

VALORACIÓN DEL ESTRÉS EN TOROS BRASILEROS Y VENEZOLANOS MEDIANTE LA EVALUACIÓN DE LAS CONCENTRACIONES DE CORTISOL Y EL RECuento LEUCOCITARIO

Assessment of Stress in Brazilian and Venezuelan Bulls by the Evaluation of Cortisol Concentrations and Leucocytes Count

Héctor L. Pargas-Alvarado^{*.1}, María A. Mendoza^{**}, Ysabel C. Márquez^{***}, Zoleida Bastidas^{****}
José M. Rivero^{*****}, David A. Colmenárez^{***}, Spiridione Puzzar^{*****}

Departamento de Producción Animal y Tecnología. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado" Apartado Postal 400. Barquisimeto, Edo. Lara. **Médico Veterinario egresada de la Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado". Barquisimeto, Edo. Lara. *Departamento de Ciencias Básicas. ****Departamento de Medicina y Cirugía. *****Departamento de Ciencias Sociales. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado" Apartado Postal 400. Barquisimeto, Edo. Lara*

Correo-E: hectorpargas@ucla.edu.ve

Recibido: 13/05/14 - Aprobado: 20/11/14

RESUMEN

A fin de valorar el estrés en toros, se seleccionaron al azar de un matadero de la región centro occidental de Venezuela, un total de 40 toros mestizos Brahman (16 de Brasil y 24 de Venezuela). Se tomaron muestras de sangre para realizar el recuento leucocitario. Igualmente, se determinó la concentración de cortisol mediante la técnica del ELISA competitivo. Los datos fueron analizados usando la prueba no paramétrica U de Mann Whitney. Los resultados del estudio muestran que hubo un incremento no estadísticamente significativo en el recuento diferencial de neutrófilos (53,13% y 43,19%) en toros venezolanos y brasileños, respectivamente. Al mismo tiempo, los toros venezolanos arrojaron un valor de cortisol que fue superior (59,44 ng/dL) y estadísticamente significativo ($P \leq 0,05$), cuando se comparó con el de los toros brasileños (40,50 ng/dL). Además, se produjo una disminución no significativa, en el recuento diferencial de eosinófilos (eosinopenia) en ambos grupos, con un promedio de 0,78%. Por otra parte, el recuento diferencial de linfocitos solamente disminuyó significativamente ($P \leq 0,05$), en los toros venezolanos (43,25%), mientras que el porcentaje correspondiente a linfocitos

ABSTRACT

A study was conducted to assess stress in bulls. A total of 40 crossbred Brahman bulls (16 from Brazil and 24 from Venezuela) were selected at random from a slaughterhouse in the Midwestern region of Venezuela. Blood samples were taken for leukocytes count. Also, the cortisol concentration was determined by competitive ELISA technique. Data were analyzed using the nonparametric Mann Whitney U test. The results of the present study show that there was a non-statistically significant increase in neutrophil count (53.13% and 43.19%) in Venezuelan and Brazilian bulls, respectively. At the same time, Venezuelan bulls showed a higher (59.44 ng / dL) cortisol value that was statistically significant ($P \leq 0.05$), when compared with the Brazilian bulls (40.50 ng/dL). There was also a non-significant decrease in the differential eosinophil count (eosinopenia) in both groups, with an average of 0.78%. On the other hand, the lymphocytes differential count significantly diminished ($P \leq 0.05$) in Venezuelan bulls (43.25%) only, while in Brazilian bulls, the percentage corresponding to lymphocytes, was within the normal range for the species (56.19%).

¹ A quien debe dirigirse la correspondencia (To whom correspondence should be addressed)

de los toros brasileños, se ubicó dentro de los valores normales para la especie (56,19%). Se concluye que los valores elevados de cortisol y neutrófilos, así como también, la eosinopenia y linfopenia encontradas en los toros venezolanos, sugieren un leucograma de estrés, compatible con la conducta nerviosa observada en esos animales. El estrés en los toros brasileños sólo se asoció con una alteración (aumento) de las concentraciones de cortisol y en los valores de eosinófilos. La procedencia y/o tiempo de transporte afectó por igual las concentraciones de cortisol, especialmente en los toros venezolanos. Los cambios sociales observados en los toros venezolanos y brasileños, sugieren la presencia de estrés agudo en los primeros y de estrés crónico en los segundos.

