indispensable en determinadas regiones corporales, tales como el cerebro y la glándula mamaria, también para los eritrocitos. Independientemente de la dieta, el organismo mantiene siempre la concentración de glucosa constante. Los valores fisiológicos de este monosacárido en el toro de lidia son de 63,1 mg/dl (3,5 mmol/L) (Castro, 1992; Sánchez et al., 1996). Para que el animal realice el ejercicio atlético es necesaria la aportación de energía para producir la contracción muscular. De esto se encarga en buena parte la glucosa, ya que es un azúcar. El ácido láctico es un producto terminal de su metabolismo anaerobio (Salamanca, 2012).

En el hemograma realizado tras el estrés sufrido durante la lidia se puede apreciar un aumento de los valores de glucosa en sangre (Mas et al., 2010). Puede ser metabolizada tanto de manera aeróbica como anaeróbica. El ejercicio realizado durante la lidia es de tipo anaeróbico (Purroy et al., 1982). Toros con nivel más elevado de ácido láctico se corresponden con los que poseen la glucosa sérica más aumentada, lo que significa menor adaptación al ejercicio y al estrés que ha producido la lidia (Aceña et al., 1992).

Agüera y Requena (2011) demostraron la acción hiperglucemiante del cortisol, al producirse un aumento de glucosa tras la lidia. Los valores aumentaron de 113 mg/dl a 184 mg/dl. A pesar de esto, no se consideró una diferencia lo suficientemente significativa.

4.2.3. *Lactato*

Ácido láctico y lactato no son lo mismo. El primero, al perder un protón de hidrógeno, se transforma en el segundo. Este ión perdido permanecerá en sangre, produciendo a su vez la disminución del pH sanguíneo. (Bartolomé et al., 2005).

El lactato se produce a través de una ruta metabólica denominada glucólisis anaerobia, en la que se degrada la glucosa para producir energía. Cuando existe ausencia de oxígeno, el piruvato es transformado en lactato en lugar de metabolizarse a través del ciclo de Krebs o de los ácidos tricarbónicos. En situaciones de ejercicio intenso, como puede ser el la lidia, el lactato se concentra en el músculo para después difundirse a sangre y participar en la gluconeogénesis del hígado. A su vez, a medida que aumenta la concentración de lactato, se produce una disminución del pH en el músculo que impide la actividad de enzimas como la miosín AT-asa y la fosfofructoquinasa, afectando negativamente al rendimiento del animal (Evans, 1989; Agüera et al., 2001).

Aceña et al. (1992) demostraron que después de la lidia, los toros presentaban unas concentraciones plasmáticas muy elevadas de ácido láctico en relación a los valores normales en bovinos. Esto coincide con lo que expuso García-Belenguer (1991), afirmando que estos animales tienen una capacidad inferior para soportar los elevados niveles de estrés que sufren durante la lidia, ya que realizan un esfuerzo físico superior a lo que están acostumbrados cuando se encuentran en la dehesa. La concentración de ácido láctico tras la lidia puede llegar a ser 20 veces superior a los valores normales considerados para el ganado vacuno (Requena, 2012).

Agüera y Requena (2011) manifestaron que tras la lidia, se produce un aumento significativo de lactato en contraposición con el glucógeno, cuyas concentraciones disminuyen, al igual que lo hace el pH. Esto nos demuestra que la vía metabólica de liberación de energía más importante en este tipo de ejercicio anaerobio es la glucogénesis. Bartolomé en 2009 estableció que estos niveles tan elevados de lactato pudieran deberse también a procesos de acidosis ruminal, relacionados a su vez con las caídas del toro en la plaza.

4.2.4. Estrés oxidativo y radicales libres

El estrés oxidativo es un desequilibrio bioquímico producido por unas determinadas moléculas (radicales libres y especies reactivas) que dañan el organismo a través de un proceso de oxidación de macromoléculas que el sistema defensivo es incapaz de contrarrestar (Ramos et al., 2006).

Podemos definir como radicales libres a las moléculas con una capacidad de reacción muy potente debido a que presentan un electrón desapareado en su órbita externa. De esta manera, pueden influir en los diferentes sistemas biológicos realizando modificaciones importantes en relación con el envejecimiento celular. Se pueden formar a partir de diferentes moléculas, pero los más importantes son los que se forman a partir de oxígeno, mediante el proceso de oxidación (Paredes y Roca, 2002).

En condiciones normales, los radicales libres no tienen la capacidad de generar daños oxidativos importantes. Sin embargo, en situaciones de actividad física anaerobia en la que los mecanismos de defensa celulares antioxidantes se ven desbordados, es cuando se produce el estrés oxidativo. Un método interesante para paliar el daño de los radicales sobre el organismo consiste en la administración de antioxidantes, ya sea mediante tratamiento farmacológico o bien mediante complemento dietético (Ames, 1983).

