

Indicadores de bienestar animal en especies productivas: una revisión crítica

J.P. Damián¹ y R. Ungerfeld²

¹Departamento de Biología Molecular y Celular, Facultad de Veterinaria,
Universidad de la República, Uruguay

²Departamento de Fisiología de la Facultad de Veterinaria, Universidad de la República, Uruguay
Recibido Julio 07, 2012. Aceptado Septiembre 09, 2012.

Farm animal welfare indicators: a critical review

ABSTRACT. The aim of this review was to analyze and discuss the use of different indicators of animal welfare (AW) in farm animals. Practices as castration, tail docking, weaning, transport and slaughter induce a stress response, often accompanied by pain and injuries. This can affect the productive results, both in quantity and quality of the product, and have a negative impact on the AW. In this review we discuss a number of indicators of AW and propose that a combination of them should be used to assess AW in farm animals. Many indicators of AW have been validated for certain types of handling and production systems, mainly in European countries. However, since that the environment, management and production systems may influence the stress response, it is necessary to develop appropriate indicators to production systems in Latin America.

Keywords: stress, pain, fear, production systems.

RESUMEN. El objetivo de la presente revisión fue analizar y discutir el uso de los diferentes indicadores de bienestar animal (BA) en especies productivas. Las prácticas tradicionales de manejo en especies productivas (castración, corte de cola, destete, transporte y faena) generan en los animales una respuesta de estrés, muchas veces acompañada de dolor y lesiones. Esto puede afectar la producción, tanto en cantidad como en calidad del producto, además de repercutir en forma negativa sobre el BA. En esta revisión se discuten una serie de indicadores de BA y se plantea la necesidad de analizar una combinación de ellos para evaluar el BA en especies productivas. Muchos indicadores de BA han sido validados para determinados tipos de manejos y sistemas productivos, principalmente en países europeos. Sin embargo, dado que el ambiente, el manejo, y los sistemas productivos pueden condicionar las respuestas de estrés, es necesario desarrollar indicadores adecuados a los sistemas productivos de América Latina.

Palabras clave: estrés, dolor, miedo, sistemas productivos

Introducción

Durante las últimas décadas, la presión de la opinión pública, las organizaciones protectoras de animales, y los consumidores de productos de origen animal generó la necesidad de legislar y de establecer normas "éticas" sobre el uso de animales para producción (Ewing *et al.*, 1999; McInerney, 2004; Broom y Fraser, 2007). En este sentido, se han realizado numerosos estudios para evaluar las condiciones de bienestar para la cría, el manejo, el transporte y sacrificio de animales de producción (Manteca, 2009).

Muchas prácticas que son de uso frecuente en la producción generan estrés en los animales. Por ejemplo, esto ocurre con la castración (Melches *et al.*, 2007; Boesch *et al.*, 2008), el corte de cola (James, 2006), el descorne (Jongman *et al.*, 2000; Lee y Fisher, 2007), o la exposición a un nuevo ambiente (Moberg *et al.*, 1980; Forkman *et al.*, 2007). La esquila (Hargreaves y Hutson, 1990b; Carcangiu *et al.*, 2008), el trabajo con perros (Komesaroff *et al.*, 1998), y la identificación con caravanas o aretes (Edwards y Johnston, 1999) pueden generar lesiones de piel e infecciones. Es co-

¹Autor para la correspondencia, e-mail: jpablodamian@gmail.com

mún que el transporte implique hacinamiento, cambios de lugar con cambios de temperatura, humedad, ventilación, ayuno, traumatismos entre animales, y entre éstos y el camión, así como que se produzcan lesiones en la subida o bajada del camión (Grandin, 1997). Todos estos factores generan importantes respuestas estresantes que repercuten no sólo en el bienestar animal (BA), sino también en la calidad del producto final (Ruiz de la Torre *et al.*, 2001; Smith y Dobson, 2002; Ali *et al.*, 2006).

A su vez, el estrés generado por algunas prácticas de manejo afecta negativamente parámetros productivos, reproductivos y de sanidad. Por ejemplo, el agrupamiento de lechones de diferente origen afecta la tasa de crecimiento (Coutellier *et al.*, 2007). El estrés del transporte causa alteraciones a nivel muscular que repercuten negativamente en la calidad de la carne (Apple *et al.*, 1995; Ruiz-de-la-Torre *et al.*, 2001). Otros efectos negativos reportados en especies productivas son la disminución en la producción de leche en ovejas confinadas (Sevi *et al.*, 1999), el aumento en la cantidad de huevos de parásitos en ovejas sometidas al estrés del transporte y confinamiento (Sotiraki *et al.*, 1999), o en corderos luego del destete

(Watson, 1991). La reproducción también es afectada en forma negativa por el estrés, ya que inhibe la liberación de hormonas (GnRH y LH) a nivel del hipotálamo e hipófisis (Matteri *et al.*, 1984; Dobson y Smith, 2000), lo que puede llevar a una menor producción de estradiol por folículos que crecen más lento (Dobson y Smith, 2000) y disminuyendo la expresión del comportamiento del estro y la libido (Knight *et al.*, 1988; Ehnert y Moberg, 1991).

A partir de estas y otras informaciones en algunos países se han generado reglamentaciones arancelarias, y se ha incorporado valor agregado a los productos provenientes de animales con buenos niveles de bienestar (Ewing *et al.*, 1999; McInerney, 2004; Thompson *et al.*, 2007). Por ejemplo, en Barcelona existen empresas que certifican e identifican la calidad de la carne y los huevos que cumplen con los criterios de BA (Bonpreu, 2012). La Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) ha reconocido la importancia del BA en los sistemas de producción y ha enfatizado en la necesidad de generar reglamentaciones que lo promuevan. El objetivo de la presente revisión es analizar y discutir el uso de los diferentes indicadores de BA en especies productivas.

Concepto de bienestar animal

En la literatura científica existen muchas definiciones de BA. De acuerdo a Broom (1986), el BA es «el estado en que se encuentra un individuo en relación a sus intentos de afrontar o adaptarse a su ambiente». Por lo tanto, el bienestar de un animal, puede ser medido objetivamente a través de las respuestas de estrés, y de los costos que le implican esas respuestas, incluyendo los efectos negativos que pueda tener sobre la salud, crecimiento y reproducción (Broom y Johnson, 1993; Hemsworth y Barnett, 2000).

El Farm Animal Welfare Council (FAWC) es un órgano de asesoramiento del gobierno británico sobre temas vinculados con el BA en especies productivas. El FAWC (1992) consideró que para cumplir con el estado de bienestar de un animal deben cumplirse cinco aspectos (libertades): 1) ausencia de hambre y sed, 2) ausencia de incomodidad física y térmica, 3) ausencia de dolor, lesión o enfermedad, 4) ausencia de miedo y estrés, y 5) capacidad para desplegar la conducta normal de la especie. Estas cinco libertades abarcan el concepto de salud, emoción y respuestas fisiológicas y comportamentales de los animales. Esto parece ser más un concepto genérico o utópico que práctico o aplicable directamente a los animales de producción, ya que presenta algunos problemas en relación a su aplicación. Por ejemplo, uno de ellos es la afirmación de «libertad» como «ausencia total y

absoluta» de miedo, dolor y estrés. Estas definiciones no pueden ser aplicadas en cualquier sistema de producción dado que plantean los requerimientos en términos absolutos. Por lo tanto, si se interpreta literalmente, son prácticamente inalcanzables. Por ejemplo, los ovinos son animales gregarios, por lo que para mostrar la mayoría de las conductas propias de la especie, deben estar en grupos sociales, lo que a su vez implica relaciones jerárquicas con la consiguiente competencia por recursos, que muchas veces genera miedo, dolor y estrés. Por lo tanto, la aplicación de las libertades tal como fueron definidas puede ser incluso contradictoria en sí misma.

