

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"**

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



“ESTRÉS CALORICO EN GANADO LECHERO”

POR:

DANTE JOSAFET HERNANDEZ RUBIO

MONOGRAFÍA

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
EL TÍTULO DE:**

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO OCTUBRE DEL 2007

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"**

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



“ESTRÉS CALORICO EN GANADO LECHERO”

MONOGRAFÍA POR:

DANTE JOSAFET HERNANDEZ RUBIO

**MONOGRAFÍA DEL C. DANTE JOSAFET HERNANDEZ RUBIO
QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DE LOS ASESORES
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

APROBADO POR:

**MC. DAVID VILLAREAL REYES
ASESOR PRINCIPAL**

**MVZ. SILVESTRE MORENO ÁVALOS
ASESOR**

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO OCTUBRE DEL 2007

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

“ESTRÉS CALORICO EN GANADO LECHERO”

POR:

DANTE JOSAFET HERNANDEZ RUBIO

MONOGRAFÍA APROBADO POR:

**MC DAVID VILLAREAL REYES
ASESOR PRINCIPAL**

**MVZ SILVESTRE MORENO AVALOS
ASESOR**

**MC. JOSE LUIS FCO. SANDOVAL ELIAS
COORDINACIÓN DE DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO OCTUBRE DEL 2007

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

“ESRES CALORICO EN GANADO LECHERO”

POR: DANTE JOSAFET HERNANDEZ RUBIO

MONOGRAFÍA

QUE SE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR,
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

APROBADO POR:

**MC. DAVID VILLAREAL REYES
PRESIDENTE**

**MVZ SILVESTRE MORENO AVALOS
VOCAL**

**MVZ CUAUHEMOC FELIX ZORRILLA
VOCAL**

**IZ. HÉCTOR MANUEL ESTRADA FLORES
VOCAL SUPLENTE**

**MC. JOSE LUIS FCO. SANDOVAL ELIAS
COORDINACIÓN DE DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO OCTUBRE DEL 2007

INTRODUCCION

El estrés es un fenómeno biológico capaz de favorecer potencialmente la aparición de de afecciones variadas, desempeñando un papel muy importante en el proceso salud enfermedad¹.

Se conocen bien los mecanismos bioquímicos que se generan en un animal frente al estrés, así como sus consecuencias en la canal. En porcinos y bovinos, por ejemplo, se sabe que el estrés aumenta los niveles de cortisol. Otro parámetro bien conocido es la creatincinasa, una enzima muscular bien conocida como indicador de gasto energético, cuyas concentraciones se incrementan cuando el animal hace ejercicio. El gasto energético también provoca el consumo de glucosa y aumenta el ácido láctico, éste último como respuesta del metabolismo para obtener energía ante la disminución de glucosa. Estos mecanismos adaptativos de la biología del animal que se generan como cascada, son indicadores «a posteriori» de que los animales han sufrido estrés².

Aparte de un efecto negativo sobre la calidad de la carne, el comportamiento productivo y reproductivo del ganado lechero disminuye considerablemente cuando se encuentra bajo condiciones de altas temperaturas y humedad relativa. Estos factores ambientales, aunados a la producción de calor metabólico del animal, reducen su capacidad para eliminar el calor corporal, resultando en la condición conocida como estrés calórico. El impacto del estrés calórico en el ganado lechero es amplio en términos geográficos, ya que los animales ubicados en zonas semitropicales, tropicales y desérticas pueden estar sujetos a altas temperaturas ambientales y/o humedad relativa por largos períodos³.

Cuando la temperatura del aire excede los 27 ° C, aún con presencia de baja humedad relativa, la temperatura efectiva está por encima de la zona termoneutral de la vaca lechera en producción. Es entonces cuando el proceso de homeostasis se afecta negativamente por el estrés calórico, conduciendo a

una serie de cambios fisiológicos y de comportamiento para poder mantener su balance térmico y funciones orgánicas. Entre ellos se tiene la reducción en el consumo de alimento y en la tasa metabólica, aumento en la tasa respiratoria, aumento en el consumo de agua, cambios en las concentraciones hormonales, aumento en la pérdida de agua por evaporación y cambios en los requerimientos de mantenimiento. Estos mecanismos provocan finalmente una reducción en la producción de leche, bajas tasas de concepción y retraso en el crecimiento de animales para reemplazo, lo cual a su vez ocasiona pérdidas importantes para el productor³.

El impacto del estrés calórico en la productividad de ganado lechero puede disminuirse mediante la implementación de modificaciones al entorno de los animales, como son el uso de sombras y sistemas de enfriamiento a base de aspersores y abanicos o de enfriamiento evaporativo, en secciones claves del establo. La relación costo-beneficio derivado de la instalación de estos equipos en la explotación debe ser analizada antes de su utilización ⁴.

La reducción del estrés del ganado durante los trabajos de manejo contribuye a reducir las enfermedades, y ayuda a que los animales vuelvan a alimentarse con mayor rapidez. Es posible que muchos de los efectos dañinos del manejo estresante sobre el rendimiento y la salud animal se deban al miedo. La experiencia práctica de los ganaderos, tanto en los ranchos como en los corrales de engorda, demuestra que si los animales están habituados al trato de la gente, tanto a pie como a caballo, serán más tranquilos y fáciles de manejar. Es objetivo del presente trabajo es analizar el efecto del estrés sobre el metabolismo, el mecanismo para su aparición, sus efectos clínicos y las medidas más recomendables para su prevención.

HISTORIA

Hipócrates (460-377 a.n.e.) el padre de la medicina, que el “balance” era el estado esencial de la salud (eucrasia o buena mezcla de humores) en tanto que la “disarmonia” (discrasia o mala mezcla de humores) era de enfermedad. Claude Bernard (1813-1878) el padre de la patología experimental, describió, el “medio interno” caracterizado por su consistencia y balance y Walter Cannon (1871-1945) reconoció este balance interno en un contexto fisiológico y lo llamo homeostasis. Además Cannon implico al sistema nervioso autónomo al estrés y describió la reacción de la lucha (fight-fligth). Luego el fisiólogo húngaro canadiense Hans Selye (1907-1982) desarrollo y propuso la teoría del síndrome general de adaptación que fue la primera teoría comprensible sobre el estrés, considerada de gran aporte a la medicina. Como parte de su teoría, Selye reconoció que el estrés persistente puede conducir a un estado patológico, y aquí radica gran parte de la importancia medico-biológica de este fenómeno¹.

A finales del siglo XXI, el físico ingles Robert Hooke, descubrió al ley fundamental entre la fuerza externa y el resultado de la distensión elástica de un cuerpo. Cien años después, otro sabio ingles, Thomas Young formulo la ley de Hooke y definió al estrés como “la fuerza interna generada en un cuerpo sólido, por la acción de cualquier otra fuerza actuando sobre el y pone a prueba su resistencia y elasticidad”¹.

Claude Bernard introdujo el termino estrés a la medicina, defendiéndolo como la respuesta adaptativa del organismo ante los agentes agresores.

El termino a servido tanto para designar a los estímulos que lo generan como a las reacciones mismas¹.

EFFECTOS FISIOLÓGICOS DEL ESTRÉS POR CALOR

El estrés se desarrolla cuando los mecanismos de los organismos que condicionan su adaptación al medio sufren una sobrecarga que sobrepasa su capacidad normal, y originan un cambio de sus funciones biológicas (comportamiento, sistema nervioso autónomo, sistema endocrino, sistema inmune) que condiciona un estado prepatológico y que pudiera conducir a un estado patológico si llega a la fase de agotamiento¹.

Los factores estresantes vistos como estímulos o influencias que amenazan la homeostasis, pueden ser muy variados. Los factores estresantes pueden ser exógenos o externos (estímulos del medio) o internos, del propio animal. El factor estresante aparentemente causa desequilibrio de la homeostasis¹.

El ganado bovino cuando está en ambiente fresco y en condición termoneutral responde primeramente con radiación, conducción y convección a la pérdida de calor corporal. También el enfriado por evaporación se ve favorecido por evaporación de humedad, transpiración y evaporación por respiración. Sin embargo a medida que la temperatura ambiente aumenta, la diferencia de temperatura entre el cuerpo y su entorno, disminuyendo de esta manera la cantidad de calor corporal que se debe perder a través de los mecanismos indicados¹¹.

