

Estrés calórico en ganado lechero: sus componentes y sus efectos

Luis R. Pérez García, Saúl Salgado.
Especialista en nutrición de rumiantes, Grupo Nutec®

El *estrés calórico* es uno de los principales estresores para el ganado y ocasiona pérdidas considerables: disminuye la producción de leche y afecta su calidad; disminuye la ganancia de peso; disminuye la tasa de concepción y el índice de fertilidad; y afecta de manera negativa al funcionamiento del sistema inmune.

Entre los rumiantes los más sensibles al *estrés calórico* son los bovinos, debido a su elevada tasa metabólica y a que poseen un mecanismo de retención de agua a nivel renal y digestivo poco desarrollado. Entre los bovinos, el ganado lechero, es más sensible que el ganado de carne.

Balance térmico

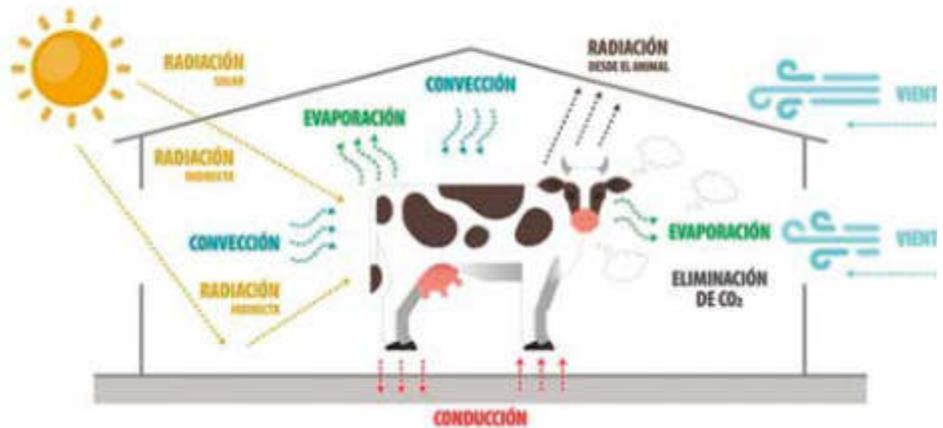
El *balance térmico* o *termorregulación* es un mecanismo adaptativo que mantiene el equilibrio entre el calor recibido y el calor interno generado, el calor acumulado en el organismo y el calor disipado en el ambiente para mantener la temperatura corporal constante. El equilibrio se mantiene cuando el calor recibido y el generado por el organismo es el mismo que el calor disipado. Tiene dos componentes interactuando:

a) **Temperatura corporal:** en los bovinos fluctúa entre 37.8°C y 39.3°C, es la temperatura en la cual todas las funciones metabólicas se desarrollan con mayor eficiencia.

b) **Temperatura ambiental:** es la cantidad de calor presente en el ambiente y el aire de una zona determinada; la "Zona de Confort" o "Zona Termoneutral" es la temperatura ambiental en la que el animal mantiene su temperatura corporal constante sin necesidad de ajustes fisiológicos o de manejo y en la cual el ganado se siente confortable y produce de manera óptima.

Si se presentan variaciones en las temperaturas corporal o ambiental las funciones metabólicas se alteran. Sin embargo, el ganado tiene la capacidad para controlar su temperatura corporal y mantener el balance térmico mediante diferentes procesos fisiológicos que le permiten disipar el exceso de calor interactuando con el medio ambiente y acelerando el metabolismo si la temperatura se incrementa.

Figura.1 Mecanismos por los cuales el ganado pierde o gana calor. La conducción, convección y radiación son mecanismos dependientes de un gradiente térmico, mientras que la evaporación depende de un gradiente de presión de vapor.