(Palabras clave: Estrés; toro; Brasil; hidrocortizona; glucocorticoides; leucocitos; ELISA; neutrófilos)

It is concluded that that the elevated cortisol and neutrophils levels, as well as the eosinopenia and lymphopenia found in Venezuelan bulls, suggest a stress leukogram, compatible with the nervous behavior observed in those animals. Stress in Brazilian bulls was only associated with an alteration (increase) in cortisol concentrations and in eosinophil values. Both the origin and/or transport time equally affected cortisol concentrations, especially in the Venezuelan bulls. Social changes observed in the Venezuelan and Brazilian bulls, suggest the presence of acute stress in the first and of chronic stress in the latter.

(Key words: Stress; bulls; Brazil; hydrocortisone; glucocorticoids; leukocytes; ELISA; neutrophils)

INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente, en los mataderos industriales de Venezuela se ha sacrificado ganado bovino procedente de este país y de Colombia, debido al intercambio comercial que por años ha existido entre estos dos países; no obstante, a partir del año 2004, aproximadamente el 70% del ganado vacuno que se sacrifica proviene de Brasil, lo cual supone diferencias en el tipo y tiempo de transporte, y en el grado de estrés en estos animales.

El estrés puede definirse como la acción conjunta de estímulos nerviosos y emocionales provocados por el ambiente de un animal sobre diversos sistemas corporales como el sistema endocrino, nervioso, circulatorio, respiratorio y digestivo, causando en ellos distintas alteraciones [1]. El estrés producido por la falta de agua, el peligro, la fatiga, el calor o el frío, las restricciones de espacio y otras condiciones presentes durante el transporte, puede tener importantes efectos sobre la calidad de la carne [2].

Según Grandin [3], el manejo adecuado en instalaciones bien diseñadas minimiza los niveles de estrés, mejora la eficiencia y mantiene una buena calidad de carne. El transporte prolongado que supere las 24 h, sea con o sin descanso, tiene un impacto significativo sobre el bienestar animal y sobre las variables sanguíneas indicadoras de estrés [4]. El transporte, el ayuno y los manejos como el arreo,

producen diversos grados de estrés en los animales, que según la duración e intensidad del estímulo desencadenan respuestas de tipo conductual y de tipo fisiológico que afectan estructuras somáticas y viscerales, provocando alteraciones metabólicas, endocrinas y nerviosas [5].

Según Grandin [6], el estrés inducido por el manejo agita y excita a los animales, resultando en una elevación de la temperatura corporal, incremento de la frecuencia cardíaca, valores altos de glucocorticoides y una reducida función del sistema inmune. Numerosos estudios se han realizado con el fin de determinar el grado de estrés que diferentes prácticas ganaderas y el sacrificio, pueden generar. El método más común para evaluar estrés durante el manejo es la medición de cortisol o la hormona del estrés [3]. De acuerdo con Oyarce *et al.* [7], el transporte incrementa significativamente las concentraciones basales de cortisol y glucosa sanguínea, medidos en novillos mantenidos con una cánula en la vena yugular. Otros cambios asociados al estrés se reflejan en los constituyentes sanguíneos, a través de los cuales se ha indicado que el número de neutrófilos aumenta, mientras que el número de linfocitos, monocitos y eosinófilos disminuye por el efecto del transporte, junto con un aumento en el pH sanguíneo [8].

Un indicador potencial de bienestar animal es la ausencia de estrés, pero no existe ninguna definición estándar de este síndrome, ni algún tipo de sistema

de ensayo para medir el estrés. Por lo tanto, existe una necesidad adicional de evaluar parámetros bioquímicos o endocrinos para la detección de alteraciones [9]. En este estudio se planteó como objetivo, evaluar el estrés en toros brasileros y venezolanos mediante la determinación de las concentraciones de cortisol y del recuento de leucocitos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de Estudio

El presente estudio se realizó en el Matadero Industrial Centroccidental (MINCO), ubicado en la autopista vía Yaritagua, kilómetro seis, caserío Veragacha, Barquisimeto, estado Lara, Venezuela.