Existen varias biomoléculas muy susceptibles al ataque por radicales libres, como los lípidos (especialmente los ácidos grasos poliinsaturados) (Cheeseman y Slater, 1993). Este daño oxidativo se produce por el peróxido ($\text{ROO}\bullet$), el radical hidroxilo ($\text{HO}\bullet$), el alcóxido ($\text{RO}\bullet$) y el alquilico ($\text{R}\bullet$) (Requena, 2012).

En cuanto a las proteínas, están influenciadas sobre todo por el radical hidroxilo, produciendo una modificación en la conformación de la proteína y una pérdida de su función biológica (Stadtman, 1992). Radák et al. (1999) y Okamura et al. (1997) establecieron que los radicales libres junto con un ejercicio físico agudo incrementan el daño al ADN demostrado por el aumento de 8-Oxo-2'-desoxiguanosina (producto de oxidación del ADN).

El radical hidroxilo reacciona fácilmente con los glúcidos, aunque algunos de ellos (como la manosa y el manitol) tienen la capacidad de eliminarlo, lo que los convierte en agentes protectores celulares (Albertini et al. 1996). Cuando los radicales libres actúan sobre polisacáridos estructurales, producen un daño importante ya que dan lugar a procesos degenerativos (Requena, 2012).

Hay autores (Jenkins, 1988; Sjödin et al., 1990; McArdle et al., 1999) que aseguran que el daño muscular producido tras un ejercicio intenso, es generado por la acción de los radicales libres, que generan daño oxidativo a nivel de: músculo cardíaco, esquelético, hígado y sangre

Al principio, se pensó que los radicales libres eran producidos a partir de la actividad mitocondrial debido a que durante el ejercicio el músculo puede llegar a consumir hasta 100 veces más oxígeno (Tonkonogi y Sahlin, 2002) y por parte del organismo puede aumentar 20 veces (Meydani et al., 1993). Sin embargo, Chance et al., (1979) comprobaron que la actividad mitocondrial en ese instante en que el organismo consume tal cantidad de oxígeno era insignificante, por lo tanto no hay evidencias de que provengan de la cadena de transporte electrónico mitocondrial.

Durante la lidia, como consecuencia de la disminución del riego tisular provocado por la hemorragia que sufre el toro, se produce un aumento de la generación de radicales libres y especies reactivas del nitrógeno y el oxígeno (Davies, 1982; Jackson et al., 1985), lo que unido a una escasa capacidad para eliminarlos, debido a la baja concentración de antioxidantes como la enzima glutatión peroxidasa GSH-Px, expondría a los toros a sufrir con más facilidad lesiones en las mitocondrias y en la membrana celular mitocondrial. En un estudio realizado por Agüera et al. (2005), se concluyó que pueden mejorarse los biomarcadores antioxidantes en el toro bravo si se somete a éste a un entrenamiento de 24 semanas de duración, impidiendo así las posibles lesiones en la membrana celular debido al ejercicio físico, y mejorando además su rendimiento en la plaza

5. PERCEPCIÓN DEL DOLOR DURANTE LA LIDIA

El dolor es un problema social, físico y psicológico mostrado de manera diferente en cada individuo. Es la interpretación encefálica de la información sensitiva que aparece en el momento en que se daña cualquier tejido. A pesar de que el dolor más que un estímulo es una percepción recibida, a los nociceptores se les conoce como receptores del dolor. Estos receptores tanto de la piel como de otros tejidos son terminaciones nerviosas libres (Almeida et al., 2004).

Cuando se inicia un estímulo nocivo intenso (térmico, químico o mecánico) que provoca daño tisular, las aferencias sensitivas, desde estos receptores, llevan a cabo una respuesta fisiológica para adaptarse a una situación concreta, por ejemplo, retirar una mano cuando se produce un pinchazo en ella. La activación de los nociceptores

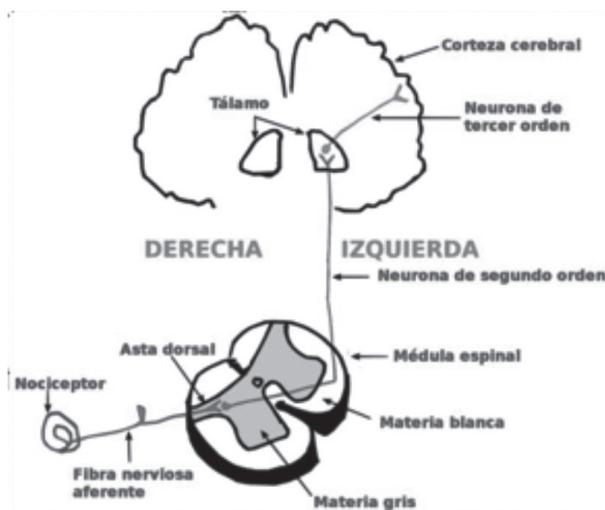


Figura 4. Vía nociceptiva. Autora: Bettina Guebeli.