La posibilidad de los bovinos de evaporar calor por enfriamiento (transpiración y jadeo) se aumenta abruptamente con el estrés por calor. Un enfriado activo como es el jadeo, aumenta los requerimientos energéticos de mantenimiento del animal. Una vaca de 600 kilos que está produciendo 27kg de leche aumenta los costos de mantenimiento en un 20 % cuando la temperatura es de 30° C comparado con 20° C. En un momento crítico, cuando son mayores los requerimientos nutricionales, está reducido el consumo de materia seca¹¹.

Los animales responden de distinta forma frente al estrés térmico, de manera de mantener la temperatura del cuerpo. Las pérdidas de calor se producen

principalmente por la eliminación de productos del metabolismo en heces, orina y leche. La alteración de las características dinámicas de la digestión es reconocida como un posible mecanismo a través del cual el estrés de calor puede afectar la nutrición de los animales. Una de ellas es la reducción del consumo de MS, lo que genera menos calor durante la fermentación ruminal y del metabolismo corporal, ayudando a mantener el balance de calor¹¹.

CARACTERÍSTICAS DEL ESTRÉS RELACIONADAS CON EL PROCESO REPRODUCTIVO DE MAMÍFEROS

El proceso de la reproducción es un sistema fisiológico muy importante para el desarrollo de las especies, ligado al estrés, ha clasificado en dos grupos: estrés ambiental y por manejo. El estrés ambiental incluye a la temperatura del ambiente, al frío y/o calor, al viento y a la humedad. El estrés por manejo incluye a la densidad animal, a los procedimientos de manejo, al flujo de animales, a la interacción entre animales de la misma o diferente especie a la condición social existente, como: angustia psicológica inespecífica, ruido; trauma físico, etc. La combinación de ambos tipos de estrés, compromete a la homeostasis del animal⁵.

Por otro lado, existen diferentes tipos de estrés: físico, que incluye al transporte de animales y al daño físico; psicológico, en el cual se contempla el aislamiento de los animales; fisiológico, en el cual se considera a la hipoglucemia y a los cambios en la presión sanguínea, aspectos todos relacionados con el proceso reproductivo de los mamíferos⁵.

El ganado bovino, es una de las especies más adaptables y poseen mecanismos homeocinéticos para mantener las funciones corporales críticas a expensas de cambios en otras funciones fisiológicas, como la reproducción, de tal manera que la función reproductiva es determinada, en gran medida por el ambiente⁵.

El mantenimiento constante de la temperatura corporal normal se conoce como homeotermia y es de importancia vital, para el funcionamiento de los tejidos

encefálicos. En el bovino, la variación diurna normal en la temperatura corporal debe ser de 0.6 a 1.2° C. Un aumento mayor a 1.2° C es signo de enfermedad o de mala adaptación a la elevación térmica. Este rango de temperatura se conoce como zona de confort, y varía de acuerdo con la especie y con las razas de animales. Cuando los animales tienen una temperatura corporal inferior o superior a su grado de confort, el ritmo metabólico disminuye o aumenta alejándose de lo normal y presentándose un desequilibrio en el bienestar animal. El calor o temperatura corporal, puede ser eliminado mediante los siguientes mecanismos: radiación, conducción, convección y evaporación⁵.

Los diferentes tipos de factores estresantes que existen en el ambiente y que interactúan en los animales en la unidad de producción, causan efectos importantes, tanto en machos como en hembras. A continuación, se presentan algunos de los efectos más importantes, relacionados con el proceso reproductivo⁵.

EN EL MACHO

CALIDAD SEMINAL.

El estrés ambiental puede provocar baja calidad seminal, la cual está íntimamente relacionada con la baja en la fertilidad de las hembras, debido probablemente a una combinación de bajas tasas de fertilización y de un aumento en la mortalidad embrionaria. La exposición directa del testículo a temperaturas altas, provoca alteraciones en ciertas etapas críticas del ciclo espermatogénico, lo cual también está directamente relacionado con la calidad del eyaculado⁵.

Estudios recientes, realizados por Rutledge, sugirieron que el efecto del estrés sobre la calidad de los espermatozoides, puede mejorarse con la puesta en marcha de la tecnología de la congelación seminal; sin embargo, el útero de las hembras, puede representar estrés térmico para los espermatozoides⁵.

EN LA HEMBRA.

El comportamiento sexual y la tasa de fertilidad, son los principales indicadores de la reproducción de las hembras mamíferas que se afectan negativamente debido al estrés ambiental. De tal manera que los programas emprendidos con el fin de aumentar la fertilidad de las hembras domésticas, tienen menor éxito en las épocas calurosas que en las templadas⁵.

Un aumento en la temperatura uterina de 0.5° C, durante días calurosos, provoca disminución de la tasa de fecundación. En los bovinos, la exposición de novillas a 32° C durante 72 horas después de la inseminación artificial, inhibe el desarrollo embrionario, sin embargo, se sabe que el 48% de las hembras mantenidas a 21° C, pueden quedar gestantes sin problema alguno. Si el estrés térmico se presenta después de los 10 días del servicio, la fertilidad no se ve afectada⁵.

El estrés calórico es uno de los factores que altera tanto la eficiencia productiva como la reproductiva de las vacas lecheras. El impacto del estrés calórico sobre la eficiencia reproductiva ha sido descrito, ya que se ha encontrado que altera el desarrollo folicular, el pico preovulatorio de LH y el desarrollo del subsiguiente cuerpo lúteo, la producción de progesterona luteal y el desarrollo embrionario. Otra causa de infertilidad en el ganado bovino lechero es la de las vacas aparentemente saludables y fértiles, pero que no logran quedar gestantes después de varias inseminaciones con toros de fertilidad probada y que se les conoce como vacas repetidoras⁶.

El mantenimiento de la preñez también está relacionado con las concentraciones circulantes de progesterona. Algunos autores reportan que la inyección de la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) o sus agonistas a la mitad del ciclo estral puede tener efectos luteotrópicos, debido a que la secreción de progesterona por el cuerpo lúteo puede ser incrementada a corto o largo plazo, mediante la inducción de la liberación de LH y FSH de la glándula pituitaria⁶.

Los bovinos son homeotermos y mantienen su temperatura alrededor de los 38° C mediante el control de la producción interna de calor, y la ganancia y pérdida de calor externo. El calor corporal es intercambiado con el medio ambiente a través de radiación, conducción, convección y evaporación. La cantidad de calor perdido por evaporación por medio de la piel puede ser incrementada mojando el pelo y la piel del animal con agua⁷.

Varios estudios han indicado que en el ganado bovino, el desarrollo embrionario es altamente sensible a altas temperaturas, entre los primeros tres a 11 días después del servicio; adquiriendo más tolerancia a altas temperaturas a medida que el periodo de gestación avanza. Se sabe que los embriones obtenidos mediante fecundación in vitro (FIV), son más susceptibles al estrés calórico que los obtenidos en condiciones naturales. Al respecto, Ambrose et al., (1999) indicaron que la mayor pérdida de embriones de bovinos obtenidos de FIV, ocurren antes de los 42 días, cuando las hembras están bajo estrés calórico⁷.

SOBRE EL METABOLISMO

Los efectos del estrés calórico en la reproducción del ganado lechero se han incrementado en los últimos años, lo que ha coincidido con el incremento en la producción de leche. Se ha observado que el aumento en la producción de leche se refleja en un incremento de la generación de calor metabólico. Esta generación de calor se ha asociado con el incremento del peso vivo de las vacas lecheras. De esta forma, vacas más grandes tienen un mayor aparato digestivo, lo que les permite consumir y digerir más alimento⁸.