Manteca (2009) también planteó que la definición de las cinco libertades es excesivamente genérica, además de tener problemas de superposición entre algunas de ellas. Sin embargo, la definición brindada por FAWC es un valioso conjunto de principios fundamentales para el bienestar de los animales, y los ideales expresados son puntos de referencia que pueden utilizarse para evaluar en qué medida los sistemas específicos de la ganadería pueden cumplir con estos cánones. La idea que ha intentado transmitirse en los diferentes estudios científicos es la de evitar sufrimientos innecesarios a los animales, o al menos reducir los niveles de estrés, dolor y miedo que los mismos puedan experimentar.

Para resolver los cuestionamientos antes mencionados, Manteca (2009) ha propuesto algunas ideas relacionadas a los mismos conceptos en base a cuatro preguntas: "1) ¿se alimenta a los animales de forma correcta?; 2) ¿se aloja a los animales de forma adecuada?; 3) ¿el estado sanitario de los animales es bueno?; y 4) ¿el comportamiento de los animales refleja un estado emocional adecuado?". En base a estas preguntas Manteca (2009) propuso una serie de criterios para la valoración del BA (Cuadro 1), incluyendo indicadores que se pueden clasificar en ambientales (alimentación y alojamiento), sanitarios y de comportamiento.

Como fue mencionado, la ausencia de estrés es una de las libertades necesarias para el bienestar de los animales. Pero si se analiza más en detalle las

cinco libertades, puede observarse que todos los criterios confluyen o pueden ser integrados en la respuesta de estrés. Por ejemplo, el hambre y la sed (Grandin, 1997), las temperaturas extremas (West, 1994; Grandin, 1997; Roth *et al.*, 2001), el dolor, el miedo, las lesiones o las enfermedades (Grandin, 1997; Dwyer y Lawrence, 2008) son estresores. Por otro lado, la imposibilidad o dificultad en desplegar la conducta normal de la especie puede llevar a una respuesta de estrés crónica en los animales (ver revisión: Morgan y Tromborg, 2007), manifestándose comportamientos anormales como las estereotipias (ver revisión: Lawrence y Terlouw, 1993; Rushen y Mason, 2006). Por todo ello, para poder plantear adecuadamente los indicadores de BA es necesario conocer la respuesta fisiológica de estrés.

Estresores

Cannon (1929) introdujo el término homeostasis como: «los procesos fisiológicos coordinados que mantienen estable la mayoría de los estados en el organismo». El mantenimiento de la homeostasis, o sea, el equilibrio dinámico del medio interno, es una prioridad del organismo para mantener la salud (Ewing *et al.*, 1999; Sapolsky, 2004). Sapolsky (2004) definió al estrés como «el estado de desbalance homeostático», inducido por estímulos o eventos denominados «estresores» (Möstl y Palme, 2002; De Kloet *et al.*, 2005).

Los estresores pueden clasificarse en dos grandes categorías de acuerdo a la forma que actúan (Ewing *et al.*, 1999; Earley *et al.*, 2010): 1) estresores físicos, que incluyen temperaturas extremas, ruidos, vibra-

ciones, dolor y agentes químicos como los venenos, ejercicio, falta de agua y/o alimento, shock eléctrico, dolor, ó hemorragias; y 2) estresores psico-sociales, que reflejan una respuesta aprendida en experiencias previas adversas que afectaron los procesos emocionales, y que pueden resultar en cambios conductuales frente a situaciones de ansiedad, miedo, o frustración. Otros estresores sociales son las competencias generadas para establecer la jerarquía social, cambios de ambiente, o la propia interacción con humanos. Los estresores también pueden clasificarse de acuerdo a la duración del efecto en dos categorías: 1) agudos, son aquellos de exposición simple, intermitente y limitada en el tiempo; y 2) crónicos, que implican una exposición prolongada

Cuadro 1. Criterios para la valoración del bienestar animal (modificado de Manteca, 2009, con permiso del autor).

Alimentación	<ul style="list-style-type: none"> • Ausencia de hambre prolongada • Ausencia de sed prolongada
Alojamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Confort en relación al descanso • Confort térmico • Facilidad de movimiento • Espacio vital
Estado sanitario	<ul style="list-style-type: none"> • Ausencia de lesiones • Ausencia de enfermedad • Ausencia de dolor causado por prácticas de manejo tales como castración, corte de cola, etc.
Comportamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Expresión de un comportamiento social adecuado y en equilibrio entre los aspectos positivos y negativos (agresividad, por ejemplo) • Expresión adecuada de otras conductas, de forma que exista un equilibrio adecuado entre los aspectos negativos (estereotipias, por ejemplo) y los positivos. • Interacción adecuada entre los animales y sus cuidadores, de forma de que aquellos no muestren miedo a las personas • Ausencia de miedo en general

en el tiempo, ya sea continua o intermitente (Pacák y Palkovits, 2001).

El estado emocional o psicológico del individuo es determinante de que un evento sea percibido como estresante. La respuesta de los animales a los

estresores se vincula con el grado de control y predecibilidad de la amenaza, la que a su vez depende de la experiencia y de su relación con los estímulos que fueron percibidos y procesados previamente (Sapolsky, 2004).

Miedo en especies productivas

El miedo es definido como «una reacción a la percepción de un evento que amenaza la integridad del individuo» (Forkman *et al.*, 2007). Puede ser inducido a través de una variedad de estímulos relacionados a la novedad (Gray, 1987), a eventos sociales (Bouissou *et al.*, 2001; Fisher y Matthews, 2001), o a la interacción con humanos (Rushen, 1999a).