está dirigida por sustancias químicas que se liberan en una lesión tisular. Así las células liberan prostaglandinas, potasio e histamina; las plaquetas activadas por el daño tisular liberan serotonina y las neuronas sensitivas primarias liberan sustancia P. Todas estas sustancias que están involucradas en la reacción inflamatoria en el punto exacto de la lesión, sensibilizan o activan a los nociceptores. El incremento de sensibilidad al dolor en el lugar del daño tisular es conocido como dolor inflamatorio (Silverthorn, 2019). Este tipo de dolor lo sufre el toro bravo a partir de la suerte de varas, respondiendo con una respuesta inflamatoria sistémica caracterizada por alteraciones hidroelectrolíticas, hipertermia, hiperglucemia y cambios hemodinámicos. El dolor y la hipovolemia son las causas principales para que se desencadene una respuesta neuroendocrina a estas lesiones (Agüera y Requena, 2006).

Existen otros parámetros como son la frecuencia cardíaca, el diámetro pupilar, el ritmo circadiano, cambios posturales como los movimientos de la cola o la presencia de factores estresantes, que en el caso de la lidia pueden ser la salida al ruedo o el ruido de los espectadores (Centenera, 2014).

Illera en 2007 realizó un estudio preliminar sobre el nivel del dolor en toros y novillos durante la lidia y el transporte evaluando los niveles en sangre de β -endorfinas, una hormona opiácea que bloquea los nociceptores de la región anatómica donde se produce el traumatismo para reducir el nivel de dolor hasta hacerlo imperceptible. De los resultados obtenidos, concluyeron que, durante la lidia, los toros sufrían más dolor que los novillos, achacando este hallazgo a que estos últimos manifestaban un

desequilibrio hormonal por estar en fase de crecimiento y no estar completamente desarrollado su organismo. Con respecto al transporte, demostró que los animales presentaban menos cantidad de β -endorfinas. Sin embargo, Illera concluyó que el sufrimiento era mayor en el transporte, ya que a pesar de haber menos cantidad de hormonas en sangre, las que se producían no podían ejercer su acción analgésica porque no había estímulo doloroso que activase los nociceptores, al contrario que en la lidia, donde los niveles hormonales eran más elevados pero cumplían correctamente su función.

Centenera (2014) llegó a la conclusión de que el toro durante la lidia presenta una buena respuesta adaptativa al dolor, debido a que el animal se enfrenta al torero sin mostrar signos de huida. Realizó una valoración de los niveles de β -endorfinas, y de las metaencefalinas. Estas últimas, proceden de la hormona propiomelacortina, principal implicada en la regulación neuroendocrina del dolor. En sus estudios detectó que los valores máximos de metaencefalinas se producían en el momento de las banderillas, y a partir de ahí se mantenían hasta la muerte.

HORMONA (ng/ml)		N	MEDIA	ERROR ESTÁNDAR
META-ENCEFALINAS	CONTROL	20	15,78	3,25
	SALIDA RUEDO	159	23,32	0,66
	DESPUÉS PUYA	137	93,94	1,11
	DESPUÉS BANDERILLAS	110	102,84	1,51
	DESPUÉS ESTOQUE	80	102,26	1,56

Tabla 1. Valores medios de metaencefalinas en el toro bravo durante las diferentes fases de la lidia.

Fuente: Centenera, 2014.

Mucio- Ramírez (2007) expuso dos hipótesis:

1. No hay relación entre las sustancias que participan en la respuesta al estrés y la percepción del dolor.

2. Los opioides endógenos participan en el mecanismo de producción de CRH hipotalámico además de realizar el resto de funciones: percepción del dolor (receptores en médula espinal), euforia y bienestar (tallo cerebral), comportamiento emocional (sistema límbico) o neurotransmisión del dolor (diencéfalo). De esta manera, los niveles de β -endorfinas elevados no sólo indican dolor, sino ejercicio físico intenso.

CONCLUSIONES

Los principales hallazgos de esta revisión no sistemática centrada en los parámetros fisiológicos del estrés en el toro de lidia fueron que:

El escaso número de publicaciones dificulta la comparación de los resultados, así como el análisis de la significación clínica y estadística de estos datos para su extrapolación. Es evidente la necesidad de más estudios que aborden el estrés en el toro de lidia, para ofrecer evidencias científicas de calidad.