Animales

De un total de 500 vacunos para sacrificio en el matadero antes descrito, se evaluaron 40 toros mestizos Brahman (16 provenientes de Brasil y 24 de Venezuela). La edad promedio de los vacunos fue de 36 meses, con un peso promedio al sacrificio de 445 kg. Estos animales fueron sometidos a un mismo reposo ante *mortem* (24 h), igual densidad de carga animal en los camiones y corrales del matadero e igual manejo previo al sacrificio. El tiempo y tipo de transporte fueron variables, siendo de 12 d por vía terrestre y marítima para el caso de los animales brasileros, y de 5 h sólo por vía terrestre, en el caso de los animales procedentes del país.

Recolección de Datos

Las muestras de sangre se tomaron en el momento en que se practicaba la actividad de degüello y sangría, mediante la introducción de un cuchillo tubular en la entrada del pecho del animal, seccionándose la vena yugular y arterias carótidas. Las muestras sanguíneas fueron colectadas en tubos al vacío con EDTA K3 (BD Vacuntainer, Frankling Lakes, NJ, USA. K3: sal tripotásica) para evaluar la respuesta leucocitaria al estrés, así como tubos al vacío sin anticoagulante para determinar la concentración sérica de cortisol. El tiempo de muestro fue de 50 min toda vez que las muestras tardaron en ser llevadas a los respectivos laboratorios un tiempo aproximado de 15 min.

Para realizar el conteo leucocitario, las muestras de sangre completa se trasladaron en cavas refrigeradas a 4°C, al Laboratorio Clínico de Servicio del Área de Diagnóstico Veterinario del Decanato de Ciencias

Veterinarias de la Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado” (UCLA), ubicado en las instalaciones del “Hospital Veterinario Dr. Humberto Ramírez Daza”, Tarabana, y se conservaron en refrigeración a 4°C, hasta su procesamiento en un lapso no mayor de 48 h. A estas muestras de sangre completa se les realizó recuento total y diferencial de leucocitos.

Recuento Total de Leucocitos

Se realizó mediante la técnica hematológica de procesamiento manual recuento en cámara de glóbulos blancos; para esto, la sangre se diluyó 1:20 con una solución que produce hemólisis de los eritrocitos y conserva intactos los leucocitos (reactivo de Turk®). Los glóbulos blancos contenidos en un milímetro cuadrado se contaron en una cámara especial (Cámara de Neubauer) y el número obtenido se multiplicó por un factor, para obtener el número de leucocitos por milímetro cúbico (mm³) de sangre [10, 11].

Recuento diferencial de leucocitos o hemograma de Schilling: Se refiere al número de cada uno de los diferentes tipos de leucocitos que se observan al realizar el conteo de 100 células leucocíticas en un frotis sanguíneo teñido con coloraciones hematológicas tipo Romanowsky [12]. Para realizar el Hemograma de Schilling o recuento diferencial, se comenzó haciendo un frotis o extendido sanguíneo. Los frotis sanguíneos se fijaron con metanol por 15 seg y fueron teñidos con coloraciones hematológicas tipo Romanowsky, específicamente con Hemacolor®, según protocolo establecido en el Laboratorio Clínico del Decanato de Ciencias Veterinarias (DCV) de la UCLA [10-12]. Cada uno de los frotis teñidos se estudió bajo microscopía de luz, con 1000 aumentos (ocular 10x - objetivo 100x) y aceite de inmersión, realizando el recorrido de la lámina siguiendo el método de zigzag y borde recto, a fin de efectuar el recuento diferencial de leucocitos. El valor de cada uno de los tipos de leucocitos se expresó en porcentaje (%), representando el valor relativo de cada uno de ellos.

Valor Absoluto (VA)

Representa el número real de cada tipo de leucocito presente por mm³ de sangre. Se obtuvo al multiplicar el valor relativo de cada tipo de leucocito por el conteo total de leucocitos y luego dividir entre 100 [10,11].