Durante el metabolismo de los nutrimentos se genera calor, el cual contribuye con el mantenimiento de la temperatura corporal, condición favorable en climas fríos. Sin embargo, en climas cálidos el calor se debe eliminar para mantener la temperatura corporal dentro de los rangos normales. La capacidad de termorregulación de la vaca lechera es insuficiente, lo cual ocasiona un incremento de la temperatura corporal. En vacas en estrés calórico es común

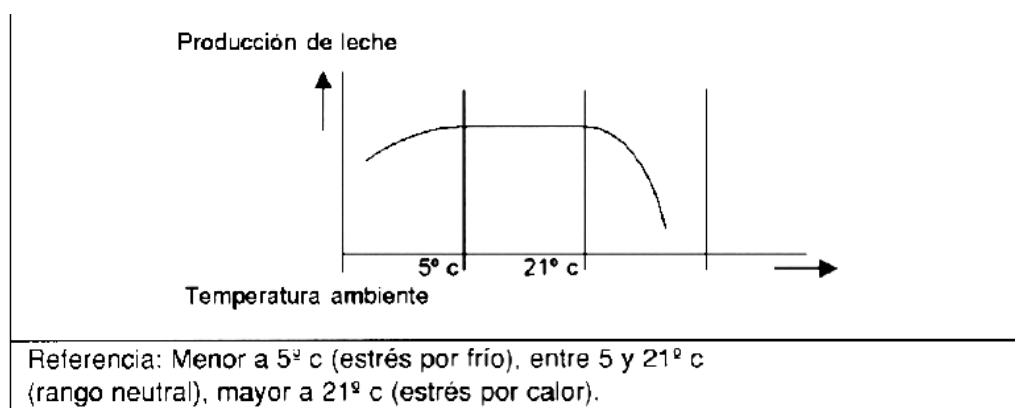
que la temperatura alcance valores entre 39.5 a 41° C, lo cual afecta, en primer lugar, la función celular⁸.

El aumento de la temperatura corporal tiene efectos negativos en la reproducción. En México hay regiones en donde es evidente el efecto negativo del estrés calórico en la fertilidad; así, en las cuencas lecheras de Aguascalientes, Torreón, Chihuahua y Mexicali, se observa una reducción del porcentaje de concepción en los meses cálidos (mayo a septiembre). En otras regiones del centro del país como Querétaro, San Luís Potosí o Guanajuato, todavía no se observa una clara reducción de la fertilidad debida a al estrés calórico, sin embargo, dado que las vacas llevan una tendencia ascendente en la producción de leche y, en consecuencia, en la generación de calor, es posible que en los próximos años comience a ser más evidente este fenómeno. Una reducción de la fertilidad se ha observado en regiones de EE. UU. y Canadá, en donde hasta hace pocos años no era evidente el efecto del estrés calórico y actualmente ya se nota durante el verano⁸.

PRODUCCIÓN LÁCTEA

Cuando los animales se encuentran fuera de su zona de confort, se producen desequilibrios en el balance de energía. Y ello deriva en una disminución de su producción. La síntesis de leche, depende de que las glándulas mamarias reciban el necesario abastecimiento de diversos metabolitos a través de la sangre. Por debajo de -5° C, así como entre 21 y 27° C, la producción disminuye ligeramente, mientras que por encima de los 27° C la reducción es mucho más marcada. El efecto de la temperatura sobre la producción lechera no es el mismo para todos los animales de la misma raza. El nivel de producción es un factor importante para tener presente cuando se analiza la respuesta de la producción lechera a los diferentes ambientes. Cuando mayor es el nivel de producción, más sensible es el animal al estrés térmico y, por lo tanto, más marcada resulta la disminución de su rendimiento al superar el límite máximo de la zona de termoneutralidad¹⁰.

Gráfica N° 1.- Incidencia de la temperatura en la producción



Cabe señalar que, no solo la cantidad de leche se ve afectada, sino también su composición. Teniendo en cuenta el último punto, la consecuencia más importante se visualiza en el contenido de proteína en la leche, que refleja una marcada reducción durante la época estival¹⁰.

SOBRE LA FERTILIDAD EN GENERAL.

La fertilidad en vacas lactantes, varía según la estación del año. En el invierno, disminuye cerca del 50%; en el verano 20 % y en el otoño es más baja que en el invierno. Unos años antes, indicaron que las tasas de concepción en Israel disminuyeron del 52% en el invierno al 24 % en el verano⁵.

En verano, el 80% de los estros pueden ser indetectables. Además, se ha indicado, que cuando las temperaturas rectales de los animales aumentan de 38.5 a 40° C, 72 horas después del servicio o la inseminación, las tasas de preñez pueden disminuir hasta en el 50%⁵.

Estudios en novillas y vacas han indicado que la disminución en la calidad del ovocito en el periodo temprano del posparto, está asociada con balance de energía negativo y las bajas condiciones corporales de los animales, lo cual se expresa en aumento de embriones subdesarrollados y anormales, teniendo como consecuencia pérdida de embriones en los meses más calurosos del año⁵.

El efecto del estrés sobre la reproducción, representa grandes pérdidas para el productor debido a la baja fertilidad de los animales provocada por la interacción de las diferentes causas de estrés que alteran el bienestar animal en las unidades de producción⁵.

Las vacas que han estado expuestas en forma sostenida a condiciones de temperatura humedad por encima del Índice de Confort, en cualquier tiempo durante la primera semana posterior al celo o a la ovulación, sufren pérdidas significativas y muchos de esos embriones no sobreviven hasta el momento de reconocimiento materno de la preñez¹⁴.

Se ha encontrado que la fertilización en sí no se ve bloqueada, sino que los embriones resultantes de esas fertilizaciones crecen lentamente, de tal forma que, para el 7º día de vida, cuando los embriones “normales” ya han alcanzado el estadio de “Mórula tardía – Blastocisto temprano”, los embriones afectados por estrés calórico habrán crecido menos y habrán sufrido daño intracelular significativo. Este daño ocurre sin importar si la fertilización y las condiciones de estrés calórico se dieron *in vivo* o bien *in Vitro*. Más aún, dentro de la primer semana de vida, mientras más temprano sea sometido el embrión al estrés calórico, menos probabilidades habrá de que sobreviva hasta el día de reconocimiento materno¹⁴.

Además, el ambiente uterino en la vaca sometida a estrés calórico, se ve comprometido, con un flujo sanguíneo alterado y probable alteración también de las secreciones uterinas (la llamada “leche uterina”) que son críticas para la sobre vivencia del embrión antes de su implantación¹⁴.

El desarrollo retardado de esos embriones estresados por calor resulta en una deficiente producción de Interferón tau (IFN tau) por parte del trofotodermo embrionario y la consecuente pérdida de esa gestación antes de que supiéramos (o que la vaca supiera) que estaba gestante, es decir, muerte embrionaria temprana¹⁴.

En general, conforme el producto incrementa su desarrollo, se va haciendo más tolerante a la carga calórica de tal forma que para el día 42, cerca ya del fin de la organogénesis, es relativamente tolerante a un aumento en la carga calórica. De ahí el hallazgo de que el estrés calórico en general contribuye poco al riesgo de aborto de gestaciones ya diagnosticadas¹⁴.

EFFECTOS DEL ESTRÉS CALÓRICO EN LA PRODUCCIÓN

El estrés calórico afecta negativamente la rentabilidad y viabilidad económica de la actividad ganadera de un país. El mayor impacto económico se aprecia en la producción y la reproducción. En la producción de leche se ha comprobado un efecto negativo en todas las etapas de producción, aunque en formas y proporciones diferentes⁸.

La vaca lechera es particularmente sensible al clima cálido. Es evidente su efecto en la disminución del consumo de alimento y del nivel de producción. Para las vacas lecheras, la principal estrategia para reducir el calor corporal es la reducción voluntaria del consumo de materia seca.⁸

CLASIFICACIÓN

Los factores estresantes neurogenicos y sistémicos tienen un componente psicológico y dependen de la integración del hipotálamo y el cerebro¹.