Desde el punto de vista fisiológico, la lidia supone un aumento de los niveles en sangre de glucosa, cortisol y lactato, así como un aumento de este último en músculo con el consecuente descenso de su pH. Asimismo, se produce un incremento de la generación de radicales libres y especies reactivas del nitrógeno y el oxígeno, que junto con una capacidad reducida para eliminarlos, por la baja concentración de antioxidantes como la enzima glutatión peroxidasa, expondría a los toros a sufrir con más facilidad lesiones en las mitocondrias y en la membrana celular mitocondrial.

El cortisol es un buen parámetro indicativo del estrés. El toro bravo no sufre estrés únicamente durante la lidia, sino que desde su nacimiento está sometido a múltiples factores externos que le pueden producir un determinado nivel de sufrimiento. La glucosa, en contraposición con el cortisol, no resulta un parámetro lo suficientemente representativo para tenerlo en cuenta, según la bibliografía consultada en esta revisión.

El toro sufre el síndrome de respuesta inflamatoria sistémica como consecuencia de la lesión muscular que induce al desencadenamiento de los mediadores de la inflamación, hipoperfusión y dolor.

Con respecto a la percepción del dolor, es algo complicado determinarlo únicamente por la concentración de hormonas opiáceas en sangre y mucho menos saber si estas ejercen suficiente efecto analgésico.

GLOSARIO

Aspartato aminotransferasa (AST): enzima que se encuentra en diferentes tejidos del organismo de los mamíferos: corazón, hígado y tejido muscular.

Alanina aminotransferasa (ALT): enzima que se encuentra principalmente en las células del hígado.

Amparador: como su propio nombre indica, "ampara" a su compañero ayudando a acorralar al becerro y que ese no se escape.

Añojo: animal (bovino u ovino) que tiene un año o poco más.

- Banderilla:** palo de 70-80 cm de largo utilizado por los toreros para clavarlos de dos en dos en la parte delantera del lomo del animal. Está adornado con cintas de colores y termina en punta metálica.
- Beta-endorfinas:** hormona neurotransmisora opiácea producida en el cerebro (glándula pituitaria) en respuesta al dolor y al estrés.
- Burladero:** vallas de madera situadas en el ruedo donde los toreros y sus cuadrillas se refugian.
- Becerro/a:** cría de la vaca con uno/dos años o poco más.
- Cabestro:** buey manso que se coloca delante de las reses bravas para guiarlas.
- Capote:** pieza de tela con forma de capa y que puede ser de color rosa y amarilla o rosa y morada.
- Catecolaminas:** compuestos que contienen en su estructura el grupo catecol, las más importantes son la adrenalina y la noradrenalina.
- Cepo:** artefacto ideado para sujetar, retener o inmovilizar.
- Chiquero:** cada uno de los compartimentos del toril en el que los toros están encerrados antes de comenzar la lidia.
- Collera:** conjunto de dos hombres (garrochista y amparador) encargado de realizar el acoso y derribo.
- Cortisol:** hormona esteroidea producida por la glándula suprarrenal y liberada en situaciones de estrés o cuando hay bajos niveles de glucocorticoides en sangre.
- Creatin Kinasa (CK):** enzima producida por diferentes tejidos y tipos celulares.
- Embarcadero:** lugar de la ganadería donde los toros son introducidos a los vehículos que los transportarán a la plaza.
- Encaste:** estirpe, variedad o población cerrada de animales de una raza, creada utilizando el aislamiento genético en la reproducción de los mismos durante al menos cinco generaciones.
- Encierro:** fiesta popular típica donde los participantes corren delante de una manada de toros, novillos o vaquillas e incluso cabestros que la dirijan.
- Eral/a:** cría de la vaca que tiene más de un año y menos de dos.
- Estoque:** espada empleada para dar muerte al toro al final de la lidia.
- Flushing:** aumento en la cantidad de ración ofrecida a los animales durante un periodo de tiempo antes de la monta, para que se produzca una mayor tasa de ovulación.
- Garrochista:** encargado de derribar el animal durante el acoso y derribo.
- Glucocorticoides:** hormonas de la familia de los corticoesteroides que participan en la regulación del metabolismo de los carbohidratos favoreciendo la glucogenólisis y la gluconeogénesis.
- Glucogenólisis:** Proceso catabólico de degeneración de glucógeno en glucosa o glucosa 6-fosfato.
- Glucólisis:** ruta metabólica encargada de oxidar la glucosa para obtener energía celular.
- Gluconeogénesis:** ruta metabólica anabólica que obtiene glucosa a partir de precursores no glucídicos.
- Glucosa:** monosacárido (hexosa) considerada la principal fuente de energía celular del organismo.
- Hematocrito:** concentración de glóbulos rojos en sangre.
- Herradero:** acción de marcar a fuego cada una de las reses de la ganadería.
- Hipófisis:** también denominada glándula pituitaria, está ubicada en la base del cerebro y se encarga de la producción de numerosas hormonas.
- Hipotálamo:** situado en la zona central de la base del cerebro, se encarga de controlar el funcionamiento de la hipófisis y del sistema nervioso.
- Humillar:** acción que ejerce el toro bravo cuando agacha la cabeza al pasar por la muleta.
- Lidia:** acción de lidiar o torear un toro.
- Lipólisis:** proceso catabólico de movilización de los lípidos de reserva para obtener energía.
- Manga:** estructura para facilitar el manejo del ganado.