Para evaluar las concentraciones de cortisol, las muestras de sangre fueron identificadas e introducidas en una cava contentiva de hielo y llevadas al laboratorio de la Unidad de Investigación de Ciencias Funcionales “Dr. Haity Moussatché”, del Decanato de Ciencias Veterinarias de la UCLA, en donde se centrifugaron a 2000 g durante 15 min en una centrífuga Clay Adams modelo 21152 (Sparks, MD, EUA), para luego trasvasar el suero sanguíneo a tubos Eppendorf, siendo congelado a -20°C en un congelador vertical marca Philco (EUA) hasta su procesamiento. En los sueros se determinó la concentración de cortisol por la técnica de ELISA competitivo, que consiste en un ensayo inmunoabsorbente ligado a una enzima (peroxidasa) dispuestos en un sistema tipo sandwich, el cual en un anticuerpo monoclonal se une a un sitio antigénico único en la molécula de la hormona que se desea determinar. La cantidad de peroxidasa unida será proporcional a la concentración de la hormona en la muestra [13].

Instrumento de Recolección de Datos

Se utilizó una tabla de datos previamente diseñada, en la cual se registró lo siguiente: procedencia de los animales, raza, edad, entre otros, y finalmente el hemograma de cada animal especificando el recuento de leucocitos y las concentraciones de cortisol sérico obtenidos luego de los procedimientos de laboratorio.

Análisis Estadístico

Los datos provenientes de las variables analizadas no cumplieron con los principios de homocedasticidad y normalidad de los residuos, por lo que para compararlos se usó una prueba no paramétrica conocida como Prueba U de Mann Whitney sugerida por Lehmann [14], y un ANOVA, utilizando el paquete estadístico SPSS versión 15 en español.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis descriptivo de las variables en estudio arrojó como resultado que, del recuento diferencial de leucocitos, sólo los linfocitos presentaron diferencias estadísticas ($P < 0,05$) entre los toros brasileros y venezolanos (Cuadros 1 y 2). Asimismo, no se observaron diferencias estadísticas en las concentraciones séricas de cortisol entre estos grupos

de animales (Figura 1). Los valores normales o fisiológicos de cortisol y de leucocitos (recuento leucocitario diferencial) que se tomaron como referencia en el presente estudio fueron los siguientes: cortisol (rango entre 0 y 20 ng/mL, propuesto por Romero *et al.* [15] y el promedio de 14 ng/mL, por Oyarce *et al.* [7]); y leucocitos (neutrófilos: 18-40%, eosinófilos: 5-18% y linfocitos: 45-65%), sugeridos por Wittwer y Böhmwald [16]. Estos valores son utilizados como referencia por otros autores, tal como es el caso de Bastías [17].

Al observar el hemograma obtenido y al compararlo con los valores relativos (%) de referencia antes descritos, se puede inferir que los neutrófilos circulantes estaban ligeramente aumentados en los toros brasileros (43,19%), y en forma más acentuada en los venezolanos (53,13%). Esta tendencia se invirtió con los linfocitos, cuyos valores fueron claramente superiores en los toros brasileros (56,19%), lo que sugiere una respuesta humoral, en comparación con los provenientes de Venezuela, en los que dichas células aumentaron poco, incluso, su concentración (43,25%) fue inferior al valor de referencia. Por su parte, los eosinófilos mostraron una disminución en los toros de ambos países (promedio: 0,78%).

En este estudio se presentó, en ambos grupos, un episodio en el que hubo una neutrofilia acompañada de eosinopenia y linfopenia, principalmente en toros venezolanos. No obstante, al evaluar cuidadosamente los datos obtenidos, podemos deducir que los toros venezolanos fueron los que más presentaron estrés previo al sacrificio, ya que según Sodikoff [18] y Jain [19], las respuestas leucocitarias al estrés se reflejan en un aumento de los leucocitos totales y neutrófilos, con disminución de linfocitos y eosinófilos, constituyendo el conocido “leucograma de estrés”.

Situaciones adversas desencadenan respuestas de las glándulas suprarrenales, que resultan en un aumento en la secreción de glucocorticoides (principalmente cortisol) y/o catecolaminas, lo que constituye la primera línea de defensa del organismo contra las situaciones estresantes [9].