El flujo e intercambio de calor entre el animal y el medio ambiente es la forma en la que pierde o gana calor y se lleva a cabo mediante cuatro mecanismos de transmisión de calor:

- **Conducción:** es la transferencia de calor de un cuerpo a otro mediante contacto físico.
- **Convección:** el calor se transfiere entre el cuerpo y el aire cuando se encuentran en contacto físico. Puede ser *natural*, producida por el movimiento normal de aire, o *forzada*, cuando el aire es obligado a moverse de un lugar a otro, como el caso de los ventiladores.
- **Evaporación:** es la pérdida de calor por evaporación de agua por medio de la sudoración y respiración.
- **Radiación:** es la emisión de calor hacia el animal directamente del sol o por reflexión desde el suelo, instalaciones, corrales, etc.; o viceversa, la emisión de calor del animal hacia el medioambiente.

Estrés calórico: definición y sus componentes

El *estrés calórico* es una combinación de factores metabólicos y ambientales que actúan sobre el animal impidiendo la disipación de calor metabólico, ocasionando la acumulación del exceso de calor y el incremento de la temperatura corporal:

Calor metabólico

Es el *calor* generado durante las reacciones químicas producidas en el organismo por los procesos metabólicos celulares y el generado por la fermentación ruminal. La producción de 0.45 kg de leche produce 10 Kcal de calor metabólico por hora.

Temperatura ambiental

Aunque la intensidad de la *temperatura ambiental* es variable existen temperaturas en las cuales el ganado se siente confortable y produce de manera óptima; para el ganado lechero la zona de confort se encuentra entre los 5°C y 20°C; para el ganado de carne de razas *Bos Taurus* entre los 15°C y 25°C, y para el ganado de carne de razas *Bos Indicus* entre los 16°C y 27°C.

Humedad relativa

La *humedad relativa* es la relación que existe entre la cantidad de vapor de agua contenida en el aire y la máxima cantidad de vapor de agua que el aire sería capaz de contener a una temperatura determinada, medida en porcentaje. Está directamente relacionada con la capacidad y eficiencia del animal para la disipación de calor mediante transpiración y respiración, está negativamente relacionada con el consumo de agua. Una elevada humedad relativa

reduce el potencial de disipación de calor de la piel y mediante la respiración.

Radiación solar

La *radiación solar* tiene impacto sobre la carga total de calor del animal y sobre la frecuencia respiratoria, incrementando la intensidad del estrés calórico. La cantidad de calor absorbido por efecto de la radiación solar depende, además de la temperatura corporal, de la intensidad de la radiación, tiempo de exposición a la radiación, del color de la piel y del pelo.

Velocidad del viento

El *viento* reduce el efecto del estrés calórico mejorando la disipación de calor mediante convección y facilita la evaporación. El efecto del viento es mayor y la transferencia de calor es más eficiente en animales con la piel húmeda que en animales con la piel seca.

Efectos del estrés calórico

Disminución del consumo de alimento

La *disminución del consumo de alimento* es un mecanismo adaptativo para reducir la producción de calor originada por la digestión y el calor metabólico. La disminución del consumo de materia seca puede ser de 10 - 20% cuando la temperatura ambiente es superior a 26°C, pero puede llegar a ser 30 - 50% con temperaturas superiores. Es generalmente aceptado que por cada 1°C de incremento en la temperatura ambiental por encima de la zona termoneutral la disminución del consumo de alimento es de 0.850 kg de materia seca, ocasionando la reducción de hasta el 35% en la producción de leche.

La reducción del consumo de alimento es acompañada de la reducción de la rumia, la reducción de la absorción de nutrientes, la baja disponibilidad de nutrientes y de energía, alteraciones del sistema endócrino, incremento de los requerimientos de mantenimiento y reducción de la eficiencia debido a que

la energía utilizada por el animal proviene de la energía neta de producción.

Aunque afecta directamente el balance energético la reducción en el consumo de materia seca ocasiona solamente el 35 - 50% de la reducción en la producción de leche. El restante 50 - 65% de la reducción de la producción se debe a la disminución en la capacidad de absorción de nutrientes, a cambios en el metabolismo de glucosa y lípidos, al redireccionamiento de nutrientes debido a que los requerimientos de mantenimiento se incrementan 25 - 30% a causa del incremento en el metabolismo celular y a la pérdida de energía a través de la respiración, sudoración y disipación de calor por piel. La disminución de la energía disponible y el incremento en el gasto energético durante períodos de estrés calórico ocasionan que el animal entre en balance energético negativo. Adicionalmente, presentan también balance proteico negativo debido a la reducción en la retención de nitrógeno (69%).