Nutricionales	Cambio en la dieta, deficiencia de energía, volumen o liquido, ayuno prolongado.
Climáticos	Especialmente la temperatura (frió o calor)
Esfuerzo físico	Carreras de caballos, perros deportivos).
Dolor	Dolor intenso en el cólico equino, intervenciones quirúrgicas sin anestesia, ruptura de órganos, fracturas.
Hacinamiento y su influencia sobre el comportamiento de los animales	Pelears, mordidas entre ellos, dificultad para comer y beber o por el contrario, aislamiento de animales acostumbrados a vivir en grupos.
Malestar de los animales por falta de cama	Jaulas incomodas, malas condiciones de tenencia
Maltrato de animales	inmovilización
Medicamentos	
Agentes infecciosos	
Sonidos	

Los modificadores de los factores estresantes incluyen la severidad del estímulo la novedad (si el animal a tenido experiencia o no) la variabilidad genética entre o dentro de especies, del estado inmunológico así como la edad, el sexo, el estado de salud o enfermedad e incluso el estado reproductivo de los animales (gestación, parto, lactación).¹

LOS EFECTOS MÁS IMPORTANTES DEL ESTRÉS CALÓRICO EN LOS ANIMALES SON:

- Crecimiento del ritmo respiratorio (>80 pulsaciones/minuto), provocando pérdida de saliva y como consecuencia acidosis en estomago. Lo normal son 50 pulsaciones/ minuto¹¹.
- Se incrementa por encima de los 39 ° C la temperatura corporal¹¹.
- Incremento de las necesidades de agua, incluso pueden llegar a duplicarse en situación de estrés severo¹¹.
- El ganado suda más con objeto de refrigerarse¹¹.
- Decrece la ingestión de alimentos, limitándose la actividad del rúmen con objeto de no producir más calor endógeno¹¹.
- Decrece el riego sanguíneo de los órganos del animal, dirigiéndose éste hacia la piel para paliar los efectos el calor¹¹.
- Disminuye la producción de leche¹¹.
- Distorsión de los parámetros reproductivos. Celos silenciosos, muertes embrionarias, menores tasas de concepción, etc.¹¹.

LA IMPORTANCIA DEL ESTRÉS ESTA DADA POR VARIOS ASPECTOS ENTRE LOS QUE SE SEÑALAN:

- Incremento de la susceptibilidad a las infecciones⁵.
- Desarrollo de las enfermedades psicomaticas, bien conocidas en el humano, pero que también tienen alguna importancia en los animales bajo diferentes condiciones⁵.
- Reducción de la eficiencia de la producción en los animales de explotación zootécnica⁵.
- Desarrollo de diferentes afecciones que pueden comprometer la salud animal (problemas respiratorios, cardiovasculares, digestivos como ejemplo el Síndrome diarrea- deshidratación del estrés, úlceras, etc.)⁵.

- El estrés puede representar un nivel inaceptable de consideración con respecto al bienestar de los animales, lo que tiene significación ética y social⁵.

Está ampliamente aceptado que el impacto económico negativo de la enfermedad es acrecentado en los animales estresados, debido a lo cual la minimización del estrés debe ser un principio de desarrollo de los programas de control y prevención de enfermedades, no solo infecciosas, sino también metabólicas y orgánicas⁵.

ESTRÉS DURANTE EL TRANSPORTE

Durante el manejo o el transporte, se producen situaciones breves pero agudas de estrés, que se ha comprobado que interfieren con los mecanismos biológicos de la reproducción y de la reacción inmunitaria. Las picanas eléctricas, la inmovilización y otros factores de estrés debilitan el funcionamiento reproductivo de las hembras. Tanto en porcinos como en bovinos, el estrés del transporte o de la inmovilización disminuye la función inmunitaria².

En el ganado bovino, el estrés impuesto durante el transporte tiene un efecto más dañino en la fisiología del animal que el estrés causado por la privación de alimentación y bebida durante un lapso de igual longitud. La disminución en la función ruminal debida al estrés del transporte es mayor que la de animales privados de alimento. En las ovejas, la persecución por parte de perros, los trabajos de manejo y de aparte, ocurridos entre dos y tres semanas después del apareamiento, provocan pérdidas tempranas de embriones².

MECANISMOS

El estrés es el proceso por el cual los factores estresores del medio o del propio organismo sobrecargan los sistemas de regulación de un individuo y perturban su estado de adaptación¹.

La primera teoría fisiológica comprensiva de este fenómeno fue aportada por Selye se toma como teoría primaria. El síndrome general de adaptación de Selye fue derivado de observaciones y experimentación con animales de laboratorio. Por medio de factores estresantes como (dolor, temperaturas extremas y hambre)¹.

Selye definió el estrés como “el estado manifestado por un síndrome no específico que genera cambios en el sistema biológico” y comprende tres fases o etapas:

- Reacción de alarma.
- Estado de resistencia.
- Estado de agotamiento.

La reacción de alarma puede definirse como “la suma de los fenómenos biológicos despertados por la súbita exposición del organismo a estímulos agresivos (factores estresantes) a los cuales no se haya adaptado ni cuantitativa ni cualitativamente”. Se corresponde con la respuesta de lucha y huida (fight-flight) de Cannon, medida por la liberación de catecolaminas, con un crecimiento de la función cardiovascular y un aumento de todo el metabolismo¹.

Esta reacción de alarma por un periodo de shock (choque) o de sufrimiento general y otro de contra-choque o de defensa general en el que se movilizan los sistemas defensivos del organismo para lograr la adaptación¹.

El choque se caracteriza biológicamente por hipofunción, y se observa anuria, hipoclorhidria, acidosis, disminución del tono muscular, etc., le sigue una fase de hiperfución (contra shock) donde se observa una hiperactividad de la

corteza adrenal con signos contrarios a la fase de shock (involución timolinfática aguda con linfopenia, eosinopenia, hemidilución, diuresis, hipercloremia, alcalosis, hiperglucemia e hipertermia). Con esta respuesta se ha activado la vía común del estrés, esto es, según la teoría del SGA, el eje hipotálamo-hipófisis de la glándula adrenal¹.

Si el estresor persiste, continúa la fase de resistencia con una reacción fisiológica de enfrentamiento (el llamado coping) con incremento de las demandas para mantener la homeostasis por medio del cual el organismo puede lograr la adaptación (fase de adaptación). En este momento se destaca la extrema resistencia del organismo ante el estresor¹.

El estrés crónico, mantenido, que sobrepasa la capacidad de resistencia, es decir, de adaptación, puede conducir al estado de agotamiento, que podría definirse como la “suma de las reacciones postreras frente a un estímulo tan pertinaz que pone en crisis la defensa sistemática”. Esta fase de agotamiento implica que el organismo no logra la adaptación a los estímulos o situaciones a que está sometido, y puede conducir a un estado patológico o enfermedad¹.

Estas etapas han sido probadas experimentalmente y los resultados han sido los siguientes: úlcera, hipertensión arterial, alteraciones cardíacas, disfunciones digestivas y muerte¹.

Esta teoría del SGA permitió la identificación de factores estresantes (y del estado de bienestar del animal) mediante la medición de los niveles de glucocorticoides (cortisolemia)¹.

Algunas investigaciones sugieren que al menos existen 4 vías diferentes; pero integradas de la respuesta neuroendocrina durante el estrés que involucran al sistema nervioso autónomo, el eje hipotálamo-hipófisis-glándula adrenal, neuropeptidos y neurotransmisores, y péptidos neuroinmunológicos y receptores¹.

El papel del sistema nervioso autónomo es incuestionable y ya Cannon en 1911, al postular su teoría de la homeostasis, reconoció que la defensa inespecífica en los momentos de apuro suponía una acción conjunta de las adrenales y del sistema simpático (reacción de emergencia) ¹.

Durante la reacción de alarma tiene lugar liberación de catecolaminas en las terminaciones nerviosas simpáticas (adrenergicas) y por la medula adrenal, esta ultima estimulada por el hipotálamo vía nervio esplacnico. La adrenalina estimula los B-receptores adrenergicos del hígado activando la fosforilasa aumentando la glucogenolisis con elevación de la glicemia, con lo cual incrementa la disponibilidad de energía para el corazón, músculos esqueléticos y cerebro¹.

A un tiempo la adrenalina también aumenta la lipolisis estimulando la lipoproteinlipasa en el tejido adiposo incrementando la movilización de ácidos grasos libres que se elevan en el plasma lo que significa también aumento en el aporte energético. La lipólisis aumenta por incremento de la secreción de glucagón estimulada por las catecolaminas¹.

Las catecolaminas también incrementan el gasto cardiaco por aumento de la frecuencia cardiaca y la fuerza de contracción del corazón, elevan la presión sanguínea y provocan redistribución de la circulación por vasoconstricción periférica y vaso dilatación coronaria y de las arteriolas de los músculos esqueléticos, respuestas que se corresponden con la reacción de emergencia (alarma de Selye o fight_flight de Cannon). Además incrementa el retorno venoso¹.