La procedencia y/o tiempo de transporte pudo haber causado un incremento de las concentraciones séricas de cortisol en los animales sujetos al estudio (Figura 1), siendo éstas más altas en los toros venezolanos (59,44 ng/mL), en comparación con los brasileros (40,50 ng/mL), y que en los valores de

Cuadro 1. Contaje plasmático de leucocitos en toros provenientes de Brasil y Venezuela

Variables	Toros venezolanos			Toros brasileiros		
	n	Media (mm ³)	Desviación	n	Media (mm ³)	Desviación
Leucocitos totales	24	7618,75 ^a	2518,23	16	7600 ^a	1706,85
Neutrófilos	24	4009,88 ^a	1489,85	16	3342,69 ^a	1382,12
Linfocitos	24	3406,08 ^b	1898,81	16	4209,94 ^a	1378,48
Eosinófilos	24	60,10 ^a	145,86	16	47,38 ^a	88,92

^{a,b} Letras diferentes en una misma fila, indican diferencias (P<0,05)

Cuadro 2. Recuento diferencial de leucocitos en toros provenientes de Brasil y Venezuela

Variables	Toros Venezolanos			Toros Brasileiros		
	n	Media (%)	Desviación	n	Media (%)	Desviación
Neutrófilos	24	53,13 ^a	13,68	16	43,19 ^a	14,37
Linfocitos	24	43,25 ^b	14,81	16	56,19 ^a	14,76
Eosinófilos	24	0,92 ^a	2,34	16	0,63 ^a	1,15

^{a,b} Letras diferentes en una misma fila, indican diferencias (P<0,05)

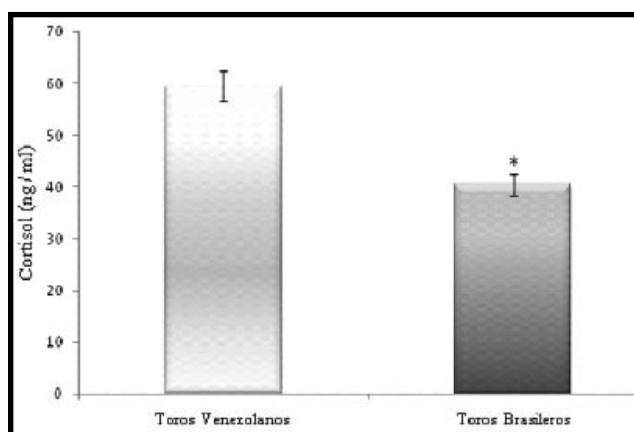


Figura 1. Concentración sérica de cortisol en toros provenientes de Brasil y Venezuela, *P<0.05

referencia citados anteriormente.

Según Warriss *et al.* [20] y Tadich *et al.* [21], los parámetros más ampliamente estudiados sobre el bienestar animal durante el transporte, están las concentraciones de las hormonas relacionadas con el estrés, especialmente el cortisol.

Los valores de cortisol y de leucocitos obtenidos en el presente trabajo sugieren una exposición de los animales de ambos países a factores estresantes, toda vez que estos biomarcadores sanguíneos son utilizados para medir su impacto en el bienestar animal [15].

Paradójicamente, los toros venezolanos, que fueron transportados durante un corto período de tiempo (5 h, vía terrestre), fueron los que presentaron mayor variación, tanto de los componentes sanguíneos (cortisol y leucocitos), como del comportamiento social

(modificaciones del patrón normal de conducta), el cual se caracterizó por agitación (movimientos constantes), posición de ataque, saltos o montas y peleas. Desde el punto de vista etológico y hematológico, estos animales encajan perfectamente dentro de un perfil de estrés agudo. Entre tanto, los toros brasileiros, que fueron expuestos a un tiempo de transporte bastante prolongado (288 h, por vía terrestre y marítima), sólo tuvieron una alteración importante de las concentraciones de cortisol y de eosinófilos, mientras que los neutrófilos y los linfocitos se ubicaron dentro de los valores normales (de referencia), especialmente estas últimas células. Asimismo, presentaron un comportamiento compatible con un agotamiento físico y un mal trato o ausencia de bienestar durante la carga, transporte y descarga en los lugares provisionales (muelles del puerto) y definitivo (matadero), caracterizándose dicho comportamiento por jadeo, desplazamiento brusco por parte de algunos animales hacia los bebederos, en busca de agua, movimientos lentos y/o posición de autoauscultación con acuse de dolor, y otro grupo de animales con una actitud tranquila. Adicionalmente a estos hallazgos, durante la toma de muestra de sangre se observó en algunos de estos animales (brasileiros), una franca deshidratación que se evidenció por la formación de numerosos pliegues en la piel, contusiones profundas en algunas canales (indicativas de falta de bienestar animal), poca y/o ausencia de grasa cavitaria (interna) y de cobertura (externa) en las canales, las cuales presentaban una coloración oscura de su superficie debida a