Dado que los rumiantes, y especialmente los ovinos son animales altamente sociales y gregarios, la separación y aislamiento de un individuo de su rebaño provoca miedo y una marcada respuesta de estrés (Price y Thos, 1980; Boissy y Le Neindre, 1990; Bouissou *et al.*, 2001). Más aún, se han diseñado tests experimentales de aislamiento para estudiar la respuesta de miedo en animales de producción. Uno de ellos es la prueba de campo abierto (*open field test*, OFT), la que fue usada por primera vez en roedores (Hall, 1934, 1936), y posteriormente adaptada a los rumiantes y a otras especies de producción (Forkman *et al.*, 2007). La misma consiste en la introducción del animal a un área nueva (desconocida) aislada de estímulos visuales y auditivos. El incremento en las respuestas de micción, defecación, vocalización, y actividad locomotora reflejan el miedo del animal (Forkman *et al.* 2007). Las respuestas neuroendócrinas, como la activación del eje HHA, han sido asociadas con emociones negativas durante el aislamiento (Moberg *et al.*, 1980; Cockram *et al.*, 1994; Terlouw *et al.*, 1998). El miedo del aislamiento social en ovinos produce una disminución de las con-

centraciones de linfocitos en sangre (Minton *et al.* 1992), así como un aumento de la frecuencia cardíaca, lo que permite sugerir que el miedo activa el sistema simpático-adrenomedular (Boissy y Le Neindre, 1997; Goddard *et al.*, 2000). Por lo tanto, el miedo provocado por el aislamiento social en rumiantes genera respuestas endócrinas, bioquímicas, fisiológicas y comportamentales.

Las personas pueden provocar reacciones de miedo en los animales de producción, lo que puede causar pérdidas económicas y afectar negativamente el BA (Rushen, 1999a). La reacción de miedo a los humanos ha sido correlacionada negativamente con la producción de leche en vacas (Visscher y Goddard, 1995). Breuer *et al.* (2000) encontraron una correlación negativa entre la reacción de las vacas a una prueba de miedo al humano (distancia de fuga) y la producción de leche. Rushen *et al.* (1999b) observaron que el manejo aversivo disminuyó la producción de leche e incrementó la cantidad de leche residual. Sin embargo, en otros estudios no se reportó ninguna relación entre el nivel de miedo a los humanos y la productividad en los establecimientos lecheros (Dickson *et al.*, 1970; Purcell *et al.*, 1988). El aumento de la frecuencia de contacto con humanos desde una edad temprana, principalmente durante la cría, puede disminuir el miedo de los ovinos (Hargreaves y Hutson, 1990a; Mateo *et al.*, 1991), caprinos (Boivin y Braastad, 1996), bovinos (Boissy y Bouissou, 1988) y suinos (Hemsworth *et al.*, 1996).

Dolor en especies productivas

De acuerdo a la definición de la International Association for the Study of Pain (Asociación Internacional para el Estudio del Dolor: IASP), el dolor es «una experiencia sensorial y emocional desagradable, asociada a un daño tisular real o potencial» (Pain terms, 1979). La percepción del dolor agudo es una respuesta adaptativa que señala la presencia de lesiones y eventos que atentan contra la vida (Diatchenko *et al.*, 2007). Los cambios fisiológicos y comportamentales generados por el dolor promueven el escape para reducir o evitar el daño tisular sobre el sitio amenazado.

Las enfermedades y lesiones traumáticas, intervenciones quirúrgicas, prácticas de manejo y el parto

son las causas más frecuentes de dolor en animales de producción (Manteca, 2009). El dolor genera una respuesta de estrés y afecta en forma negativa la producción, por lo que es un indicador de pobre BA (Broom y Fraser, 2007).

Es difícil la valoración o cuantificación del dolor manifestado por los animales. Bath (1998) propuso que para evaluar el dolor en animales de producción es necesario usar más de un indicador, o en lo posible una combinación de ellos. Los cambios de comportamiento son una herramienta útil junto con indicadores de cambios fisiológicos, endócrinos y bioquímicos para evaluar el dolor. Dentro de los sig-

nos de comportamiento se pueden encontrar posturas anormales, vocalizaciones, depresión o agresión, disminución de la actividad general y de las interacciones con otros individuos, anorexia, estereotipias (en formas de lamidos o masticaciones), y locomoción alterada (claudicaciones) (Chapman *et al.*, 1985; Broom y Fraser, 2007). El dolor genera cambios en la frecuencia cardíaca y respiratoria (indicadores

fisiológicos de BA), en la fórmula leucocitaria (indicador hematológico de BA), aumento en las concentraciones séricas de cortisol y catecolaminas (indicadores endócrinos de BA), e incrementos en la glicemia y lactato (indicadores bioquímicos de BA) (Mosure *et al.*, 1998; Falk *et al.*, 2001; Thurmon *et al.*, 2003).

Respuesta de estrés

Cuando un animal está sometido a situaciones de estrés se activan una serie de mecanismos nerviosos, endócrinos y comportamentales que tienden a restablecer la homeostasis (Ewing *et al.*, 1999; Moberg, 2000). Sin embargo, si el animal no consigue adaptarse al estresor, ya sea por la duración como por la intensidad del mismo, la función biológica puede alterarse hasta niveles patológicos y por ejemplo generar úlceras gástricas, alteraciones cardíacas, inmunosupresión, y por tanto mayor susceptibilidad a infecciones, pudiendo incluso poner en peligro la vida del animal (Moberg, 2000; Sapolsky, 2002).

La respuesta de estrés involucra en primer lugar la activación del sistema simpático del sistema nervioso autónomo, que estimula a la médula de las glándulas adrenales a secretar catecolaminas (adrenalina y noradrenalina, indicadores endócrinos de BA) (Figura 1). Estas catecolaminas se unen a los receptores adrenérgicos estimulando un rápido aumento de la frecuencia cardíaca y respiratoria, midriasis (indicadores fisiológicos de BA) y un aumento de la glicemia y de ácidos grasos libres en sangre (indicadores bioquímicos de BA). Esta primera respuesta autónoma fue descrita por Cannon (1914) como «un sistema homeostático esencial que sirve para restablecer los disturbios inducidos por la amenaza», al que llamó «teoría de la emergencia, de la huida o pelea».

Las neuronas del núcleo paraventricular del hipotálamo secretan un péptido llamado factor de liberación de corticotropina (CRH) como respuesta a un estresor. El CRH estimula a la adenohipófisis a secretar la hormona adrenocorticotropa (ACTH), la que, una vez liberada a la circulación general, estimula a la corteza adrenal para que secrete glucocorticoides (cortisol – corticosterona) (Figura 1). Esta serie de eventos se conoce como activación del eje hipotálamo-hipófisis-adrenal (HHA), y forma parte de la respuesta neuroendócrina (indicadores endócrinos de BA). El eje HHA fue descrito por primera vez por Selye (1936, citado por Pacák y Palkovist, 2001), quien fue además, el primer investigador en definir el término estrés (Pacák y Palkovist, 2001).

El cortisol estimula un aumento del catabolismo de proteínas y lípidos de reserva, y de la gluconeogénesis, lo que se evidencia por un aumento de la glicemia, lactato y de ácidos grasos libres en sangre (indicadores bioquímicos de BA). En síntesis, el incremento en la concentración de cortisol desencadena respuestas que proporcionan energía para que el organismo pueda responder a la emergencia generada por el estresor (Ewing *et al.*, 1999). El cortisol también induce una supresión de la respuesta inmunológica: Keller *et al.* (1983) reportaron que el estrés produce una disminución en el número de linfocitos [células-B, células-T, y células asesinas naturales (killers cells) (indicadores hematológicos)], pero este efecto desaparece si se extirpan las glándulas adrenales. Los cambios en el porcentaje de hematocrito, concentración de eritrocitos y hemoglobina son otros indicadores hematológicos de BA que se evidencian durante el estrés del transporte (Ali *et al.*, 2006), térmico (Nazifi *et al.*, 2003), aislamiento (Apple *et al.*, 1993; Al-Qarawi y Ali, 2005), y electroyacuación (Damián y Ungerfeld, 2011).