- Metaencefalinas:** péptido opioide procedente de la hormona propiomelancortina, implicada en la regulación neuroendocrina del dolor.
- Muleta:** tela de color rojo, que se sostiene con la ayuda de un palo de madera, que es utilizado para torear en el último tercio.
- Nociceptor:** detectores de estímulos nocivos, que captan el dolor o aquellos estímulos que pueden ser dolorosos para el organismo.
- Piruvato:** anión carboxilato del ácido pirúvico, producto final de la glucólisis.
- Puya:** vara acabada en punta afilada utilizada por el picador. Este instrumento podrá presentar una longitud total de entre 2,55 a 2,7 metros.
- Quite:** normalmente se realiza con el capote. Lo ejecuta el torero con el objetivo de libra a otro del peligro de la acometida del animal.
- Recortes:** fiestas en las que se esquiva la embestida del toro únicamente con el cuerpo o con ayuda de algún objeto como un palo a modo de pértiga, realizando diversas piruetas.
- Rejones:** toreo que se realiza a caballo.
- Tentadero:** corral o pequeña plaza donde se realiza la tienta de los becerros.
- Toreo a pie:** lo realiza el torero junto a su cuadrilla con ayuda del capote y la muleta. Es el tipo de festejo taurino más común.
- Utrero/a:** novillo/a de entre dos y tres años.

BIBLIOGRAFÍA

- Aceña, M.C., García-Belenguer, S., Gascón, M., Purroy, A. (1992). Concentraciones de ácido láctico en el ganado bravo. *ITEA*. 11 (2): 766-768.
- Agüera E.I, Requena F. (2006). Factores limitantes del rendimiento físico en el toro bravo durante la lidia". En: *Anales. Real Academia de Ciencias Veterinarias de Andalucía Oriental*. Gráficas La Paz. Jaén. ISBN: 978-84-1130-2534.
- Agüera, E.I., Castejón, F., Escribano, B.M., Muñoz, A., Rubio, M.D., Villafuerte, J.L., Vivo, R. (1998). Adaptaciones fisiológicas a la lidia en el toro bravo. *Parámetros plasmáticos y musculares. Veterinaria México*. 29(4).
- Agüera, E.I., Castejón, F.M., Essén-Gustavsson, B., Muñoz, A. (2001). Skeletal muscle fibre characteristics in Young and old Bulls and metabolic response after bullfight. *Journal Vet. Med. A*. 48: 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. VII Symposium del toro de lidia. Zafra, Badajoz.
- Agüera, E.I., Requena, F. (2011). Factores limitantes del rendimiento físico del toro bravo durante la lidia. *Anales-Vol 24 (1)*. Real Academia de Ciencias Veterinarias de Andalucía Oriental.
- Albertini, R., Rindi, S., Passi, A., Bardoni, A., Salvini, R., Pallavicini, G., De Luca, G. (1996). The effect of cornea proteoglycans on liposome peroxidation. *Arch. Biochem. Biophys.* 327: 207-214.
- Alcántara, L. (1998). El espectáculo taurino (la fiesta, el toro y la corrida) Ed. Paidotribo (Badalona).
- Almeida, T.F., Roizeblatt, S., Tufik, S. (2004). Afferent pain pathways: a neuroanatomical review. *Brain Res*, 1000: 40.
- 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):93-103.
- Alonso, M., Gaudioso, V., Lomillos, J.M. (2018). Análisis del comportamiento del ganado de lidia. Influencia del manejo y la selección. *Abanico Veterinario*. Vol. 9.