quemaduras por frío en las cámaras frigoríficas, fenómeno este que no se presenta, cuando existe una cantidad adecuada de grasa externa y, en la sala de desposte y deshuese, piezas cárnicas con coloración oscura. Según María [22], el transporte de larga distancia implica un estrés sostenido, conformado por la sumatoria de eventos estresantes agudos que impone un costo metabólico inevitable para el animal. Este estrés sostenido en los animales es denominado por Trevisi y Bertoni [23], como estrés crónico, en el cual el sistema nervioso autónomo rara vez activa la respuesta de relajación. En este caso, se presenta una sobreexposición a las hormonas del estrés, que produce un costo biológico suficiente para alterar las funciones biológicas y producir diestrés. Este tipo de estrés supone un aumento prolongado de cortisol en sangre que puede producir inmunodepresión, debido a una disminución en el número y actividad de linfocitos [24], disminución ésta que no se observó en este grupo de animales. Por el contrario, en un estrés agudo, el organismo se prepara para hacer frente a peligros súbitos generando una respuesta de carácter rápida y breve, que conlleva a la activación neuronal del hipotálamo y la liberación de adrenalina y noradrenalina desde la médula adrenal, encargadas de poner al animal en estado de alerta, preparándolo para luchar o huir [23].

Estos comportamientos diferentes entre los toros venezolanos y brasileros pueden también ser explicados por las aseveraciones de Shaw y Tume [25] y Warriss *et al.* [20], de que el transporte y el ayuno producen diversos grados de estrés, según la duración e intensidad del estímulo, desencadenando diversas respuestas fisiológicas y conductuales adaptativas en los animales. En este orden de ideas, Friend [26] y Caballero y Sumano [5], hacen referencia al Síndrome General de Adaptación de Selye, el cual consta de tres fases, entre las cuales, está la reacción de agotamiento, que ocurre cuando el estímulo crónico se repite con frecuencia o es de larga duración, sobrepasando los niveles de resistencia aumentando la actividad endocrina produciendo efectos dañinos sobre los sistemas y aparatos, pudiendo terminar con la muerte del individuo.

En este orden de ideas, los resultados obtenidos en este estudio pueden ser utilizados como indicadores de estrés ya que, según Shaw y Tume [25], éste puede ser cuantificado evaluando entre otras cosas cortisol sanguíneo, leucograma y mediante el análisis de la

conducta animal. Asimismo, pueden ser reforzados por el trabajo realizado por Blanco *et al.* [27], en el que señalan que los glucocorticoides pueden actuar incrementando el número y el porcentaje de neutrófilos (neutrofilia), mientras que decrecen los linfocitos (linfopenia o linfocitopenia). Probablemente la persistencia de estímulos nocivos causantes de estrés, obliga a mantener sostenidamente altas las tasas de glucocorticoides para asegurar los mecanismos de protección; de hecho Moberg [28], define el estrés como la respuesta biológica provocada cuando un individuo percibe una amenaza a su homeostasis.

Por otra parte, Fidalgo *et al.* [29], reportaron valores de cortisol (65,6 ng/mL) superiores a los encontrados en este estudio en vacas diagnosticadas con paresia puerperal, y menores (15,1 ng/mL) en vacas sanas. Esta última tendencia también fue observada por García-Belenguer y Mormede [30] en bovinos en condiciones de tranquilidad y ausencia de agentes estresantes; por Bastías [17], en vacas con problemas de locomoción y por Coppo [31], en becerros destetados y con lactancia completa, quienes reportaron concentraciones de cortisol de 16 ng/mL y 35 ng/mL, de 35 a 38 ng/mL, y de 22 ng/mL a 34 ng/mL, respectivamente.