Cambios fisiológicos

- a. **Incremento de la tasa respiratoria:** la respiración es una de las vías más importantes para mantener el balance térmico y su intensidad es afectada por la temperatura ambiental, humedad relativa, el genotipo, la condición corporal, el estado fisiológico, el estado de salud y el temperamento del animal. La tasa respiratoria se incrementa a razón de 4 respiraciones por minuto por cada °C de incremento de temperatura ambiental a partir de los 21°C. En condiciones extremas y temperaturas superiores a 40°C el incremento de la frecuencia respiratoria no es suficiente para disipar suficiente calor y una elevada tasa respiratoria implica una mayor producción de calor, por lo que la frecuencia respiratoria se reduce a 120 - 150 respiraciones por minuto y se incrementa el volumen de aire inspirado.
- b. **Alteración del balance ácido-básico:** en condiciones normales la cantidad de dióxido de carbono (CO₂)

producida por el metabolismo es igual a la cantidad de CO₂ eliminado por los pulmones. El incremento de la tasa respiratoria durante estrés calórico aumenta la expiración de CO₂ disminuyendo la síntesis de ácido carbónico (H₂CO₃) sanguíneo provocando incremento del pH, alcalosis respiratoria y alcalemia.

La disminución del nivel de CO₂ ocasiona también el descenso de la presión parcial de dióxido de carbono en sangre arterial (PaCO₂), que induce la excreción de bicarbonato de sodio (HCO₃) vía renal, la inhibición de la reabsorción y regeneración de HCO₃ como mecanismo para amortiguar el incremento de pH. Esto reduce la concentración sanguínea de HCO₃ para mantener la relación HCO₃: CO₂ de 20:1, necesaria para mantener la normalidad del pH sanguíneo (7.35 - 7.5).

La disminución de HCO₃ también predispone a la presentación de acidosis, debido a que disminuye la cantidad de HCO₃ disponible para ser incorporado a la saliva y ser utilizada como buferizante para mantener el pH ruminal.

Adicionalmente, junto con la excreción de HCO₃ en orina también se incrementa la excreción renal de sodio (+80%) y potasio (+18%), incrementando su requerimiento.

- c. **Alteraciones en la distribución del flujo sanguíneo:** el flujo de sangre hacia los órganos internos disminuye, mientras que el flujo sanguíneo hacia la piel se incrementa. En casos severos la disminución del flujo sanguíneo puede tener consecuencias graves: disminuye la función digestiva en el tracto gastrointestinal, disminuye la función de filtración glomerular renal y puede producir insuficiencia renal.
- d. **Vasodilatación:** principalmente de los vasos cutáneos, que permite el incremento del volumen del flujo de sangre caliente y aumenta la pérdida de calor a través de la piel por evaporación facilitando la sudoración, por radiación, conducción y convección. El estrés

calórico induce la producción de β - hidroxibutirato, que se une al receptor de niacina GPR109a para inducir vasodilatación periférica, incrementar el flujo sanguíneo y facilitar la disipación de calor.

e. Incremento en la sudoración: el agua secretada mediante la sudoración disminuye la temperatura de la piel al evaporarse, transmitiendo la temperatura más baja a la sangre circulante en los vasos sanguíneos cutáneos disminuyendo la temperatura corporal. Sin embargo, al incrementar la sudoración también se incrementa la pérdida de minerales (Ca, Cl, K, Mg y Na), lactato y urea.

f. Incremento de la temperatura corporal: la temperatura corporal se considera un indicador de estrés calórico, pero debe tomarse en cuenta que no es estática y presenta fluctuaciones durante el día. Fluctúa dentro de un gradiente de 1°C en un patrón diurno que alcanza su máxima temperatura 8 - 10 horas después de que se alcanzó la temperatura máxima del día. Cuando la zona termoneutral es rebasada el incremento de temperatura corporal se produce en un periodo de 3 - 5 horas debido al incremento de calor acumulado y a la disminución de la capacidad de disipación calórica que impide al animal regular la temperatura.