- Álvarez, A. (2009). Fisiología del estrés, en *Fisiología animal aplicada*. 1ª edición. Editorial Universidad de Antioquia, Colombia: 228-255.
- Ames, B.B. (1983). Dietary carcinogens and anticarcinogens. Oxygen radical and degenerative diseases. *Science*. 221: 1256-1264.
- Balbuena, O. (2010). El destete. INTA, Proyecto Regional Ganados y Carnes del Centro Chaco-Formosa.
- 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., 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. VIII Symposium del Toro de Lidia. Zafra.
- BOE (1996). Real Decreto 145/1996, de 2 de febrero, por el que se modifica y da nueva redacción al Reglamento de Espectáculos Taurinos.
- BOE (2011). Real Decreto 186/2011, de 18 de febrero, por el que se regula la calificación sanitaria de las ganaderías y explotaciones de reses de lidia y el movimiento de los animales pertenecientes a las mismas.
- Buestan, P.D. (2011). Fisiología del estrés y sus efectos sobre la reproducción de la hembra bovina. Trabajo de fin de grado. Universidad de Cuenca (Ecuador).
- Caballero, J.R. (2005). Influencia de las condiciones del transporte sobre el peso del toro de Lidia en la plaza. E.U. Ingeniería Técnica Agrícola de Ciudad Real. Universidad de Castilla-La Mancha.
- Caballero, S.C., Sumano, H.S. (1993). Caracterización del estrés en bovinos, en *Archivos de Medicina Veterinaria*. Vol.XXV, N°1. Contreras, P.D, Gallo, C. B y Valenzuela G. (Ed.). Universidad Austral de Chile, Valdivia (Chile): 16-30.
- Caravaca, F. (2003). Introducción a la alimentación y racionamiento animal.
- Carbonell, A., Gómez, A. (2001). La alimentación del toro de lidia. Aplicación en la ganadería de Jaralta. *Colección: Ganadería – Serie Alimentación Animal*. Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía.
- Castro, J.M. (1992). Estudio de la capacidad de adaptación de la raza de Lidia a diferentes prácticas de manejo. Tesis Doctoral. Facultad de Veterinaria. Universidad de León.
- Centenera, L.A. (2014). Concentraciones de hormonas opiáceas y su relación con la respuesta al dolor en el toro de lidia. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid.
- Chance, B., Sies, H., Boveris, A. (1979). Hydroperoxide metabolism in mammalian organs. *Physiol Rev*. 59: 527-605.
- Cheeseman, K.H., Slater, T.F. (1993). An introduction to free radical biochemistry. *Br. Med. Bull.* 49: 588-603.
- Cockram MS, Baxter EM, Smith LA, Bell S, Howard CM, Prescott RJ, et al. (2004). Effect of driver behaviour, driving events and road type on the stability and resting behaviour of sheep in transit. *Anim Sci*;79:165-76
- 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.
- Cossío, J.M. (1951). Los Toros. Tratado técnico e histórico. Ed. Espasa Calpe S.A. Madrid. Tomos I- IX.
- Cunningham, J., Klein, B. (2014). Capítulo 33: el sistema endocrino, en *Cunningham's Textbook of Veterinary Physiology*. 5ª edición. Elsevier España S.L., Barcelona (España): 359-373.
- Cunningham, J., Klein, B. (2014). Capítulo 34: las glándulas endocrinas y su función, en *Cunningham's Textbook of Veterinary Physiology*. 5ª edición. Elsevier España S.L., Barcelona (España): 374-407.
- 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.