En cuanto al recuento leucocitario, Blanco *et al.* [27] encontraron en bovinos de dos razas y edades al destete diferentes, proporciones menores a los encontrados en el presente trabajo, para neutrófilos (31%), y superiores para linfocitos (59%). Por su parte, Bastías [17], al estudiar el efecto de diferentes grados de claudicación en vacas lecheras sobre el estrés, detectaron que todas las concentraciones de leucocitos se ubicaron dentro de los valores utilizados como referencia para la especie.

El hecho de que los toros provenientes de Venezuela presentasen mayores concentraciones de cortisol y un leucograma de estrés evidente, podría explicarse por el poco contacto de estos animales con el hombre o por la poca capacidad de adaptación al nuevo ambiente ofrecido (transporte, corrales, matadero, diferentes grupos de animales, etc.), por mal manejo y por estar expuestos a instalaciones inadecuadas que producen estrés en los animales e incluso, les pueden provocar daños físicos importantes, tal como lo sugiere Mirallas [32]. Así pues, la forma en que un animal es manejado en las etapas tempranas de su vida tendrá un efecto perdurable en su respuesta fisiológica a situaciones de estrés en el resto de su

vida [33]. Pudiéndose resumir, en parte, todo esto, si los animales tuvieron o no una experiencia previa con la condición estresante. Los niveles elevados de cortisol y de neutrófilos, así como los valores bajos de eosinófilos en ambos grupos de animales estudiados y de linfocitos, principalmente en toros venezolanos sugieren un cuadro de estrés.

CONCLUSIÓN

Los valores elevados de cortisol y neutrófilos, así como los valores bajos de eosinófilos y de linfocitos en los toros venezolanos, sugieren un leucograma de estrés compatible con la conducta nerviosa o agitada que estos animales presentaron en las instalaciones del matadero.

El estrés en los toros brasileños sólo se asoció con una alteración (aumento) de las concentraciones de cortisol y de los valores de eosinófilos. La procedencia y/o tiempo de transporte afectó por igual las concentraciones de cortisol, especialmente en los toros venezolanos.

Los cambios sociales observados en los toros venezolanos y brasileños sugieren un estrés agudo en el primer grupo y crónico, en el segundo.

REFERENCIAS

1. Selye H. Fisiología y Patología de la Exposición al Estrés. Ed. Científico Médico. Barcelona. 1954.
2. Gallo C, Tadich N. Transporte terrestre de bovinos: Efectos sobre el Bienestar Animal y la Calidad de la carne. *Agro-Ciencia*. 2005; 21(2):37-49.
3. Grandin T. Manejo y bienestar del ganado en los rastros. Departamento de Ciencia Animal, Universidad del Estado Colorado. [acceso 29 de febrero de 2014] Disponible en <http://www.grandin.com/spanish/tgbook.ch19.html>.
4. Tadich N, Gallo C, Alvarado M. Efectos de 36 horas de transporte terrestre con y sin descanso sobre algunas variables sanguíneas indicadoras de estrés en bovinos. *Arch Med Vet*. 2000; 2:171-183.
5. Caballero S, Sumano H. Caracterización del estrés en bovinos. *Arch Med Vet*. 1993; 25:15-30.
6. Grandin, T. Reduce Stress of handling to improve productivity of livestock. *J Vet Med*. 1984; 79:827-831.
7. Oyarce J, Tadich N, Gallo C. Determinación de algunos constituyentes sanguíneos indicadores de estrés en novillos en reposo. En: XXVII Reunión anual de la Sociedad Chilena de Producción Animal. Chillan, Chile. 2002.
8. Schaefer A, Jones S, Stanley R. The use of electrolyte solutions for reducing transport stress. *J Anim Sci*. 1997; 75:258-265.
9. Möstl E, Palme R. Hormones as indicators of stress. *Domest Anim Endocrinol*. 2002; 23:67-74.
10. Helmut K. Métodos de Laboratorio Clínico en Medicina Veterinaria de Mamíferos Domésticos. 3^{era} ed., edit. Acribia. 1998; p. 50-70.
11. Coles E. Patología y Diagnósticos Veterinarios. Editorial Interamericana: México. 1968; p. 88.
12. Meyer D, Harvey J. El laboratorio en medicina veterinaria Interpretación y diagnóstico. 2^{da} ed., edit. Inter Médica. 2006; 369-371.
13. Márquez YC, Saballo A, Márquez A, López-Ortega A. Validación de la técnica de ELISA para la determinación de las concentraciones séricas de las hormonas luteinizantes, folículo estimulante y 17 β estradiol en cerdas adultas mestizas Landrace x Large White. *Gac Cs Vet*. 2007; 12(2):77-79.
14. Lehmann EL. Nonparametrics: Statistical Methods Based on Ranks. McGraw-Hill, México. 1975; p. 457.
15. Romero MH, Uribe-Velásquez LF, Sánchez JA. Biomarcadores de estrés como indicadores de bienestar animal en ganado de carne. *Biosalud*. 2011; 10(1):71-87.
16. Wittwer F, Böhmwald H. Manual de Patología Clínica Veterinaria. Central de Publicaciones Universidad Austral de Chile. 1^{era} ed., Valdivia. 1986; p. 173.
17. Bastías SD. Efectos de diferentes grados de claudicaciones sobre algunos constituyentes sanguíneos indicadores de estrés en vacas lecheras [Memoria para optar al título de Médico Veterinario]. Chile: Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile, Instituto de Ciencias Clínicas Veterinarias. 2006; p. 44.
18. Sodikoff C. Perfiles de Laboratorio en las Enfermedades de Pequeños Animales. 1^{era} ed. Inter-Vet, 1988; p. 598.
19. Jain NC. Essentials of Veterinary Hematology. 1st ed. Philadelphia. USA: Lea & Febiger, 1993; 295-306.
20. Warriss PD, Brown SN, Knowles TG, Kestin SC, Edwards JE, Dolan SK, et al. Effects on cattle of transport by road for up to 15 hours. *Vet Rec* 1995; 136:319-323.
21. Tadich N, Gallo C, Echeverría R, Schaik G. Efecto del ayuno durante dos tiempos de confinamiento y de transporte terrestre sobre algunas variables sanguíneas indicadoras de estrés en novillos. *Arch Med Vet* 2003; 35:171-85.
22. Maria GA. Meat quality. In: Appleby, M.C and others ed. Long distance transport and welfare of farm animals. CAB International. Oxfordshire, UK. 2008. p. 480.

