

INDICADORES FISIOLÓGICOS DE ESTRÉS EN GANADERÍA BOVINA

Méd. Vet. Zoot. MSc. Claudia Herrera Farfan*. 2011. Engormix.com.

*MSc. Ciencias Pecuarias con Énfasis en Ganadería Ecológica.

Instructora Centro de Formación Agroindustrial SENA,

Regional Huila, Colombia.

www.produccion-animal.com.ar

Volver a: [Bienestar animal en bovinos](#)

INTRODUCCIÓN

El término estrés fue introducido en la literatura científica, en 1936, por Hans Selye, aunque ya un año antes, en 1935, Cannon dio el nombre de homeostasis al estado estable de los fluidos orgánicos y utilizó la palabra estrés para referirse a aquellos factores (frío, hipoxia, hipoglucemia, hemorragias, etc.) que eran capaces de producir una alteración de la homeostasis, y a la respuesta del organismo, necesaria para establecer el estado de equilibrio y adaptarse al estímulo agresor. A pesar de esto, al que se considera como verdadero introductor del término “estrés” es a Selye.

Normalmente, en un contexto veterinario, el término estrés se utiliza cuando existe un profundo cambio fisiológico, en la condición animal, que generalmente conduce a la enfermedad. Sin embargo, aún dentro de este marco específico, las rutas fisiológicas del estrés son muy diversas.

La presente revisión proporciona una síntesis del efecto de diversos factores climáticos sobre el desempeño productivo del ganado bovino, así como de las principales medidas de mitigación frente a condiciones de estrés.

MEDIOAMBIENTE Y ENTORNO ANIMAL

La influencia del clima en la producción bovina ha sido reconocida desde hace mucho tiempo (Johnson 1987). Así entonces la fisiología, el comportamiento y la salud del ganado son marcadamente influenciados por el medioambiente en el cual el ganado vive, el cual puede afectar significativamente el desempeño económico del mismo (Balling 1980). No obstante estar adaptados a las condiciones medioambientales en las que viven, hay ciertas ocasiones en las que los animales sufren estrés debido a las oscilaciones en las temperaturas o bien por una combinación de factores negativos a los que se someten durante un corto período de tiempo. Los animales hacen frente a estos períodos desfavorables primordialmente a través de modificaciones fisiológicas y de comportamiento. Así, en la mayoría de los casos esta respuesta se manifiesta en cambios en los requerimientos de nutrientes, siendo el agua y la energía los más afectados cuando el ganado se encuentra fuera de la denominada zona termoneutral. Estos cambios en los requerimientos, así como las estrategias adoptadas por los animales para enfrentar el período de estrés, provocan una reducción en su desempeño productivo.

El clima repercute directamente en el desempeño productivo del ganado afectando: el consumo de energía de la dieta, los requerimientos de mantención y la distribución de la energía (Johnson 1986). Fox y col (1988) indicaron que los requerimientos de mantenimiento del ganado de carne fluctúan entre los valores recomendados por el National Research Council (1981) sin estrés y cuatro veces dicho valor bajo condiciones ambientales extremas. Así, dentro de la zona de termoneutralidad, la energía de la dieta es utilizada para mantención, crecimiento, producción de leche y actividad física; mientras que bajo o sobre la zona de termoneutralidad la energía es reorientada a funciones tendientes a mantener la condición homeotérmica y en algunos casos puede existir un aumento en la demanda de energía para estos procesos.

FACTORES CLIMÁTICOS DE MAYOR IMPORTANCIA

Los factores físico-ambientales que afectan al ganado fueron definidos por Hahn y col (2003) y corresponden a una compleja interacción de la temperatura del aire, humedad relativa, radiación, velocidad del viento, precipitación, presión atmosférica, luz ultravioleta y polvo. Para una mejor comprensión del efecto que ellos provocan sobre el ganado se presenta una breve descripción de los cuatro factores más importantes:

Temperatura ambiental

Es probablemente la variable más investigada y al mismo tiempo la más utilizada como indicador de estrés. El concepto de zona termoneutral es el resultado de investigaciones realizadas a comienzos de la década del setenta. Esta refleja el rango de temperatura ambiente efectiva de confort para el ganado y para la cual no existe a la

fecha una metodología clara que permita su estimación en ganado de carne bajo condiciones prácticas de producción (NRC 1981).

Khalifa (2003) definió la temperatura ambiente efectiva de confort para el ganado como el estado constante de temperatura corporal, la cual puede ser mantenida sin necesidad de ajustes fisiológicos o de comportamiento. Por esta razón el promedio de la temperatura ambiente es generalmente considerado como la principal medida térmica utilizada para estimar confort animal (NRC 1981).