- Dantzer, R. (1982). Recent trends in psychophysiology of anxiety. *Encephale*, 8: 107-118.
- Davies KJA. 1982. Free radicals and tissue damage produced by exercise. *Biochem Biophys Res Commun* 107:1198-12-05.
- Díaz, C., Rodríguez, V., Sánchez, M. (2012). El ganado de lidia: Estado natural y perspectivas.- Producción, selección y reproducción. Alimentación, instalaciones y alojamientos.- Sanidad e higiene del toro de lidia, en *Producción animal e higiene veterinaria*. 1ª edición. Editorial Don Folio, Córdoba (España).
- Domecq, A. (1994). El toro bravo. Editorial Escasa Calpe. Madrid. Domecq, J.P. (2009) Del toreo a la bravura. Alianza editorial. Madrid.
- Evans, D.L. (1989). Performance profiling. *Equine Sports Medicine*. Jones, W.E., (ed.) Lea and Febiger. Philadelphia. 205-214.
- Fisher AD, Colditz IG, Lee C, Ferguson DM. (2009). The influence of land transport on animal welfare in extensive farming systems. *Journal of Vet Behav*;4:157-62.
- García, J.J. (2015). Influencia de diferentes protocolos de manejo sobre el rendimiento productivo del Ganado vacuno de lidia. Tesis doctoral. Universidad de León.
- García-Belenguer, S. (1991). Estudio de degeneraciones musculares en ganado bravo y su relación con la lidia. Tesis Doctoral Universidad de Zaragoza.
- Gaudioso, V.R., Sotillo, J.L., Rodríguez, P.L. (1984). Comportamiento y estrés en los animales útiles al hombre. *Archivos de zootecnia*, 33: 91-99.
- Gil, F. (2012). Variables neuroendocrinas y su relación con el comportamiento durante la lidia del toro bravo (*Bos Taurus*, L.). Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid.
- Gómez, L (2014). El secreto de la crianza del toro de Lidia. *CONtexto ganadero*: una lectura rural de la realidad colombiana.
- González, F. (2003). Curso II de Medicina Veterinaria. Guatemala, s.e.
- Gutiérrez, M.P. (1996). Estudio de la idoneidad del toro para la lidia. Tesis doctoral. Universidad de León.
- IASP (1979). Pain terms: a list with definitions and notes on usage, Pain. *Subcommittee on Taxonomy* 6: 249-252.
- Illera, J.C., Gil, F. y Silván G. (2007). Regulación neuroendocrina del estrés y dolor en el toro de lidia (*Bos Taurus* L.): estudio preliminar. *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias*, 2, 1-6.
- Illera, J.C., Silván, G., Gil, F., Illera, M.J. (2006). Mecanismos del interés en el toro de lidia. *Dialnet*. Pp: 15-18.
- Jackson MJ, Edwards RH, Symons MC. (1985). Electron spin resonance studies of intact mammalian skeletal muscle. *Biochem Biophys. Acta* 847:185-190.
- Jenkins, R.R. (1988). Free radicals chemistry: Relationship to exercise. *Sport Med*. 5: 156-170. Jimeno, V.; Mazzuchelli, F; Parrilla, G.; García, I. (2005). Gestión de la alimentación del ganado de Lidia. Del nacimiento a utrero. *Mundo ganadero*, 177: 52-56.
- Junta de Andalucía (2013). Bienestar animal en el transporte. Editado por Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente. Instituto de Investigación y formación Agraria y Pesquera.
- Ketchesin KD, Stinnett GS, Seasholtz AF (2017). Corticotropin-releasing hormone-binding protein and stress: from invertebrates to humans. *Stress*; 20(5):449-464.
- Martín, J.C. (1994). Salamanca, tierra de toros. Editorial Espasa Calpe. Madrid.
- Martínez, C. (2014). Estudio de la calidad de la carne de toro de Lidia mediante análisis químico y organoléptico y paneles sensoriales. Trabajo de Fin de Grado. Universidad Pública de Navarra, pp: 9-15.

- Mas, A., Sanes, J.M., Reyes, J.A., Cerón, J.J., Pallares, F.J. y Seva, J.I. (2010). Influencia de diferentes situaciones de estrés en la actividad enzimática muscular en bovino de lidia (*Bos Taurus*). *Anales de Veterinaria de Murcia*, 26: 33-41.
- McArdle, A., Khera, G., Edwards, R.H., Jackson, M.J. (1999). In vivo microdialysis-A technique for analysis of chemical activators of muscle pain. *Muscle nerve*.22: 1047-52.
- McEwen, B.S. (2008). Central effects of stress hormones in health and disease: understanding the protective and damaging effects of stress mediators. *European Journal of Pharmacology*, 583: 174-185.
- Melgosa, J. (1995). *Nuevo estilo de vida. ¡Sin estrés!* Madrid: Safeliz.
- Meydani, M., Evans, W.J., Handelman, G., Biddle, L., Fielding, R.A., Meydani, S.N., Burril, J., Fiatarone, M.A., Blumberg, J.B., Cannon, J.g. (1993). Protective effect of vitamin E on exercise-induced oxidative damage in Young and older adults. *Am J Physiol*. 264: R992-8.
- Mifsud, K.R., Reul, J.M.H.M. (2018). Mineralocorticoid and glucocorticoid receptor-mediated control of genomic responses to stress in the brain, *Academic Journal*. Pp: 1-14.
- Mira, F. (1981). El toro bravo. Hierros y encastes. Ed. Guadalquivir S.L. Sevilla.
- Mucio-Ramírez, J.S. (2007). La neuroquímica del estrés y el papel de los péptidos opioides. *REB* 26(4):121-128.
- Okamura, K., Doi, T., Sakurai, M., Hamada, K., Yoshioka, Y., Sumida, S., Sugawa-Katayama, Y. (1997). Effect of endurance exercise on the tissue 8-hydroxy-deoxyguanosine content in dogs. *Free Radic Res*. 26:523-8.
- O' Mahony, S.M., Hyland, N.P., Dinan, T.G., Cryan, J.F. (2011). Maternal separation as a model of braingut axis dysfunction. *Psychopharmacology*, 214: 71-88.
- Paniagua, F.J. (1997). Tiempos de lidia y de ejercicio del toro. II Congreso Mundial Taurino de Veterinaria. Córdoba. España. Pp: 143-145.
- Paredes, F., Roca, J.J. (2002). Influencia de los radicales libres en el envejecimiento celular. *Elsevier*. Vol. 2, nº7: 96-100.
- Pérez, I., Rivero A., Rodríguez A. (2017). Estrés en el toro de Lidia. Revisión bibliográfica. Universidad de Santiago de Compostela.
- Purroy, A (2002). El comportamiento del toro de lidia. Ed. Universidad Pública de Navarra (Pamplona).
- Purroy, A., García-Belenguer, S., Gascón, M., Aceña, M.C., Altarriba, J. (1982). Hematología y comportamiento del toro bravo. *Invest. Agr. Prod. Sanid. Anim*. 7: 107-114.
- Radák, Z., Kaneko, T., Tahara, S., Nakamoto, H., Ohno, H., Sasvári, M., Nyakas, C., Goto, S. (1999). The effect of exercise training on oxidative damage of lipids, proteins, and DNA in rat skeletal muscle: evidence for beneficial outcomes. *Free Radic Biol Med*. 27: 69-74.
- RAE <https://www.rae.es/drae2001/tienta>
- Ramos, M.L., Batista, C.M., Gómez, B.L., Zamora, A.L. (2006). Diabetes, estrés oxidativo y antioxidantes. *Investigación en salud*, Vol. VIII, nº 1, pp: 7-15.
- Requena, F. (2012). Evaluación de la capacidad física del toro de lidia con el entrenamiento. Tesis doctoral. Universidad de Córdoba,
- Retana-Márquez, S., Bonilla-Jaime, H., Vázquez-Palacios, G., Martínez-García, R., Velázquez-Moctezuma, J. (2003). Changes in masculine sexual behavior, corticosterone and testosterone in response to acute and chronic stress in male rats. *Hormones and behavior*, 44: 327-337.
- Rodríguez, A. (1996). Aspectos generales de la producción del vacuno de lidia, en *Zootecnia. Bases de la Producción Animal. Tomo XI. Producciones Equinas y de Ganado de Lidia*. Ediciones Mundi-Prensa, 1996, páginas 274-265.
- Salamanca, F. (2012). Influencia del encierro en la respuesta fisiológica del toro (*Bos Taurus*, L.) durante la lidia. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid.