Los tejidos linfoides están inervados por las ramas simpáticas y parasimpaticas del sistema nervioso autónomo. Los nervios simpáticos liberan catecolaminas (noradrenalina) en la reacción de alarma¹.

Uno de los medidores mas importantes de la respuesta neuroendocrina del estrés en el neuropeptido CRF (factor liberador de corticotropina) involucrado

como uno de los agentes intermediarios viscerales periféricas. El CRF o CRH (Corticotropin Releasing Hormone) ¹.

Como se ha dicho, el CRF estimula la secreción de ACTH, aunque se ha comprobado que existe también una secreción de ACTH independiente de CRF, a partir de la observación de que el tratamiento con anticuerpos anti-CRF reduce, pero no produce abolición de la secreción total de ACTH. Se sabe que el CRF estimula también la secreción de B-endorfina que se conoce que deriva de un mismo precursor común que la ACTH, denominado pro-opiomelanocortina. La ACTH induce elevación de los glucocorticoides produciendo hipertrofia e hiperfunción de la corteza adrenal, por lo que en los animales bajo estrés aumenta el tamaño y peso de las glándulas adrenales¹.

Los glucocorticoides producen efectos gluconeogénicos, catabólicos, antiinflamatorios e inmunosupresores. Se ha observado también que los niveles incrementados de ACTH estimulan la secreción de catecolamina por la medula adrenal y elevan el péptido intestinal vasoactivo y la vasopresina (ADH) sugiriendo un complejo de vías capaces de la modulación hipofiso-adrenal¹.

Se sabe que el exceso de glucocorticoides, por hiperfunción adrenocortical (estrés, síndrome de Cushing) o cuando son administrados, incrementan la susceptibilidad a las enfermedades, activan infecciones latentes, causan involución (atrofia) del tejido linfoide, alteran los perfiles sanguíneos y los patrones de circulación de células del sistema linfomieloide y producen incremento de variable o supresión de las funciones inmunes¹.

La vasopresina o ADH hipotalámica también ejerce un efecto estimulante sobre la liberación de la ACTH, aunque se considera que su efecto no es tan potente como el del CRF y más bien se cree que actúa sinérgicamente con este, lo que puede estar en dependencia con el tipo de estresor, si es neurogénico (con un componente psicológico ejemplo un medio nuevo para el animal) ¹.

MECANISMO DE ACCION DE LAS PROTEINAS DE CHOQUE CALORICO

Se conoce que las células de todos los organismos parecen emplear medios de defensa, cuando ocurren cuando ocurren cambios abruptos físicos y químicos en su medio ambiente local, que favorecen el replegado inapropiado de sus proteínas. Esta respuesta referida como choque calórico o respuesta al estrés, vincula el cambio de las ambientales con la expresión de un grupo de proteínas conocidas como proteínas de choque calórico (Hsp)⁹.

Las Hsp incluidas las chaperonas moleculares, se expresan de manera constitutiva que se ubica en las células eucariotas y procariotas. En condiciones adversas, la función de estas proteínas es proteger a la célula del daño producido por el estrés, mediante la unión a proteínas parcialmente desnaturalizadas, disociando agregados de proteínas y regulando el dobles correcto y la traslocación intracelular de hidrogeno, iones de metales pesados, arsenicales, infecciones con ciertos virus, la radiación ultravioleta, la radiación electromagnética de baja frecuencia, los campos intensos de radiación gamma y la radiación gamma de baja intensidad⁹.

MODIFICACIONES AMBIENTALES QUE SE PUEDEN REALIZAR PARA DISMINUIR EL ESTRÉS CALORICO

INDICE TEMPERATURA-HUMEDAD (ITH)

Además de la temperatura del aire y la humedad relativa, otros factores ambientales que contribuyen en la temperatura efectiva son la velocidad del viento y la radiación solar. El Indice Temperatura-Humedad (ITH) es una medida utilizada para indicar el grado de estrés calórico presente en el ganado³.

Cuando el ITH sobrepasa el valor de 72, se considera que el animal se encuentra en estrés por calor, ya que este punto representa el límite superior de la zona termoneutral para vacas en producción, es decir, hasta donde el animal mantiene una temperatura corporal normal sin alterar su tasa

metabólica basal. Es importante recordar que el ganado bovino tiene una capacidad de sudoración limitada, por lo que necesita de medios adicionales para mantener un nivel adecuado de productividad en estas condiciones³.

SOMBRAS

El ganado lechero absorbe calor por radiación debido a que se encuentra expuesto directamente al reflejo de los rayos solares y a la radiación térmica de la atmósfera y el suelo. La sombra se considera la modificación ambiental básica y más importante para disminuir la absorción de calor por efecto de la radiación³.

En zonas con problemas de altas temperaturas, el uso de sombras es indispensable en los establos lecheros para mantener una eficiencia productiva aceptable. Incluso en zonas con climas moderadamente calientes, el uso de sombras puede ser de gran ayuda para reducir los efectos negativos del estrés calórico³.

Las sombras pueden ser naturales o artificiales. La sombra de árboles es la más efectiva por combinar protección contra la radiación directa del sol derivada de la evaporación en la humedad de las hojas. Aunque la madera o ramas de plantas son materiales naturales efectivos utilizados como sombras, las hojas de láminas de acero corrugado representan el material más comúnmente utilizado debido a su baja inversión inicial, duración y bajo costo de mantenimiento³.

Para aumentar la efectividad de la sombra, se recomienda pintar de color blanco la parte expuesta al sol e incluso instalar un material aislante con grosor de 2.5cm por encima de la sombra. Las sombras con espacios abiertos continuos son menos eficientes que las sombras completas o sin espacios continuos³.

Un estudio realizado en clima desértico demostró que vacas lactantes bajo sombras completas produjeron en promedio 1.4 kg/d de leche más que las

vacas sujetas a las sombras con espacios abiertos. El diseño de la sombra varía de acuerdo a la zona y sus características climáticas³.

En zonas desérticas (cálidas y secas) con corrales abiertos, el área de sombra recomendada es de 3.5 a 4.5m² por vaca en producción. Se corre el riesgo de la presencia de heridas en la ubre por amontonamiento de vacas bajo un espacio de sombra reducido. Por otro lado, un área de sombra mayor tiene un efecto benéfico muy reducido. La altura de la sombra se recomienda sea de entre 3.5 y 4.5m para reducir efectivamente los efectos de la radiación³.

La orientación de la sombra es un aspecto importante para mantener seca el área de descanso de los animales. La orientación norte-sur hace que el área bajo la sombra sea expuesta al sol durante la mañana y tarde, manteniéndola seca la mayor parte del día. En zonas muy calurosas con precipitación pluvial baja, la orientación este-oeste es recomendable porque es más importante mantener fresca que seca el área bajo la sombra, aunque se requerirá un poco más de mantenimiento. En ambos casos, la sombra debe estar colocada al centro del corral para permitir una distribución uniforme del estiércol. Es importante que el material húmedo acumulado bajo la sombra se elimine y se reemplace con material seco para mantener a las vacas secas y limpias³.

En zonas tropicales (húmedas y cálidas) se recomienda un área de sombra de 4.2 a 5.6m² por vaca en producción. Este espacio de sombra permite una mayor ventilación, ya que el movimiento del aire es menor en zonas tropicales que en zonas desérticas, reduciendo el enfriamiento por convección. Asimismo, se recomienda piso de concreto de 10cm de grosor para evitar acumulación excesiva de lodo y heces. Si el piso es de tierra, un buen drenaje es necesario para evitar hoyos profundos en el lodo. Cuando se usen pisos de concreto, la orientación de la sombra no es importante³.

Para ganado lechero en pastoreo durante condiciones de estrés calórico, es recomendable el uso de sombras portátiles, las cuales deberán cambiarse cada 2 días para evitar destrucción del pasto y mantener las vacas limpias³.

EL USO DEL AGUA

Por otro lado, haciendo referencia al consumo de agua, es notable el aumento en periodos calurosos. Esto provoca una situación de confort al animal, ya que disminuye la temperatura del retículo del rumen. Gran parte del agua consumida, se perderá en forma de vapor a través del jadeo (aumento en la tasa de respiración). Se debe tener muy en cuenta el agua en verano, ya que si existen limitaciones de cantidad y /o de calidad la producción de leche se verá deprimida drásticamente¹².