23. Trevisi E, Bertoni G. Some physiological and biochemical methods for acute and chronic stress evaluation in dairy cows. *Ital J Anim Sci.* 2009; 8 (Supp. 1):265-286.
24. Stanger KJ, Ketheesan N, Parker AJ, Coleman CJ, Lazzaroni SM, Fitzpatrick LA. The effect of transportation on the immune status of *Bos indicus* steers. *J Anim Sci.* 2005; 83:2632-2636.
25. Shaw FD, Tume RK. The assessment of pre - slaughter treatments of livestock by measurement of plasma constituents – A review of recent work. *Meat Sci.* 1992; 32(3):311-329.
26. Friend T. Symposium: Response of animals to stress. *J Dairy Sci.* 1991; 74:292-303.
27. Blanco M; Casasús I, Palacio J. Effect of age at weaning on the physiological stress response and temperament of two beef cattle breeds. *Animal.* 2009; 3(1):108-117.
28. Moberg GP. Biological response to stress: Implications for animal welfare. In: Moberg GP y Mench J A, editors. *The biology of animal stress. Basic Principles and Implications for Animal Welfare.* New York: CABI publishing, 2000; p. 1-21.
29. Fidalgo LE, Ramos J, Santamarina G, Suárez M, Espino L, Goicoa A. Indicadores bioquímicos de la homeostasis cálcica y de la actividad corticoadrenal en vacas parásicas. *J Med Vet.* 2000; 17(9):194-201.
30. García-Belenguer S, Mormede P. Nuevo concepto de estrés en ganadería. *Psicobiología y Neurobiología de la adaptación.* Invest Agra Prod Sanidad Anim. 1993; 8(2):87-110.
31. Coppo JA. El destete precoz del ternero causaría alarma simpático meduloadrenal en lugar de estrés corticoadrenal. *Inv Vet.* 2004; 6(1):11-20.
32. Mirallas A. Influencia del bienestar animal en la calidad de la carne. *Navarra Agraria,* 2007; 164:61-64.
33. Grandin T. Evaluación del estrés durante el manejo y transporte. *J Anim Sci.* 1997; 75:249-257.