El estrés puede inducir una respuesta de fase aguda (RFA) (Maes *et al.*, 1997; Black, 2002). Durante la RFA las concentraciones séricas de un grupo de proteínas conocidas como «Proteínas de Fase Aguda» (PFA) cambian rápidamente. La mayoría de las PFA se sintetizan en el hígado, siendo su producción regulada principalmente por citoquinas proinflamatorias (IL-6, TNF α) y cortisol (Baumann y Gaudie, 1994; Gabay y Kushner, 1999). Las PFA se dividen en dos grupos: a) PFA positivas, que son las que aumentan sus concentraciones luego de la RFA: haptoglobina, proteína reactiva C, amiloide sérico A, fibrinógeno, Pig-MAP, y ceruloplasmina; b) PFA negativas, que son las que disminuyen sus concentraciones luego de la RFA, como la albúmina sérica, la transferrina, y la proteína transportadora de la hormona tiroidea. La magnitud y el tipo de cambio, así como la cinética de la respuesta de las PFA varía entre especies y con el tipo de daño que se produzca en el organismo (Petersen *et al.*, 2004). Murata *et al.* (2004)

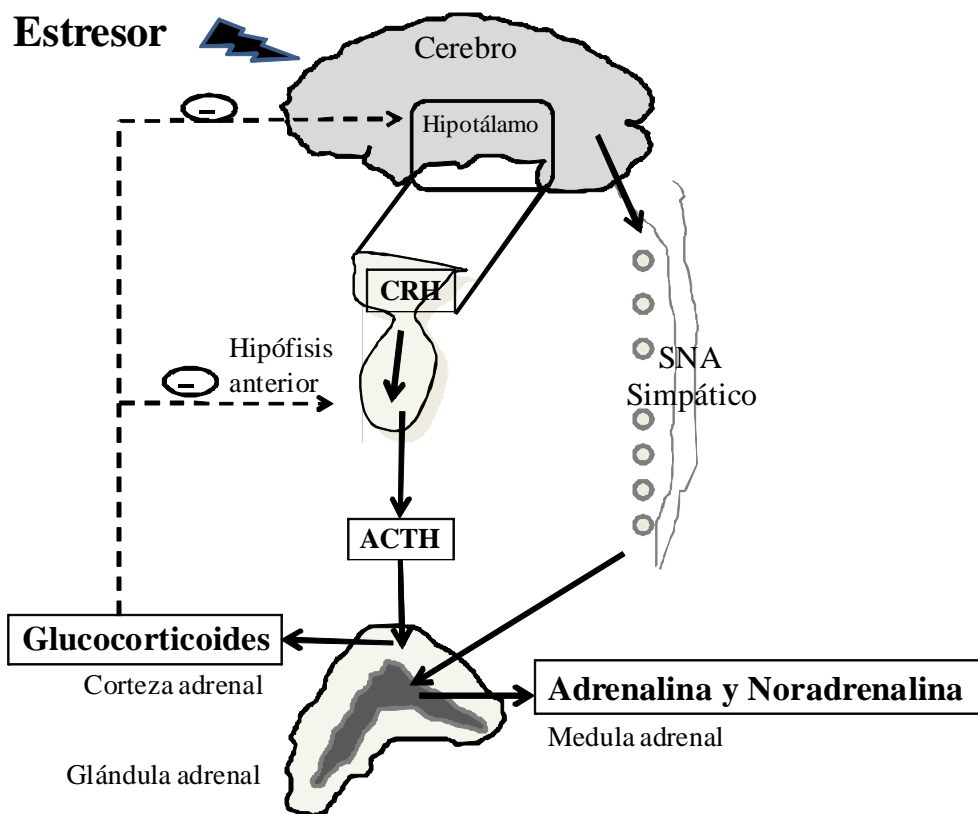


Figura 1. Respuesta al estrés del eje hipotálamo-hipófisis-adrenal con la consecuente liberación de glucocorticoides desde la corteza adrenal, y del eje simpático-adrenomedular con la consecuente liberación de adrenalina desde la médula adrenal. ACTH: hormona adrenocorticotropa; CRH: hormona liberadora de corticotropina, SNA: sistema nervioso autónomo.

han sugerido que las PFA pueden ser usadas como indicadores bioquímicos de BA.

Otro indicador bioquímico de alteración del BA es el incremento de la concentración sérica de creatinina. Esta proteína se encuentra mayoritariamente en las células musculares y frente a una lesión o excesiva actividad muscular se libera a la sangre (Akatas *et al.*, 1993).

La respuesta comportamental al estrés (indicadores comportamentales de BA) depende de la especie, y de los estresores a los que sea sometido el animal. La misma puede evidenciarse por reacciones agresivas o de sumisión, comportamientos de

escape o huida, disminución del apetito y, por tanto del consumo de alimento, e inhibición del comportamiento reproductivo (Sapolsky *et al.*, 2000). Estos cambios comportamentales ayudan al animal a responder a la situación de amenaza, por lo que puede ser una respuesta beneficiosa (Manteca, 2009). Sin embargo, si el estresor es crónico, la respuesta de estrés puede transformarse en nociva para el animal, mostrando efectos negativos tales como una disminución del crecimiento, de la función reproductiva, y de los mecanismos de defensa del animal (Moberg, 2000; Sapolsky *et al.*, 2000).

Indicadores de bienestar animal

Como fue mostrado previamente, el bienestar en animales de producción puede ser medido y cuantificado de acuerdo a una serie de parámetros: los indicadores de BA. Los indicadores o señales de alteración o pérdida del BA se pueden clasificar como: a)

indicadores fisiológicos (aumento de la frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria y temperatura corporal), b) indicadores endócrinos (incremento de la concentración sérica de ACTH, cortisol, catecolaminas), c) indicadores bioquímicos (incre-

mentos en la glicemia, concentraciones séricas de lactato, ácidos grasos libres, creatin-kinasa, fibrinógeno, haptoglobina y otras proteínas de fase aguda), d) indicadores hematológicos (cambios en el porcentaje de hematocrito, concentración de eritrocitos, leucocitos, monocitos, linfocitos, neutrófilos), e) comportamentales (disminución del apetito y del tiempo dedicado a la rumia, cambios en la postura de descanso y en la secuencia de movimientos normalmente utilizada para echarse o levantarse, desarrollo de estereotipias, comportamientos agresivos, de miedo o depresión, aumento de la frecuencia de defecaciones y micciones, vocalizaciones, así como alteraciones de aquellos comportamientos propios de la especie), f) productivos (disminución en el peso, en la calidad de la carne y cantidad de leche producida), g) sanitarios (incremento en los índices de mortalidad, morbilidad, o carga parasitaria), h) ambientales: instalaciones no adecuadas en relación a la densidad de animales (alta concentración de animales) y a los lugares a los que los animales tienen acceso (por ejemplo: falta de disponibilidad de sombra o dificultad en el acceso al agua, suelos y caminos en mal estado), extremos en la humedad relativa y temperatura, calidad y flujo de aire, intensidad luminosa, i) así como la forma y frecuencia de administración del alimento, su disponibilidad, y su calidad.