Los factores que afectan las necesidades de agua del ganado son el nivel de consumo de materia seca, la forma física de la dieta, el estado fisiológico y la cantidad y calidad del agua de bebida. La calidad del agua es, a menudo, una de las causas que limitan la ingestión. La calidad del agua se determina de acuerdo con los términos químicos, bacteriológicos, y físicos, a través de pruebas de laboratorio. Para evitar mermas importantes en la producción, cada uno de esos aspectos debe ser cuidadosa y periódicamente evaluados¹².

ASPERSORES Y ABANICOS

Un sistema de enfriamiento utilizado en zonas desérticas y tropicales es el formado a base de aspersores y abanicos. Este sistema es ampliamente utilizado para ganado lechero debido a su efectividad y bajo costo de inversión³.

Generalmente están constituidos por abanicos convencionales de diámetro variable (entre 60 y 90cm), suspendidos del techo de la sombra del corral y colocándose frente a ellos una línea con aspersores de agua de emisión variable (entre 0.5 y 0.9lts. de agua/min) que al contacto con la corriente de aire forman una especie de brisa o gota fina que moja completamente el pelaje de los animales provocando pérdida de calor por evaporación y resultando en un importante mejoramiento del confort del ganado³.

Frecuentemente este sistema opera a intervalos de tiempo fijo que varían dependiendo de las condiciones climáticas imperantes en la zona o se pueden programar para operar a cierta temperatura ambiental. Es de gran utilidad colocar cortinas que sirvan como paredes en un costado de la sombra para evitar que la brisa producida salga del área ocupada por las vacas³.

Una desventaja de este sistema es la acumulación de lodo y estiércol debido a que las vacas se encuentran confinadas bajo la sombra la mayor parte del día, estando esta área sujeta a heces, orina y el agua producto del aspersor cuando es de gota gruesa, lo cual incrementa el costo por mantenimiento³.

SALA DE ESPERA (PREVIA A LA ORDEÑA)

La sala de espera, previa a la sala de ordeña, se considera un área de estrés severo para vacas lecheras, principalmente cuando pasan mucho tiempo confinadas en esta sección (> 40 minutos por dos o tres veces al día), aún con temperaturas moderadas. Por esto, la ventilación durante el verano se vuelve un aspecto muy importante³.

Cuando se utiliza el baño de las vacas en esta sección el ambiente se vuelve muy húmedo durante el verano, lo cual puede reducirse teniendo la sombra una altura mínima de 6.5m. El uso de aspersores de gotas gruesas (18 l/h/abanico) junto con abanicos grandes (1.2m de diámetro) ha demostrado ser una práctica que mejora el ambiente de esta sección. Wiersma y Armstrong observaron una reducción de 1.7° C en la temperatura de vacas sujetas a este sistema de enfriamiento en la sala de espera sobre vacas sin el sistema, además de una diferencia en producción de leche de 0.8 kg/d a favor de las vacas enfriadas durante el verano³.

MANEJO PARA FAVORECER EL CONSUMO DE ALIMENTO

Pueden ser tomadas varias medidas para provocar aumentos en el consumo de alimentos en vacas bajo estrés calórico. El rúmen alcanza un pico de fermentación (y producción de calor) 3 a 4 horas después de la comida¹⁰.

De esta manera, una vaca alimentada a las 8 de la mañana puede alcanzar el pico de fermentación al mediodía, cuando hace mucho calor. Al contrario una vaca alimentada a los 5 de la tarde puede llegar al pico de fermentación a las 9 de la noche, permitiendo de esta manera que el animal disipe el exceso de calor corporal en un ambiente más fresco¹⁰.

Alimentar vacas en horas más frescas puede estimular el consumo. Muchas comidas frecuentes significan una fermentación ruminal más continua y evita grandes consumos que pueden alterar la fermentación ruminal normal¹⁰.

A continuación se resumen otras técnicas de alimentación, para minimizar los efectos del calor:

- Los bebederos de agua deben estar limpios, desinfectados semanalmente y, se debe constatar su funcionamiento diariamente¹⁰.
- La sombra es de un valor ya probado en varias condiciones durante el verano. No exponer vacas al sol para hacerlas comer durante el día¹⁰.
- Cuando los alimentos se suministran en cantidades limitadas, el aumento de frecuencia en las comidas provocará una actividad de fermentación ruminal sostenida y aquellos suministros ad libitum, se los proveerán frescos para favorecer un mayor consumo¹⁰.
- El añadir agua a una ración completa o a concentrados reducirá el polvo, además de hacerlas más succulentas. El heno seco puede ser cortado y añadido a la mezcladora de alimentos¹⁰.
- Hay que suministrar comidas más succulentas pero conservarlas frescas para favorecer su consumo a expensas de la disminución del consumo de heno seco¹⁰.

- Se deben mantener los comederos limpios, especialmente cuando se da mucha cantidad de alimento, el cual puede deteriorarse rápidamente en ambientes calurosos¹⁰.
- El estrés asociado con el reagrupamiento de vacas puede ser asumido como que aumenta la producción de calor y por consiguiente, la transferencia de vacas a nuevos grupos debe ser efectuada al atardecer¹⁰

REDUCCIÓN DEL CONTENIDO DE FORRAJE EN LA DIETA

La digestión de forrajes produce un significativo aumento de calor de fermentación en la vaca, que se añade a la carga calórica total del animal. Se considera que la reducción del consumo de forraje en climas calurosos es un mecanismo de protección para reducir la producción de calor, en forma similar a la disminución del consumo de alimento¹⁰.

La reducción en el contenido de fibra en la dieta en climas calurosos puede ayudar a reducir la carga calórica promedio, pero más importante es una mayor densidad de nutrientes en la dieta, a través del uso de más concentrado en la misma¹⁰.

Otros investigadores encontraron que vacas sin sombra a las que se les ofrecieron dietas conteniendo 35 % de forraje y 65 % de concentrado (sobre materia seca) vs. 65 % de forraje y 35 % de concentrado dieron más leche (22,3 vs. 19,9 kg/día) y comieron más alimento (16,8 vs. 16,1 kg/día). Sin embargo la reducción del contenido del forraje en la dieta debe tomarse con precaución y se sugiere un mínimo de 19 % de fibra en la dieta. Lo que es más importante es la calidad del forraje, que usado en raciones de verano, debe ser de excelente calidad¹⁰.

Los forrajes de alta calidad (relativamente inmaduro) se digieren rápidamente y en forma más completa que los más maduros, permitiendo esto un mayor espacio en el tracto digestivo por más comida como también más nutrientes por unidad de alimentación¹⁰.

Subproductos de alta calidad como hollejo de soja, pulpa de cítricos, granos de cerveceros y otros tienen fibra de alta digestibilidad y contribuyen con poco almidón, ayudando a evitar la sobrecarga del mismo en dietas con altos contenidos de grano¹⁰.

Las dietas con contenido de fibra marginal pueden necesitar el uso de buffer. El uso de bicarbonato de sodio en dietas con bajo contenido de fibra ofrecidas a vacas en climas calurosos aumenta el rendimiento en litros de leche y su porcentaje de grasa en un 6,4 % y 7 % respectivamente¹⁰.

LA DIETA

La principal causa de la merma en la producción de leche por estrés calórico, es la marcada disminución del consumo voluntario de materia seca, y un aumento significativo de los requerimientos energéticos de mantenimiento. El consumo voluntario de materia seca es el principal factor determinante de la producción. Al disminuir el consumo voluntario, se afecta la disponibilidad de nutrientes (energía, proteína, minerales, etc.), indispensables para los procesos normales de síntesis de la leche¹².

En periodos de estrés térmico, las dietas con altos contenidos de fibra, comunes en animales en pastoreo, contribuyen a elevar la temperatura corporal, pues la fermentación y el metabolismo de la fibra en el tracto digestivo aumentan la producción de calor¹².

Una mayor densidad energética en las raciones, por ejemplo, cuando se incluyen concentrados, mejora el consumo voluntario y disminuye el calor metabólico, pudiéndose clasificar las mismas como "dietas frías". De modo que se podría definir como una dieta que genera una alta proporción de nutrientes netos para la síntesis, y disminuye el incremento calórico provocado en la fermentación y el metabolismo¹².