El confort y normal funcionamiento de los procesos fisiológicos del animal dependen del aire que rodea su cuerpo. El calor se pierde por mecanismos físicos desde la piel caliente hacia el aire más fresco que la rodea. Si la temperatura del aire es superior al rango de confort, disminuye la pérdida de calor y si aumenta por encima de la temperatura de la piel, el calor fluirá en dirección inversa. (Mansilla, 1996).

Cuando la temperatura del aire es baja, el calor procedente del cuerpo del animal fluirá hacia el exterior hasta provocar falta de confort y reducir la eficiencia productiva. No obstante, si el animal dispone de suficiente alimento, puede mantener su temperatura corporal en magnitudes compatibles con la vida. (Mendoza et al, 2003).

Humedad relativa

La humedad relativa (HR) es considerada un factor de potencial estrés en el ganado, ya que acentúa las condiciones adversas de las altas temperaturas. Los principales efectos de la HR están asociados con una reducción de la efectividad en la disipación de calor por sudoración y respiración (Mansilla, 1996). El enfriamiento por evaporación a través de la piel y del tracto respiratorio depende de la humedad del aire. Si la humedad es baja (zonas cálidas y secas), la evaporación es rápida. Por otro lado, si la humedad resulta elevada (zonas cálidas y húmedas), la evaporación es lenta, reduciéndose la pérdida de calor y por consiguiente, alterando el equilibrio térmico del animal.

Este elemento climático resulta muy importante en la producción ganadera, pues una humedad elevada favorece la proliferación de endo y ectoparásitos y las condiciones nutritivas pueden ser defectuosas al acentuar las deficiencias minerales del suelo y reducir la calidad de los alimentos. Bajo condiciones de temperatura y humedad elevadas los forrajes crecen aceleradamente y su bajo valor nutritivo se debe al alto contenido de fibra cruda y lignina, su bajo tenor proteico, pocos hidratos de carbono fácilmente disponibles y baja digestibilidad. (Mansilla, 1996).

Velocidad del viento

El rol de viento en el bienestar y desempeño productivo de los animales ha sido largamente reconocido por los investigadores (NRC 1981). El viento ayuda a reducir los efectos del estrés por calor mejorando los procesos de disipación de calor por vías evaporativas (Mansilla, 1996). Cabe señalar que esta respuesta depende del estado en que se encuentra la piel del animal, es decir, seca o húmeda. La transferencia de calor es más eficiente cuando la piel esta húmeda que cuando está seca.

Si existe un gradiente entre la temperatura de la piel y la del ambiente, el movimiento del aire permite la pérdida de calor por convección. Si la temperatura del aire es superior a la temperatura de la piel, el animal ganará calor del medio que lo rodea y todo incremento en la velocidad del aire, solo servirá para aumentar esa ganancia.

Radiación solar

La radiación solar (directa e indirecta) es considerada como uno de los factores más importantes (NRC 1981). La radiación de onda corta y onda larga tienen un fuerte impacto en la carga total de calor y en el estrés por calor en los. También se ha demostrado que la radiación solar tiene un impacto en la temperatura rectal y la tasa de respiración (Lusk 1989).

La cantidad de calor radiante absorbida por un animal depende no sólo de la temperatura del animal, sino también de su color y textura. Superficies oscuras irradian y absorben más calor que superficies claras a una misma condición ambiental (Mansilla, 1996).

Pluviosidad

La principal influencia de la lluvia sobre el ganado es indirecta a través de la producción de forrajes y por su incidencia en la aparición de enfermedades y parásitos.

En zonas húmedas y cálidas con precipitaciones abundantes, el pH del suelo es generalmente bajo, resultante de la lixiviación del calcio y fósforo. El valor nutritivo de las pasturas es muy bajo a consecuencia de su crecimiento acelerado. Los animales de estas áreas son generalmente de tamaño reducido debido a estas deficiencias.

Sin embargo, los efectos indirectos del clima son más evidentes en regiones semiáridas, en donde la marcada estacionalidad de las lluvias trae aparejada una escasez o falta total de alimentos en determinadas épocas, lo que detiene el crecimiento de los animales con un atraso considerable de la madurez y una modificación de la estructura corporal. (Mansilla, 1996).

Asimismo, la lluvia ejerce efectos directos sobre el animal al favorecer la disipación de calor mediante la evaporación. En un ambiente cálido, la humedad retenida en la cobertura pilosa del animal disminuirá el estrés térmico al evaporarse.