Si bien existen muchos parámetros endócrinos indicadores de estrés y BA (por ejemplo, las concentraciones séricas de ACTH, cortisol y catecolaminas) no se conoce aún cuál es el mejor indicador, o el más adecuado para los diferentes tipos de estrés, pues, la respuesta no es necesariamente la misma frente a distintos tipos de estresores (Pacák *et al.* 1998; Moberg, 2000). Además, los indicadores de estrés utilizados para evaluar el BA no están libres de algunos problemas. Por ejemplo, también se producen aumentos en la concentración de cortisol durante el ejercicio, el cortejo, y la cópula (Colborn *et al.*, 1991; Rushen, 1991; Manteca, 2009) sin ser estas situaciones consideradas peligrosas, desagradables o que pongan en riesgo el BA. A su vez, el cortisol es básicamente un indicador de estrés agudo, pero dado que su concentra-

ción baja luego de un tiempo a pesar de que el estresor siga presente, no es un buen indicador de estrés crónico. Por lo tanto, un aumento en la concentración plasmática de cortisol no siempre implica que el animal se encuentre en una situación de pobre BA, y a su vez, la ausencia de cambios en la concentración plasmática de cortisol tampoco asegura que un animal esté libre de estrés. En base a estos ejemplos se evidencia la dificultad en la interpretación de los indicadores usados para evaluar el estrés y el BA.

Para evaluar algunos indicadores, como los sanguíneos, el propio método de obtener la muestra de sangre es invasivo y puede generar una respuesta de estrés en los animales (Hopster *et al.*, 1999). Si bien, muchos de los indicadores sanguíneos aportan buena información, en general son poco prácticos para usar a nivel de campo, además de que los costos de las mediciones pueden ser una limitante a su utilización práctica. Si bien la información de BA que brinda cada indicador es diferente, algunos indicadores de comportamiento, como el registro y análisis de las vocalizaciones, son interesantes en determinados tipos de estrés dado su bajo costo y su fácil utilización. Los indicadores productivos también deben ser tomados con cautela, ya que pueden existir altos niveles de producción y bajo nivel de BA, o a la inversa. Los indicadores ambientales tienen la desventaja de que no son evaluados directamente en los animales, por lo que no es claro como ni cuanto los están afectando.

En la Cuadro 2 se presentan los indicadores de BA más estudiados y usados de acuerdo a Ewing *et al.* (1999), Broom y Fraser (2007) y Manteca (2009). Dada la complejidad del estudio y evaluación del BA, varios autores han enfatizado en la importancia de no usar un único indicador, sino una combinación de ellos, incluyendo indicadores fisiológicos, bioquímicos, productivos, de salud, y comportamiento (Duncan, 1981; Rushen, 1991; Bath, 1998; Moberg, 2000; Manteca, 2009; Damián y Ungerfeld, 2011). Esto se basa en las diferencias de respuesta al estrés entre especies y razas, ambientes, manejos, así como en las características de los estresores (intensidad, duración y repetición).

Bienestar animal y producción

El BA y la producción no son caminos excluyentes, sino que en muchos casos, una mejora en el BA determina una mayor productividad animal (Manteca 2009). En este sentido, McInerney (2004) propuso un modelo conceptual teórico basado en principios generales sobre la relación entre BA y productividad, aplicable a cualquier sistema de producción. El au-

tor explica que la relación puede ir desde un mínimo de productividad asociado a un buen estado de BA natural, hasta un máximo de productividad asociado a un mínimo nivel de BA, pero que ambos indicadores pueden ser muy buenos en simultáneo. Por ejemplo, la velocidad de crecimiento de un cerdo o la cantidad de leche que produce un rumiante au-

Cuadro 2. Indicadores endócrinos, bioquímicos, hematológicos, fisiológicos y comportamentales más usados en la evaluación del estrés y bienestar animal (elaborado a partir de Ewing *et al.*, 1999; Broom y Fraser, 2007; Manteca, 2009).

Indicadores endócrinos, bioquímicos y hematológicos	<ul style="list-style-type: none"> • Concentraciones de glucocorticoides, catecolaminas, vasopresina, prolactina, oxitocina • Glicemia, concentración sérica de lactato • Creatin-kinasa, lactato deshidrogenasa • Concentración plasmática de proteínas, albúmina, proteínas de fase aguda (haptoglobina, proteína reactiva C, amiloide sérico A) • Hematocrito, eritrocitos y leucocitos
Indicadores fisiológicos	<ul style="list-style-type: none"> • Frecuencia cardíaca y respiratoria • Temperatura corporal y de la superficie de la piel
Indicadores comportamentales	<ul style="list-style-type: none"> • Vocalizaciones • Estereotipias • Agresividad • Depresión • Adopción de posturas anómalas • Cambios de conducta relacionados con la respuesta de estrés, tal como una reducción de la ingesta de alimento o del tiempo de rumia • Cambios en la postura de descanso y en la secuencia de movimientos normalmente utilizada para echarse o levantarse

menta con un mejor estado de BA si se parte de una mala situación inicial. Sin embargo, en algunos sistemas esa productividad tiene un límite, el "máximo potencial productivo", a partir del cual una mejora del BA no repercute positivamente en la producción. Además es necesario considerar que en determinados sistemas de producción, como los sistemas intensivos de cerdos y aves, la producción puede ser máxima a pesar de que los animales se encuentren en malas condiciones de BA debido fundamentalmente a la alta densidad de animales y condiciones limitadas para sus movimientos. La realidad en estos sistemas es que un aumento del BA no necesariamente promueve la productividad, ya que disminuir la densidad incrementa los costos. Por lo tanto, hay

que ser cuidadosos al considerar el vínculo entre BA y productividad. En síntesis, si bien McInerney (2004) hace especial hincapié en elegir como objetivo el mejor equilibrio entre la producción y el BA, a fin de obtener buenos niveles de producción con buenos estándares de BA, hay que ser cautelosos al momento de aplicarlo a distintos sistemas productivos. Lo complejo de esta relación es justamente el carácter multifactorial del concepto de BA y de las características de la productividad, las que además, están en un continuo proceso de cambio debido a las fluctuaciones de precios y mercados. Por otro lado, hasta el momento no se ha evaluado, de acuerdo a este modelo teórico, la situación actual de las diferentes especies en los sistemas productivos de América Latina.