Las características más sobresalientes que pertenecen a una dieta fría son: Mayor contenido energético por unidad de volumen. Fibra de alta fermentación. Menor degradabilidad de las proteínas. Alto contenido de nutrientes que "saltean" el rumen (nutrientes by-pass), como son las proteínas y lípidos¹².

Por otro lado, se encuentran las dietas de tipo "calientes", que poseen un desequilibrio entre los nutrientes básicos: La energía y las proteínas. Está compuesta principalmente por una elevada proporción de fibra indigestible¹². Esto genera un mayor incremento calórico, menor energía neta, y baja eficiencia en la transformación (Cuadro 1)¹².

Cuadro 1 Características de las dietas calientes y frías:

	CALIENTES	Frías
Digestibilidad	Baja	Alta
Fibra	Alta	Baja
Proteínas	Alta degradabilidad	Baja degradabilidad
Minerales	Bajo en Na y K	Alto en Na y K
Ejemplos	Pasturas pasadas Henos y silajes fibrosos Concentrado con alto afrechillo	Pasturas tiernas Silajes con alto grano Concentrado rico en aceite

La fibra es un constituyente fundamental en la dieta, sin embargo, cuando la dieta supera determinados rangos (mas de 35% como fibra detergente neutro "FDN") disminuye el consumo voluntario por efecto del llenado ruminal. Los resultados van a depender de la naturaleza de la fibra, y más si proviene de forrajes maduros o de gramíneas tipo C4 (megatérmicas), salvo el maíz y sorgo que tienen alto contenido de granos. Siempre que una formulación de dieta lleve a una óptima fermentación ruminal, será beneficiosa para un balance positivo de energía. Al respecto, no solo tendría influencia la cantidad de proteína en la dieta, sino también su calidad¹².

En el caso de contar con dietas con alto contenido de proteína degradable y no se tiene suficiente hidrato de carbono de fácil fermentación (azúcares, almidón), el animal necesitará energía extra. La consecuencia fundamental de estos desbalances es la disminución en la síntesis de la proteína microbiana, principal fuente de aminoácidos para generar proteína láctea¹².

En consecuencia, a la hora de formular una dieta adecuada, es preciso conocer tres aspectos claves, en términos de demanda y oferta de nutrientes del animal:

- Los requerimientos nutricionales de las vacas (Demanda).
- La cantidad y calidad de alimento - Materia seca y agua - a suministrar (Oferta).
- El equilibrio de la dieta, en su relación: Energía, Proteínas y Minerales¹².

ELECTROLITOS EN LA DIETA

En climas calurosos las vacas necesitan más potasio (K) que lo recomendado por el NRC. El K debe agregarse a la dieta de vacas con estrés por calor en un rango del 1,3 al 1,6 % de la materia seca. Ha sido sugerido que el K y el magnesio deben ser elevados en alrededor de .4 % a .35 % respectivamente aunque se recomienda más investigación sobre este tema¹⁰.

Las investigaciones hechas hasta el momento indican que se requiere un balance electrolítico para mantener una óptima zona de confort. El balance electrolítico es calculado como sodio (Na + K - Cloruro (Cl) en miliequivalente por Kg (meq/kg) de alimento. En avicultura se encontraron que un balance electrolítico de 250 es óptimo para el crecimiento de pollos. Un trabajo de Georgia con porcinos estresados por calor también sugiere mejores ganancias de peso cuando el balance electrolítico estaba cerca de 250¹⁰.

Los resultados con ganado bovino han sido muy variables, pero algunos trabajos en Kentucky mostraron que un balance electrolítico de 200 aumenta la producción de leche en climas fríos. Sin embargo recientemente se encontró que al aumentar el balance electrolítico hasta 324 meq/kg de materia seca de

la dieta se incrementa el consumo de alimento y el rendimiento en leche en forma lineal¹⁰.

Este aumento en rendimiento de leche ocurrió cuando los estudios fueron hechos en climas fríos y calurosos, de este modo el efecto fue independiente del ambiente. Un estudio para determinar que catión, Na o K, es el más importante en alterar el balance electrolítico mostró que un incremento de dicho balance (100, 217, 334, 451 meq/kg) resulta en un aumento lineal en el consumo de alimento e indica que cualquier catión es efectivo para aumentar el balance electrolítico de la dieta. Sin embargo, se sugiere la realización de otros estudios para determinar su nivel óptimo especialmente durante el estrés por calor en animales¹⁰.

PROTEÍNA

El consumo de proteína digestible disminuye en proporción a la reducción en el consumo total de materia seca asociado con climas calurosos. Un aumento en el contenido de proteína en la dieta es necesario para suplir la cantidad de proteína necesaria para una alta producción. Sin embargo el exceso de amonio producido en el rumen por dietas con elevada proteína requiere de energía para metabolizarla y excretarla como desecho. El consumo de energía metabolizable disminuyó en 12 kilocalorías por gramo de nitrógeno digestible consumido por sobre los requerimientos¹⁰.

En resumen, el suministro de dietas con proteínas de alta degradabilidad ruminal han sido asociadas con infertilidad en hatos lecheros. En un trabajo de Arizona en donde las vacas fueron alimentadas con dietas de alto contenido proteico (19 % de proteína cruda) de alta y mediana degradabilidad, se observó una reducción en el rendimiento en leche (26,9kg) en el grupo de alta degradabilidad con respecto al de las vacas sujetas a dietas proteicas de mediana degradabilidad (28,9 Kg). Se debe tener precaución en aumentar el contenido de proteína en la dieta sin tener en cuenta la degradabilidad de la misma¹⁰.

En un reciente trabajo de estrés por calor en Arizona, vacas que tuvieron sombra o se les proveyó sombra más enfriamiento por evaporación en conjunción con dos dietas proteicas de diferente degradabilidad (alta 61 a 64%, baja 47 a 55 %) mostraron que la proteína de baja degradabilidad (alto escape ruminal) aumentó la producción de leche en los dos ambientes, pero el aumento fue mayor cuando las vacas fueron enfriadas (ambiente fresco, 26,9 kg) (alta degradabilidad) y 32,8 kg (baja degradabilidad); ambiente con sombra 29,1 kg (alta degradabilidad) y 29,6 kg (baja degradabilidad) ¹⁰.

La liberación de un perfil de aminoácidos más deseable digestivo inferior de la vaca provista por una proteína de baja degradabilidad ruminal fue efectivo para aumentar el rendimiento en leche. La respuesta mayor de las vacas en el ambiente fresco puntualiza la necesidad de modificar el ambiente de los animales si se pretende una máxima productividad¹⁰.

LA GRASA EN LA ALIMENTACIÓN DE VACAS CON ESTRÉS POR CALOR

La primera dificultad en alimentar vacas con estrés calórico es el consumo inadecuado de energía. La obvia ventaja de incluir grasa en la dieta es la mayor densidad energética (2,25 veces) cuando se la compara con la de los carbohidratos¹⁰.

Otro beneficio de la grasa es el efecto sobre el incremento calórico de la dieta. En una revisión se discutió el potencial de las grasas como "alimento enfriador", eso significa que su uso en la dieta podría realmente producir menos calor corporal cuando se compara con otros alimentos. También se indicó que si el agregado de grasa disminuye se aumenta el calor, y cuando los animales se alimentaron en zonas de termoneutralidad (o especialmente por sobre esa zona), los subproductos de las grasas fueron sub-evaluados por los métodos corrientes de evaluación de alimentos. (TDN, Total de Nutrientes Digestible y NE, Energía Neta) ¹⁰.

Se reportó, en vacas alimentadas con sebo protegido, un aumento en la eficiencia metabólica alcanzando un 87,5 % de eficiencia. Esto fue como una

dieta suplementando 25,6 % de consumo de energía metabolizada como grasa. Otros investigadores encontraron en dos estudios que la suplementación con productos grasos protegidos en rumen (sales de calcio de ácidos grasos) aumentaron los rendimientos de leche corregida por grasa en 2,9kg (9,5 %) y 1,8kg (6,6 %), respectivamente¹⁰.