Luz

El mecanismo fotoperiódico controla el ciclo sexual en algunos animales domésticos. Sin embargo, no tiene un efecto notable sobre el comportamiento reproductivo del ganado mayor. (Lusk 1989) Indirectamente, la duración del fotoperíodo puede afectar a los animales al aumentar los períodos de vigilia y la actividad metabólica, lo que modifica los niveles de consumo de alimentos.

Presión Atmosférica

La modificación de la presión que tiene lugar entre las distintas alturas influye directamente sobre los animales. A causa de la disminución de la presión, los animales muestran dificultades en cubrir sus necesidades de oxígeno. Ante esta situación, deben aumentar el índice de hemoglobina. Además, la adaptación del organismo a la disminución de oxígeno se realiza también mediante un aumento de las frecuencias cardíaca y respiratoria. (Mansilla, 1996).

INDICADORES FISIOLÓGICOS

Los principales indicadores fisiológicos están relacionados con la respuesta de estrés y con la respuesta de fase aguda.

La intervención de las glándulas adrenales en las reacciones de estrés ha sido analizada por Axelord y Reisine (1984) quienes afirman que en la mayoría de mamíferos, las dos estructuras de la glándula —médula y corteza— al estar contiguas favorecen que algunas de las sustancias producidas en el tejido cortical puedan alcanzar con facilidad la médula y regular la conversión de norepinefrina a epinefrina. Esas sustancias corticales no son otras que los glucocorticoides, estimuladas a su vez por la hormona adrenocorticotropa (ACTH) de la adenohipófisis.

Muchas situaciones de manejo de los animales (agrupamientos, transporte, etc.) provocan signos de marcada actividad de la corteza adrenal. La activación de la glándula adrenal acompaña a las reacciones de factores estresantes tan diversos como el frío, calor, manipulaciones, exposición a nuevos ambientes, ejercicio muscular o estímulos sociales. (Hahn et al, 2003)

Se sabe que el cortisol es el responsable de gran parte del comportamiento de la respuesta al estrés. A corto plazo, moviliza energía, pero su producción mantenida crónicamente contribuye al agotamiento de los músculos, a la hipertensión y la alteración del sistema inmune y la fertilidad.

La reacción de cualquier animal a un estímulo ambiental externo particular, está íntimamente correlacionada con la eficiencia de producción del animal.

Ante una situación de amenaza para su equilibrio, el organismo emite una respuesta con el fin de intentar adaptarse. Seyle (1936) definió este fenómeno como un conjunto de reacciones fisiológicas desencadenadas por cualquier exigencia ejercida sobre el organismo, por la incidencia de cualquier agente nocivo llamado estresor. Se puede definir, pues, como “la respuesta física y específica del organismo ante cualquier demanda o agresión”.

Cannon y De la PAZ (1911) y otros científicos desarrollaron trabajos de investigación en los que existían elementos comunes, tales como:

- ◆ La existencia de un estímulo que es reconocido como una amenaza para la homeostasis.
- ◆ La respuesta de estrés generada por dicho estímulo a nivel fisiológico.

Las consecuencias biológicas de dicha respuesta.

La finalidad última sería determinar a nivel clínico mediante parámetros biológicos el nivel de estrés en los animales para medir el efecto en el bienestar animal.

ESTIMULO COMO FACTOR ESTRESANTE

Un determinado grado de estrés estimula el organismo y permite que éste alcance su objetivo volviendo a la normalidad cuando el estímulo ha cesado. Cuando se mantiene la tensión y se entra en lo que se denomina estado de resistencia se establece un estado de disconfort (tensión muscular, palpitations) y si continua el factor estresante se llega a un estado de agotamiento con la aparición de alteraciones funcionales y orgánicas que se conocen con el nombre de enfermedades de adaptación.

Está demostrado científicamente que ante una situación de estrés, el organismo sufre una serie de reacciones fisiológicas que se traducen en la activación del eje hipotálamo-hipófisis-suprarrenales y del sistema nervioso vegetativo.

La percepción de un estímulo como amenazante para un individuo dependerá de:

- ◆ Las características del estímulo, las cuales se pueden dividir en cualitativas (térmico, químico, eléctrico, visual, olfativo) y cuantitativas (intensidad y temporalidad).
- ◆ Las características del individuo y como procese y modifique la percepción de dicho estímulo (Johnson 1987).

RESPUESTA DE ESTRÉS

La respuesta de estrés dependerá en gran medida de la experiencia previa del animal, del aprendizaje asociativo y del aprendizaje operante. Incluso, basándonos en teorías darwinianas, la respuesta del estrés puede ser de mayor o menor agresividad en función de cómo ha evolucionado una especie, de si es depredador o presa (Temple 1997).