Síntesis y visión general

En esta revisión se han discutido una serie de indicadores de BA y se ha planteado la necesidad de analizar una combinación de ellos para poder evaluar el BA en especies de producción. Al momento de seleccionar los indicadores de BA hay que considerar aspectos económicos, prácticos, facilidad de aplicación y uso, pero también la información que brinda cada uno en forma aislada. Si bien, es aconsejable usar una combinación de indicadores de BA, no todos ellos son aplicables a todas las situaciones de manejo, estrés y/o producción. Un claro ejemplo es

el indicador de distancia de fuga o escape del animal a la presencia del hombre (Hargreaves y Hutson, 1990a; Boissy *et al.*, 2005). Este indicador es muy usado para evaluar la respuesta de miedo al humano en Europa, donde la mayoría de las producciones se caracterizan por ser intensivas y existe un vínculo intenso entre el humano y los animales. Una distancia de fuga alta sería indicadora de una relación humano-animal inadecuada consecuencia de experiencias negativas anteriores. Sin embargo, en América Latina predomina la producción extensiva, lo que

implica un menor contacto de los animales con los humanos. En este caso la alta distancia de fuga es indicadora de una baja relación con el humano debido al poco contacto, y no a las experiencias negativas de su vinculación previa. Por tanto, si se evalúa con los mismos criterios a los animales manejados en estas condiciones se asumiría que los mismos tienen una gran reacción de miedo, lo que claramente no significa que los animales estén con un bajo nivel de BA, dado que simplemente estos animales no están acostumbrados a la interacción con humanos. Por eso hay que ser muy cuidadosos al momento de ex-

trapolar indicadores de BA, o de asumir que los generados en algunos sistemas de producción animal son aplicables en forma directa en cualquier otro sistema. Esto es particularmente crítico en regiones como América Latina, un productor central de alimentos de origen animal, que hasta el momento no ha desarrollado indicadores de BA adecuados a sus sistemas productivos. Aplicar en forma acrítica los indicadores generados en otras condiciones no solamente puede llevar a conclusiones equivocadas sobre el estado de BA en los animales, sino que puede tener importantes consecuencias comerciales.

Literatura Citada

- Akatas, M., D. Auguste, H.P. Lefebvre, P.L. Toutain and J.P. Braun. 1993: Creatine kinase in the dog: a review. *Vet. Res. Commun.* 17: 353-369.
- Ali, B.H., A.A. Al-Qarawi and H.M. Mousa. 2006. Stress associated with road transportation in desert sheep and goats, and the effect of pretreatment with xylazine or sodium betaine. *Res. Vet. Sci.* 80: 343-348.
- Al-Qarawi, A.A. and B.H. Ali. 2005. Isolation stress in desert sheep and goats and influence of pretreatment with xylazine or sodium betaine. *Vet. Res. Commun.* 29: 81-90.
- Apple, J.K., J.E. Minton, K.M. Parsons and J.A. Unruh. 1993. Influence of repeated restraint and isolation stress and electrolyte administration on pituitary-adrenal secretions, electrolytes, and other blood constituents of sheep. *J. Anim. Sci.* 71: 71-77.
- Apple, J.K., M.E. Dikeman, J.E. Minton, R.M. McMurphy, M.R. Fedde, D.E. Leith and J.A. Unruh. 1995. Effects of restraint and isolation stress and epidural blockade on endocrine and blood metabolite status, muscle glycogen metabolism, and incidence of dark-cutting longissimus muscle of sheep. *J. Anim. Sci.* 73: 2295-2307.
- Bath, G.F. 1998. Management of pain in production animals. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 59: 147-156.
- Baumann, H. and Gauldie, J. 1994. The acute phase response. *Immunol. Today* 15: 74-80.
- Black, P.H. 2002. Stress and the inflammatory response: A review of neurogenic inflammation. *Brain Behav. Immun.* 16: 622-653.
- Boesch, D., A. Steiner, L. Gygax and M. Stauffache. 2008. Burdizzo castration of calves less than 1-week old with and without local anaesthesia: Short-term behavioural responses and plasma cortisol levels. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 114: 330-345.
- Boissy, A. and M.F. Bouissou. 1988. Effects of early handling on heifers' subsequent reactivity to humans and to unfamiliar situations. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 20: 259-273.
- Boissy, A. and P. Le Neindre. 1990. Social influences on the reactivity of heifers: Implications for learning abilities in operant conditioning. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 25: 149-165.
- Boissy, A. and P. Le Neindre. 1997. Behavioral, cardiac and cortisol responses to brief peer separation and reunion in cattle. *Physiol. Behav.* 61: 693-699.
- Boissy, A., A.D. Fisher, J. Bouix, G.N. Hinch and P. Le Neindre. 2005. Genetics of fear in ruminant livestock. *Livest. Prod. Sci.* 93: 23-32.
- Boivin, X., and B.O. Braastad. 1996. Effects of handling during temporary isolation after early weaning on goat kids' later response to humans. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 48: 61-71.
- Bonpreu. 2012. <http://www.bonpreu.cat/index.php>
- Bouissou, M.F., A. Boissy, P. Le Neindre and I. Veissier. 2001. The social behaviour of cattle. In: Keeling L, Gonyou H, editors. *Social behaviour in farm animals*. Wallingford, UK: CABI Publishing; pp. 113-45.
- Breuer, K., P.H. Hemsworth, J.L. Barnett, L.R. Matthews and G.J. Coleman. 2000. Behavioural response to humans and the productivity of commercial dairy cows. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 66: 273-288.
- Broom, D.M. 1986. Indicators of poor welfare. *Brit. Vet. J.* 142: 524-526.
- Broom, D.M. and K.G. Johnson. 1993. *Stress and Animal Welfare*. Chapman and Hall, London.
- Broom, D.M. and A.M. Fraser. 2007. *Domestic Animal Behaviour and Welfare*. 4th Edition. CABI Publishing, Wallingford, Oxfordshire, UK.
- Cannon, W.B. 1914. The emergency function of the adrenal medulla in pain and the major emotions. *Am. J. Physiol.* 33: 356-372.
- Cannon, W.B. 1929. Organization for physiological homeostasis. *Physiol. Rev.* 9: 399-431.
- Carcanguiu, V., G.M. Vacca, A. Parmeggiani, M.C. Mura, M. Pazzola, M.L. Dettori and P. Bini. 2008. The effect of shearing procedures on blood levels of growth hormone, cortisol and other stress haematochemical parameters in Sarda sheep. *Animal* 2: 606-612.
- Chapman, C.R., K.L. Casey, R. Dubner K.M. Foley, R.H. Gracely and A.E. Reading. 1985. Pain measurement: an overview. *Pain* 22: 1-31.
- Cockram, M.S., M. Ranson, P. Imlah, P.J. Goddard, C. Burrells and G.D. Harkiss. 1994. The behavioural, endocrine and immune responses of sheep to isolation. *Anim. Prod.* 58: 389-399.
- Colborn, D.R., D.L. Thompson, Jr. T.L. Roth, J.S. Capehart and K.L. White. 1991. Responses of cortisol and prolactin to sexual excitement and stress in stallions and geldings. *J. Anim. Sci.* 69: 2556-2562.
- Coutellier, L., C. Arnould, A. Boissy, P. Orgeur, A. Prunier, I. Veissier and M.Ch. Meunier-Salaün. 2007. Pig's responses to repeated social regrouping and relocation during the growing-finishing period. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 105: 102-114.
- Damián, J.P. and R. Ungerfeld. 2011. The Stress Response of Frequently Electroejaculated Rams to Electroejaculation: Hormonal, Physiological, Biochemical, Haematological and Behavioural Parameters. *Reprod. Dom. Anim.* 46: 646-650.
- De Kloet, E.R., J. Marian and F. Holsboer. 2005. Stress and the brain: from adaptation to disease. *Nature. Rev. Neurosci.* 6: 463-475.
- Diatchenko, L., A.G. Nackley, I.E. Tchivileva, S.A. Shabalina and W. Maixner. 2007. Genetic architecture of human pain perception. *Trends Genet.* 23: 605-613.
- Dickson, D.P., G.R. Barr, L.P. Johnson and D.A. Wieckert. 1970. Social dominance and temperament of Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 53: 904-907.