En la depresión del consumo inducida por el clima caluroso, las grasas son necesarias para aumentar el consumo de energía si se pretende mantener una producción elevada. Las fuentes naturales de grasa (soya, semilla de algodón), sebos y fuentes protegidas de la fermentación por separado o en combinación pueden ser ventajosas. Investigación adicional se requiere para determinar¹⁰.

ESTRÉS POR CALOR, NUTRICIÓN Y SOMATOTROFINA

Numerosos estudios han demostrado que la somatotrofina recombinada bovina (bST) es efectiva en aumentar la producción de leche a través de un aumento de consumo de nutrientes y su redistribución es la utilización de estos nutrientes hacia la producción de leche. Sin embargo temperaturas ambientales elevadas y con humedad relativa deprime el consumo de alimento, producción de leche y altera el funcionamiento fisiológico de la vaca. De este modo potencialmente son antagónicos los efectos de la bST y los climas calurosos. Estudios realizados en Florida durante el verano mostraron que la bST aumentó rendimientos de grasa corregida al 0,2 y 9,2 % respectivamente pero no hubo cambios en el consumo de materia seca. Dicho incremento en producción de leche fue menor que para los estudios que se realizaron en condiciones de termoneutralidad¹⁰.

En general a las vacas en climas calurosos, se les hace difícil mantener la condición corporal cuando la producción se aumenta sin cambiar el consumo de alimentos. Trabajos propios, utilizando bST en Sur de Georgia, mostraron un promedio de 4,7 kg/día de aumento de producción de leche cuando la bST fue administrada en climas calurosos. Sin embargo la respuesta a la bST fue altamente dependiente sobre el nivel de producción de la vaca antes del tratamiento¹⁰.

Las vacas con bajos niveles de producción antes del tratamiento aumentaron la producción de leche en un grado mayor que vacas que estaban en la media de producción antes del tratamiento. Las vacas de alta producción respondieron a la bST con el mínimo aumento. De este estudio se puede indicar que las vacas más productoras estuvieron cerca de su límite fisiológico para responder a la bST en ambientes calurosos y húmedos. No hubo aumento en el consumo de alimento juntamente con el uso de la bST, pero sí hubo pérdidas significativas de condición corporal y peso¹⁰.

Cuando fueron considerados el consumo de energía por el alimento, la energía gastada en la producción de leche, y el mantenimiento de la condición corporal, se encontró que el grupo de vacas con bST estaban en un balance energético negativo. Las vacas que fueron tratadas con bST tuvieron temperaturas corporales significativamente altas en el ordeño de la tarde (40,2 vs. 39,7° C) y no en el ordeño de la mañana (39,7 vs. 39,3° C)¹⁰.

La temperatura normal para vacas en condiciones termoneutrales es de alrededor de 38,6° C. Durante el período de la administración de bST, la máxima temperatura ambiente relativa diaria promedio 59,8 %. Estos valores se consideran representativos de esa región¹⁰.

Las vacas inyectadas con bST tuvieron una producción similar a aquellas de alta producción y las que estaban en el 1er. tercio de la lactancia. Las prácticas tales como enfriamiento mecánico, como el uso de energía de alta densidad en el alimento (grasas) y proteínas con altos valores de escape ruminal han probado ser beneficiosas en vacas lecheras capaces de obtener una alta producción¹⁰.

MANEJO DEL ESTRÉS EN EL PERIODO SECO

Considerando que el periodo seco es una etapa de preparación de la vaca para su próxima lactancia y que el pico de producción se alcanza, aproximadamente a las ocho semanas posparto, la etapa previa al parto toma gran importancia; por tanto, la presencia de estrés térmico en el periodo seco de la vaca lechera puede repercutir negativamente al momento del parto, en el peso al nacimiento de la cría, en características productivas posparto, como el pico de producción y la lactancia completa, así como en el comportamiento reproductivo¹³.

El estrés calórico durante el periodo seco también causa cambios en los perfiles hormonales, lo que a su vez produce un efecto negativo en el desarrollo de la glándula mamaria y, finalmente, en la producción de leche posparto¹³.

En lo que concierne a la ámbito reproductivo se ha demostrado que el estrés calórico pre-parto tiene un efecto residual sobre cambios reproductivos que ocurren en el posparto, ya que puede provocar una involución uterina más retardada, ocasionando un retraso en la presentación del primer calor posparto¹³.

El uso de modificaciones ambientales durante el verano en explotaciones lecheras es práctica común en zonas con clima cálido, como las localizadas en el norte de México, ya que reduce los efectos del estrés por calor; sin embargo, los escasos estudios en nuestro país se han centrado en la etapa productiva de la vaca, sin tomar en cuenta el periodo previo al parto¹³.

Un estudio realizado con vacas Holstein en una zona desértica del noroeste de México demostró que el enfriamiento con aspersores y abanicos bajo la sombra del corral durante la etapa inicial de la lactancia, condujo a un aumento de 4kg/vaca/día en relación a vacas que sólo tuvieron acceso a sombra en el corral¹³.

BIBLIOGRAFIA

- 1.-Gonzales O. A.. Fisiopatología Veterinaria, Nosopatogénesis General y Alteraciones Metabólicas, Digestivas y Hepáticas. Editorial Félix Varela, La Habana. 436 pp. 2000.
- 2.-Fernández M.. Parámetros para medir el estrés de los animales. Diario de la salud alimentaria.2003.
- 3.-Ph. D., Avendaño L.R. Modificaciones ambientales para reducir el estrés calórico en el ganado lechero Instituto de Ciencias Agrícolas Universidad Autónoma de Baja California.2004.
- 4.-Grandin T. Departamento de Ciencia Animal Colorado State University Fort Collins, Colorado 80523-1171 Publicado en The Professional Animal Scientist, Vol. 14, NNo1No. 1 1998.
- 5.- Córdova I. A., Saltijeral J. A. Muñoz M. R. Pérez G. F. Córdova J. S. Córdova J. A. El estrés en el proceso reproductivo de mamíferos domésticos Departamento de Producción Agrícola y Animal. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco.2005
- 6.-Cruz, V. J. E., Elizondo V. C. A., Leyva O. C., Favela R. J. E., Ulloa A. R., Fernández G. I. G.. Progesterone concentration and conception rates in breeding Holstein cows after GnRH administration postinsemination, during summer. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila, México. URUZA, Universidad Autónoma Chapingo. FMVZ, Universidad Nacional Autónoma de México. 2005.
- 7.- Correa A., Yáñez, F. V. Pérez A. Avendaño L. Gonzáles V. Ponce F. Tarazón M. Efecto de un sistema de enfriamiento a espacio abierto en la eficiencia productiva de novillos holstein durante el verano.2002.

8.- Hernández C. J. Causas y tratamientos de la infertilidad en la vaca lechera. Departamento de reproducción. Facultad de medicina veterinaria y zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México. 04510. México, df.2001

9.- Bañuelos V. R., Sanches R. S. La proteína de estrés calórico Hsp70 funciona como un indicador de adaptación de los bovinos a las zonas aridas. Revista electronica de veterinaria. Vol VI, No 3, marzo 2005

10.- Ph. D. West W. J. Estrés calórico: Alimentación y manejo para reducir sus efectos en las vacas Holandesas Nuestro Holando, Bs.As., N° 388. Traducción: Ing. R. Dick.1992

11.- Jahn E., Arredondo S. Bonilla A. Del Pozo a. Effect of temperature and energy supplementation on milk production of grazing dairy cows. Instituto de investigaciones Agropecuarias. Universidad de Concepción, Facultad de Agronomía 1998.

12.-Giraud M. Estrés térmico Marca Líquida Agropecuaria, Córdoba, 29-32 y 29-33. Producción animal Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto, Río Cuarto, provincia de Córdoba, República Argentina.1992.

13.- Avendaño R. L., Álvarez F. Valenzuela, Correa A. Calderón J. Saucedo Q. S. Rivera A. F. Verdugo Z. F. Evaluation of a cooling system used in the dry period of dairy cattle in summer.2007

14.- BonDurant R.. Controlando lo que Podemos Controlar: Limitando las Pérdidas Embrionarias y Fetales Dept. of Population and Health & Reproduction, School of Veterinary Medicine, University of California, Davis CA 95616 Proceedings of the 37th.1997.