Al activarse, el hipotálamo segrega una hormona denominada CRH (Hormona liberadora de corticotropina), que actúa sobre la hipófisis y provoca la secreción de la hormona adrenocorticotropa (ACTH) por parte de esta glándula. Esta secreción incide sobre la corteza de las glándulas adrenales, dando lugar a la producción de corticoesteroides, que pasan a la sangre.

La liberación de hormona liberadora de corticotropina (CRH) a partir del núcleo paraventricular del hipotálamo y del núcleo central de la amígdala inicia los componentes de la respuesta de estrés (Lusk 1989):

- ◆ **Componente comportamental.** El desplazamiento del animal hacia otro lugar, o vocalización, para superar o evitar una situación desfavorable.
- ◆ **Componente fisiológico.** Activación del eje simpático-adrenomedular y del eje hipofisiario-adrenocortical.

El eje simpático-adrenomedular

Cuando un animal percibe un estímulo estresante, se activa el hipotálamo liberando CRH que, a su vez, activa la rama simpática del sistema nervioso autónomo (SNA). La acción de la CRH en la medula adrenal libera catecolaminas, como la adrenalina y la noradrenalina, y la activación de las neuronas simpáticas posganglionares liberan noradrenalina.

El eje hipofisiario-adrenocortical

La CRH también actúa en la adenohipófisis, liberando corticotropina u hormona adrenocorticotropa (ACTH), cuya acción en la corteza adrenal provoca la secreción de glucocorticoesteroides (cortisol). Estos últimos ejercerán un mecanismo de retroalimentación negativa en la producción de CRH y ACTH (Guyton y Hall, 2000).

INDICADORES FISIOLÓGICOS DE LA RESPUESTA DE ESTRÉS

La activación de los ejes simpático-adrenomedular e hipotálamo-hipofisiario-adrenocortical provoca cambios en numerosos parámetros fisiológicos durante la respuesta de estrés.

La medición y valoración de estos cambios permite valorar de forma directa o indirecta la respuesta de estrés. Los indicadores fisiológicos más utilizados son:

- ◆ **Constantes clínicas:** frecuencia cardíaca y temperatura corporal.
- ◆ **Parámetros sanguíneos:** hemogramas y bioquímica sérica.

Frecuencia Cardíaca

Frente a un estímulo estresante se produce una taquicardia como consecuencia de la liberación de las catecolaminas, pero los cambios producidos en la frecuencia cardíaca pueden ser debidos a un aumento de la actividad física (Broom y Johnson, 1993) o a la manipulación del animal. Sin embargo, algunas especies (roedores, aves, ungulados jóvenes); se ha detectado una bradicardia secundaria al estrés (Olivares et al, 1998).

Las diferencias en la frecuencia cardíaca entre individuos hacen que la variabilidad de dicha frecuencia sea un mejor indicador del estado del sistema nervioso del individuo y de su capacidad para responder a las demandas ambientales.

Temperatura Corporal

El aumento de la temperatura corporal se considera un criterio cuantitativo útil para valorar el grado de estrés agudo. Pese a que la temperatura corporal está producida por las contracciones musculares, la asimilación de los alimentos y los procesos metabólicos (Lusk, 1989) en ciertas situaciones estresantes existe otro componente denominado hipertermia inducida por estrés, relacionada con la actividad del sistema simpático-adrenomedular y del eje hipotálamo-hipofisiario- adrenocortical.

Dicha hipertermia se considera una respuesta de anticipación frente a una situación desagradable que pueda ser conocida o no.

Hemograma

Numerosos parámetros sanguíneos son afectados por el estrés provocado por la captura y el transporte en ungulados (Jain 1993). Para poder comparar y utilizar valores hematológicos y sus variaciones se debe considerar el método de captura utilizado (físico o químico), el método de obtención de las muestras sanguíneas y los efectos que estos tienen sobre los parámetros sanguíneos. Otros factores a tener en cuenta son el comportamiento del animal, el sexo, la edad, el clima y las zonas de vida donde se encuentran los animales.

Las catecolaminas liberadas durante la estimulación simpática actúan en los receptores alfa-adrenérgicos de la capsula esplénica produciendo la contracción de la musculatura lisa del bazo y liberando al torrente sanguíneo eritrocitos almacenados (Janin, 1993).

Los recuentos totales (WBC) y diferencial leucocitarios se ven afectados tanto por las catecolaminas como por los corticoides.

El número de plaquetas también se ve afectado por el estrés, aumentando los niveles a causa de la contracción esplénica (Jain, 1993).