- Dobson, H. and R.F. Smith. 2000. What is stress, and how does it affect reproduction? *Anim. Reprod. Sci.* 60: 743-752.
- Duncan, I.J.H. 1981. Animal rights-Animal welfare: A scientist's assessment. *Poult. Sci.* 60: 489.
- Dwyer, C.M. and A.B. Lawrence. 2008. Introduction to Animal Welfare and the Sheep. C.M. Dwyer (ed.), *The Welfare of Sheep*. Springer Science+Business Media B.V. Chapter 1 pp: 1-37.
- Earley, B., K. Buckham-Sporer, S. Gupta, W. Pang and S. Ting. 2010. Biologic response of animals to husbandry stress with implications for biomedical models. *Open Access Anim. Physiol.* 2: 25-42.
- Edwards, D.S. and A.M. Johnston. 1999. Welfare implications of sheep ear tags. *Ver. Rec.* 144: 603-606.
- Ehnert, K. and G.P. Moberg. 1991. Disruption of oestrous behaviour in ewes by dexamethasone or management-related stress. *J. Anim. Sci.* 69: 2988-2994.
- Ewing, S. A., Jr.D.C. Lay and E. von Borell. 1999. Farm animal well-being: stress physiology, animal behavior, and environmental design. Prentice Hall. Upper Saddle River. New Jersey, USA. pp.25-49.
- Falk, A.J., C.L. Waldner, B.S. Cotter, J. Gudmundson and A.D. Barht. 2001. Effects of epidural lidocaine anesthesia on bulls during electroejaculation. *Can. Vet. J.* 42: 116-120.
- Farm Animal Welfare Council. 1992. Five Freedoms, Surbiton, Surrey, Reino Unido: <http://www.fawc.org.uk/>
- Fisher, A. and L. Matthews. 2001. The social behaviour of sheep. In: *Social Behaviour in Farm Animals* (Ed. by L. J. Keeling and H. W. Gonyou), Wallingford, UK: CAB International, pp. 211-245.
- Forkman, B., A. Boissy, M.C. Meunier-Salaün, E. Canali and R.B. Jones. 2007. A critical review of fear tests used on cattle, pigs, sheep, poultry and horses. *Physiol. Behav.* 92: 340-374.
- Gabay, C. and I. Kushner. 1999. Acute-phase proteins and other systemic responses to inflammation. *New Engl. J. Med.* 340: 448-454.
- Goddard, P.J., A.R. Fawcett, A.J. MacDonald and H.W. Reid. 2000. The behavioural, physiological and immunological responses of lambs from two rearing systems and two genotypes to exposure to humans. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 66: 305-321.
- Grandin, T. 1997. Assessment of stress during handling and transport. *J. Anim. Sci.* 75: 249-257.
- Gray, J.A. 1987. *The Psychology of Fear and Stress*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Hall, C.S. 1934. Emotional behavior in the rat: I Defecation and urination as measures of individual differences in emotionality. *J. Comp. Psychol.* 18: 385-403.
- Hall, C.S. 1936. Emotional behaviour in the rat: III The relationship between emotionality and ambulatory activity. *J. Comp. Psychol.* 22: 345-52.
- Hargreaves, A.L. and G.D. Hutson. 1990a. The effect of gentling on heart rate, flight distance and aversion of sheep to a handling procedure. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 26: 243-252.
- Hargreaves, A.L. and G.D. Hutson. 1990b. The stress response in sheep during routine handling procedures. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 26: 83-90.
- Hemsworth, P.H., J.L. Barnett and R.G. Campbell. 1996. A study of the relative aversiveness of a new daily injection procedure for pigs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 49: 389-401.
- Hemsworth, P.H. and J.R.F.L. Barnett. 2000. Human-Animal Interactions and Animal Stress. In: MobergGP, MenchJA, editors. *The biology of animal stress: basic principles and implications for animal welfare*. CABI Publishing, pp. 309-336. Wallingford, Oxon, UK.
- Hopster, H., J.T. van der Werf, J.H. Erkens and H.J. Blokhuis. 1999. Effects of repeated jugular puncture on plasma cortisol concentrations in loose-housed dairy cows. *J. Anim. Sci.* 77: 708-714.
- James, P.J. 2006. Genetic alternatives to mulesing and tail docking in sheep: a review. *Aust. J. Exp. Agr.* 46: 1-18.
- Jongman, E.C., J.P. Morris, J.L. Barnett and P.H. Hemsworth. 2000. EEG changes in 4-week-old lambs in response to castration, tail docking and mulesing. *Aust. Vet. J.* 78: 339-343.
- Keller, S.E., J.M. Weiss, S.J. Schleifer, N.E. Miller and M. Stein. 1983. Stress-induced suppression of immunity in adrenalectomized rats. *Science* 221: 1301-1304.
- Knight, T.W., D.R.H. Hal, P.R. Lynch and H.U.P. Hockey. 1988. Effects of pre-joining shearing, stress, pasture allowance, and haemoglobin type on reproductive performance of Romney and Marshall Romney ewes. *New. Zeal. J. Agr. Res.* 31: 249-258.
- Komesaroff, A., M. Esler, I.J. Clarke, M.J. Fullerton and J.W. Funder. 1998. Effects of estrogen and cycle on glucocorticoid and catecholamine responses to stress in sheep. *Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.* 275: 671-678.
- Lawrence, A.B. and E.M. Terlouw. 1993. A review of behavioral factors involved in the development and continued performance of stereotypic behaviors in pigs. *J. Anim. Sci.* 71: 2815-2825.
- Lee, C., and A.D. Fisher. 2007. Welfare consequences of mulesing of sheep. *Aust. Vet. J.* 85: 89-93.
- Maes, M., D. Hendriks, A. Van Gastel, P. Demedts, A. Wauters, H. Neels, A. Janca, S. Scharpé. 1997. Effects of psychological stress on serum immunoglobulin, complement and acute phase protein concentrations in normal volunteers. *Psychoneuroendocrinol.* 22: 397-409.
- Manteca Vilanova, X. 2009. *Etología veterinaria*. Primera edición. Multiméica ediciones veterinarias. Barcelona, España.
- Mateo, J.M., D.Q. Estep, J.S. McCann. 1991. Effects of differential handling on the behavior of domestic ewes. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 32: 45-54.
- Matteri, R.L., J.G. Watson and G.P. Moberg. 1984. Stress or acute adrenocorticotrophin treatment suppresses LHRH-induced LH release in the ram. *J. Reprod. Fertil.* 72: 385-393.
- McInerney, J. 2004. Animal welfare, economics and policy: report on a study undertaken for the farm & animal health economics. Londres: DEFRA, Report, February.
- Melches, S., S.C. Mellema, M.G. Doherr, B. Wechsler and A. Steiner. 2007. Castration of lambs: A welfare comparison of different castration techniques in lambs over 10 weeks of age. *Vet. J.* 173: 554-563.
- Minton, J.E., T.R. Coppinger, P.G. Reddy, W.C. Davis and F. Blecha. 1992. Repeated restraint and isolation stress alters adrenal and lymphocyte functions and some leukocyte differentiation antigens in lambs. *J. Anim. Sci.* 70: 1126-1132.
- Moberg, G.P., O. Anderson and T.R. Underwood. 1980. Ontogeny of the adrenal and behavioral responses of lambs to emotional stress. *J. Anim. Sci.* 51: 138-142.
- Moberg, G.P. 2000. Biological response to stress: implications for animal welfare. In: MobergGP, MenchJA, editors. *The biology of animal stress: basic principles and implications for animal welfare*. CABI Publishing, pp. 1-22. Wallingford, Oxon, UK.
- Morgan, K.N. and Ch. T. Tromborg. 2007. Sources of stress in captivity. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 102: 262-302.
- Mosure, W.L., R.A. Meyer, J. Gudmundson and A.D. Barth. 1998. Evaluation of possible methods to reduce pain associated with electroejaculation in bulls. *Can. Vet. J.* 39: 504-506.
- Murata, H., N. Shimada and M. Yoshioka. 2004. Current research on acute phase proteins in veterinary diagnosis: an overview. *Vet. J.* 168:28-40.
- Möstl, E. and R. Palme. 2002. Hormones as indicators of stress. *Domest. Anim. Endocrinol.* 23: 67-74.
- Nazifi, S., M. Saeb, E. Rowghani and K. Kaveh. 2003. The influences of thermal stress on serum biochemical parameters of Iranian fat-tailed sheep and their correlation with triiodothyronine (T3), thyroxine (T4) and cortisol concentrations. *Comp. Clin. Path.* 12: 135-139.