En condiciones termoneutrales la temperatura corporal normal de los bovinos es de 37.8°C - 39.3°C y una temperatura superior a 42°C se considera una temperatura letal. El incremento de 1°C en la temperatura corporal reduce el consumo de materia seca y la producción, este parámetro puede ser utilizado como indicador del efecto calórico en vacas en producción. La producción disminuye a partir de los 38.9°C; posteriormente por cada 0.55°C de incremento el consumo de materia seca disminuye 1.4 kg y la producción 1.8 kg de leche.

El incremento de 0.5°C en la temperatura disminuye la fertilidad 13%, pero el incremento de 1°C

puede disminuir la fertilidad hasta 45 - 60%.

Cambios hormonales

g. Tirosina y Triyodotironina: disminuye la actividad de la glándula tiroidea que influye sobre diferentes procesos celulares incluyendo la termogénesis, reduciendo la concentración sanguínea de tirosina y triyodotironina 25%. Esto ocasiona la reducción de la tasa metabólica y la producción de calor, pero también ocasiona la disminución del consumo de materia seca, la disminución del crecimiento y la disminución de la producción de leche.

h. Cortisol: la secreción de glucocorticoides, principalmente cortisol, es una de las principales respuestas al estrés calórico. El cortisol dispara ajustes fisiológicos que permiten al animal tolerar el calor excesivo y después de un período prolongado de exposición la secreción de cortisol vuelve a la normalidad. Sin embargo, niveles elevados de cortisol deprimen la respuesta inmune y la reproducción.

i. Hormona del crecimiento (GH): disminuyen tanto la producción de GH como el número de sus receptores hepáticos, sugiriéndose que esta reducción es un intento fisiológico para disminuir la producción de calor metabólico.

Estrés oxidativo

El *estrés calórico* ocasiona el incremento de la actividad metabólica, lo que implica el incremento en la utilización de oxígeno a nivel celular produciendo una gran cantidad de radicales libres y especies *reactivas derivadas del oxígeno (ROS)*, por otro lado, se reduce la capacidad antioxidante lo que ocasiona estrés oxidativo.

El *estrés oxidativo* ocasiona daño a las membranas celulares alterando su permeabilidad y daña la mitocondria produciendo el agotamiento de *ATP*, activando mecanismos de apoptosis y necrosis provocando

muerte celular, liberando compuestos citotóxicos que ocasionan daño a los componentes celulares, incluyendo a carbohidratos, proteínas, lípidos y ADN, ocasionando también disfunción en la respuesta del sistema inmune. Además, provoca alteraciones en la glándula mamaria y afecta la reproducción.

- Glándula mamaria se afectan los mecanismos celulares que regulan la apoptosis, la remodelación de tejido y el grado de inflamación del tejido mamario.
- Reproducción, modifica el proceso normal de maduración de los ovocitos, la fertilización, implantación y desarrollo embrionario mediante la alteración de la expresión de receptores de citocinas en citotrofoblastos, células vasculares endoteliales, células de músculo liso y placenta. El incremento de ROS retarda y ocasiona defectos en el desarrollo embrionario al producir daños en membranas celulares y al ADN.

Cambios de comportamiento

- Restringe su movimiento durante las horas más calientes del día buscando áreas sombreadas.
- Consume el 80% del alimento durante las horas más frescas del día y por la noche.
- Aumenta el tiempo dedicado a consumir agua y permanece cerca de abrevaderos.
- Una considerable cantidad de calor se disipa a través del abdomen del animal, por lo que el mantenerse de pie facilita la eliminación del calor.

Conclusión

El *estrés calórico* es una combinación muy compleja de factores metabólicos y ambientales que obliga al ganado a sufrir adaptaciones que involucran cambios fisiológicos, metabólicos y de comportamiento para mantener la temperatura corporal constante. Estos cambios pueden tener una duración prolongada, afectar la producción, así como también, la rentabilidad del establo a corto, mediano y largo plazo. 📌