- Sánchez, A (1952). Ensayo sobre biotipología del toro de lidia. *Bol. De Ciencia Veterinaria*.
- Sánchez, J.M., Castro, M.J., Alonso, M.E., Gaudioso, V.R. (1996). Adaptive metabolic response in females of the fighting Breed submitted to different sequences of stress stimuli. *Physiology and Behaviour*. Vol 60(4): 1047-1052.
- 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, España. Pp: 155-157.
- Sanz Egaña, C. (1958). Historia y bravura del toro de lidia. Editorial Espasa Calpe. Colección Austral. Madrid.
- Selye, H. (1936). A síndrome produced by diverse nocuous agents. *Nature*, 138: 32-33.
- Silverthorn, D.U. (2019). Fisiología humana, Un enfoque integrado, 8ª ed. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana, pp 757-760.
- Sjödin, B., Hellsten Westing, Y., Apple, F.S. (1990). Biochemical mechanisms for oxygen free radical formation during exercise. *Sports Med*. 10: 236-54.
- Stadtman, E.R. (1992). Protein oxidation and aging. *Science*. 257: 1220-1224.
- Tonkonogi, M., Sahlin, K. (2002). Physical exercise and mitochondrial function in human skeletal muscle. *Exerc. Sport Sci Rev*. 30: 129-37.
- Uddin, M., Aiello, A.E., Wildman, D.E., Koenen, K.C., Pawelec, G., De los Santos, R., Goldmann, E., Galea, S. (2010). Epigenetic and immune function profiles associated with posttraumatic stress disorder. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107:9470-9475.
- Unión de Criadores de Toros de Lidia (2006). Toro de Lidia. Dossier de prensa.
- Uribe, L.F., Vélez, M. (2010). ¿Cómo afecta el estrés calórico a la reproducción? *Biosalud*, Volumen 9, 2: 83-85.
- Vázquez, G.A. (2011). Neumonía por fiebre del transporte. Monografía. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna.
- Villafuerte, J.C (1999). Influencia de la lidia en algunos parámetros fisiológicos en el toro bravo. Tesis doctoral. Universidad de Córdoba.
- Weissman, Ch. (1990). The metabolic response to stress: an overview and update; *Anesthesiology*.73: 308-327.
- Welsch U. (2009). Histología: Sobotta. 2ª ed. Alemania: Editorial Médica Panamericana.
- Zapata, L.F. (2003). Psicología desde el Caribe. Universidad del Norte: Departamento de Psicología.