- Pacák, K., M. Palkovits, G. Yadid, R. Kvetnansky, I.J. Kopin and D.S. Goldstein. 1998. Heterogeneous neurochemical responses to different stressors: a test of Selye's doctrine of nonspecificity. *Am. J. Physiol. Regulatory Integrative Comp. Physiol.* 275: 1247-1255
- Pacák, K. and M. Palkovits. 2001. Stressor specificity of central neuroendocrine responses: implications for stress-related disorders. *Endocr. Rev.* 22: 502-548.
- Pain terms. 1979. A list with definitions and notes on usage. Recommended by the IASP Subcommittee on Taxonomy. *Pain* 6: 249.
- Petersen, H.H., J.P. Nielsen and P.M.H. Heegaard. 2004. Application of acute phase protein measurements in veterinary clinical chemistry. *Vet. Res.* 35: 163-187.
- Price, E.O. and J. Thos. 1980. Behavioural responses to short-term social isolation in sheep and goats. *Appl. Anim. Ethol.* 6: 331-339.
- Purcell, D., C.W. Arave and J.L. Walters. 1988. Relationship of three measures of behavior to milk production. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 21: 307-313.
- Roth, Z., R. Meidan, A. Shaham-Albalancy, R. Braw-Tal and D. Wolfenson. 2001. Delayed effect of heat stress on steroid production in medium-sized and preovulatory bovine follicles. *Reproduction* 121: 745-751.
- Ruiz de la Torre, J.L., A. Velarde, A. Diestre, M. Gispert, S.J.G. Hall, D.M. Broom and X. Manteca. 2001. Effects of vehicle movements during transport on the stress responses and meat quality of sheep. *Vet. Rec.* 24: 227-229.
- Rushen, J. 1991. Problems associated with the interpretation of physiological data in the assessment of animal welfare. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 28: 381-386.
- Rushen, J., A.A. Taylor and A.M. de Passillé. 1999a. Domestic animals' fear of humans and its effect on their welfare. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 65: 285-303.
- Rushen, J., A.M.B. de Passillé and L. Munksgaard. 1999b. Fear of people by cows and effects on milk yield, behavior and heart rate at milking. *J. Dairy Sci.* 82: 720-727.
- Rushen, J. and G. Mason. 2006. A decade-or-more's progress in understanding stereotypic behaviour. In: Mason, G., Rushen, J., editors. *Stereotypic animal behaviour. Fundamentals and applications to welfare.* CABI Publishing, pp. 1-15. Wallingford, Oxon, UK.
- Sapolsky, R.M., L.M. Romero and A.U. Munck. 2000. How do glucocorticoids influence stress response? Integrating, permissive, suppressive stimulatory and preparative actions. *Endocr. Rev.* 21: 55-89.
- Sapolsky, R.M. 2002. *Endocrinology of the stress-response. Behavioral endocrinology.* Second edition. Edited by Brecker J.B., Breedlove S.M., Crews D y McCarthy M.M. Massachusetts.
- Sapolsky, R.M. 2004. Social status and health in humans and other animals. *Annu. Rev. Anthropol.* 33: 393-418.
- Selye, H. 1936. A syndrome produced by diverse nocuous agents. *Nature* 138: 32.
- Sevi, A., S. Mass, G. Annicchiarico, S. Dell'Aquila and A. Muscio. 1999. Effect of stocking density on ewes' milk yield, udder health and microenvironment. *J. Dairy. Res.* 66: 489-499.
- Smith, R.F. and H. Dobson. 2002. Hormonal interactions within the hypothalamus and pituitary with respect to stress and reproduction in sheep. *Domest. Anim. Endocrinol.* 23: 75-85.
- Sotiraki, S.T., L.S. Leontides and C.A. Himonas. 1999. The effect of transportation and confinement stress on egg production by *Dicrocoelium dendriticum* in sheep. *J. Helminthol.* 73: 337-339.
- Terlouw, E.M.C., A. Boissy and P. Blinet. 1998. Behavioural responses of cattle to the odours of blood and urine from conspecifics and to the odour of faeces from carnivores. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 57: 9-21.
- Thompson, P., C. Harris, D. Holt and E.A. Pajor. 2007. Livestock welfare product claims: The emerging social context. *J. Anim. Sci.* 85: 2354-2360.
- Thurmon, G., W.J. Tranquilli y J. Benson. 2003. *Fundamentos de anestesia y analgesia en pequeños animales.* Masson SA. Barelona, España.
- Visscher, P.M. and M.E. Goddard. 1995. Genetic parameters for milk yield, survival, workability, and type traits for Australian dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 78: 205-220.
- Watson, D.L. 1991. Effect of weaning on antibody responses and nematode parasitism in Merino lambs. *Res. Vet. Sci.* 51: 128-132.
- West, J.W. 1994. Interactions of energy and bovine somatotropin with heat stress. *J. Dairy Sci.* 77:2091-2102.