Bioquímica Sérica: Hormonas

El nivel de glucocorticoesteroides se ha utilizado para valorar respuestas agudas de estrés y su interpretación depende de los siguientes factores (Rushen, 1991):

- ◆ Ritmo circadiano y fluctuaciones estacionales.
- ◆ Estrés crónico: el eje hipotálamo-hipofisiario-adrenocortical puede sensibilizarse en los animales sometidos a un estrés crónico y produce un aumento en la concentración plasmática de glucocorticoides superior (Broom y Jhonson, 1993).
- ◆ Manipulación: el manejo del animal puede enmascarar el efecto real del agente estresante que se pretende estudiar.
- ◆ Grandes diferencias interindividuales.
- ◆ Etapa fisiológica

CONCLUSIONES

El desempeño productivo del ganado bovino de leche y carne es directamente afectado por los factores climáticos de su entorno productivo, particularmente la temperatura ambiental, la humedad relativa, la radiación solar y la velocidad del viento, los que en su conjunto afectan su balance térmico. Dichos efectos pueden ser pronosticados y minimizados mediante el adecuado uso de la información disponible, que incluye la genética del animal, el clima, el manejo productivo y el manejo nutricional. La implementación de medidas de mitigación debe considerar tanto los elementos productivos y de bienestar como también los factores económicos.

BIBLIOGRAFÍA

- Broom, D.M y Jhonson, K. G 1993. Stres and animal welfare. Chapman & Hall, London. 211 pp.
- Cannon y De la Paz, D 1911. Emotional stimulation of adrenal secretion. American Journal of Physiology, 28: 64-70
- Guyton, A.C. y HALL, J.E 2000. Textbook of Medical Physiology. 10 edition. W.B.Saunders Company, Philadelphia, USA. pp 253-262.
- Hahn GL, TL Mader, RA Eigenberg. 2003. Perspectives on development of thermal indices for animal studies and management. Proc Symp Interactions between climate and animal production, EAAP Technical series N° 7, Pp 31-44.
- Jahn E, S Arredondo, W Bonilla, A Del Pozo. 2002. Efecto de la temperatura y la suplementación energética sobre la producción de leche en vacas lecheras a pastoreo. Agric Tec 62, 245-254.
- Jain, N. C. 1993. Essentials of Veterinary Hematology, Lea and Febiger. Philadelphia, Pennsylvania, 417 pp.
- Johnson HD. 1987. Bioclimates and livestock. In: Johnson HD (ed). World Animal Science B5 Bioclimatology and the adaptation of Livestock, Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam, Netherlands, Pp 3-16.
- Johnson HD. 1986. The effects of temperature and thermal balance on milk production. In: Moberg GP (ed). Limiting the effects of stress on cattle. Western Regional Research Publication #009 and Utah Agricultural Experimental Station Research Bulletin 512, Pp 33-45.
- Khalifa HH. 2003. Bioclimatology and adaptation of farm animals in a changing climate. In: Interactions between climate and animal production. Proc Symp, EAAP Technical series N° 7, Pp 15-29.
- Lusk, R. H. 1989. Thermoregulation. En: Textbook of Veterinary Internal Medicine. S.J. Ettinger (Ed). W.B.Saunders, Philadelphia. Pp. 23-27
- Mansilla V. 1996. Estudio preliminar de algunas variables climáticas sobre la eficiencia reproductiva en vacas Holstein Friesian en la Provincia de Ñuble. Tesis, Universidad de Concepción, Concepción, Chile.
- Mendoza GD, JM Pinos, R Ricalde, EM Aranda, R Rojo. 2003. Modelo de simulación para estimar el balance calórico de bovinos en pastoreo. Interciencia. 28, 202-207.
- NRC, National Research Council. 1981. Effect of environment on nutrient requirement of domestic animals. National Academy Press. Washington DC, USA.

- NRC (National Research Council). 1987. Predicting feed intake of food-producing animals. Board on Agriculture, National Academy Press, Washington DC, USA.
- Olivares A, WT Caro. 1998. Efecto de la presencia de sombra en el consumo de agua y ganancia de peso de ovinos en pastoreo. *Agro Sur* 26, 77-80.
- Rushen, J. 1991. Problems associated with the interpretation of physiological data in the assessment of animal welfare. *Applied Animal Behaviour Science*, 28:381-386
- Temple Grandin 1997 Evolución del estrés durante el manejo y transporte. Departamento de Ciencia Animal. Colorado State University. Publicado en *Journal of Animal Science*. Vol 75-249-257.

Volver a: [Bienestar animal en bovinos](#)