

# EL USO DE LA SOMATOTROPINA BOVINA RECOMBINANTE (STBr) DURANTE EL ESTRÉS CALORICO EN EL GANADO BOVINO<sup>a</sup>

Sara del C. Caballero Chacón <sup>b</sup>

Luis Ocampo Camberos <sup>b</sup>

Héctor Sumano López <sup>b</sup>

## RESUMEN

En los bovinos productores de leche la producción láctea disminuye con el estrés calórico. Como respuesta compensatoria, se reduce la cantidad de calor metabólico producido; además, se desencadenan otros mecanismos homeostáticos para disipar el calor. La somatotropina bovina recombinante (STBr) incrementa la síntesis láctea mediante la coordinación fisiológica de varios órganos para apoyar las necesidades nutricionales en la producción de leche. Esto se logra en condiciones ideales o durante la presentación del estrés calórico. Sin embargo, dado que la producción de energía también aumenta, los efectos del estrés calórico se pueden exacerbar, en especial si las condiciones de manejo no son controladas. Aunque se han proporcionado algunas recomendaciones zootécnicas necesarias para reducir los efectos del estrés calórico, en animales suplementados con somatotropina bovina, aún no se cuantifica el costo fisiológico de esta práctica.

**PALABRAS CLAVE:** Estrés calórico, Somatotropina bovina recombinante, Bovino, Índice temperatura-humedad.

Tec. Pecu. Mex. Vol. 33 No. 3 (1995)

## INTRODUCCION

En México, es frecuente encontrar casos de estrés calórico en el ganado productor de leche, cuyas consecuencias se reflejan en pérdidas considerables a nivel productivo y reproductivo (1). Por lo general, los problemas productivos asociados a estrés calórico se deben a la reducción en el consumo de materias secas para evitar la producción de calor metabólico, lo cual afecta notablemente la producción lechera (2). En varios informes (3,4,5) y en la práctica, se ha utilizado a la somatotropina bovina recombinante (STBr) como promotor de la producción láctea, incluso en condiciones de estrés calórico. Es ampliamente reconocido que los resultados del uso de la STBr son favorables (6,7). Por ejemplo, se ha

encontrado un incremento en la producción láctea de bovinos Holstein de 2.9 a 6.1 kg/vaca por día (5). Pero de estas experiencias se hace evidente la importancia de asociar el uso de la STBr con un manejo adecuado (2), ya que si no se modifica el manejo del hato existe la posibilidad de exacerbar las respuestas de las vacas al estrés calórico (1,2). Asimismo, se ha detectado que al rectificar deficiencias en el manejo de un hato suplementado con STBr se aumenta la cantidad de leche producida o se mantiene el aumento logrado con STBr en condiciones ideales (4,8).

El objetivo de esta revisión es exponer las formas en las que el estrés calórico afecta la producción láctea en el bovino, los efectos del uso de STBr en el bovino en condiciones de estrés calórico y la manera en que ciertas modificaciones en el manejo del hato pueden compensar los efectos del estrés calórico.

### Fisiopatología del Estrés Calórico.

La vaca lechera es un mamífero poco eficiente para regular su temperatura

a Recibido para su publicación el 27 de marzo de 1995.

b Departamento de Fisiología y Farmacología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México. Coyoacán. D.F. C.P. 04510. México, D.F.

Las separatas y correspondencia deberán dirigirse a a M.V.Z. Sara del C. Caballero Chacón a la dirección del departamento de adscripción.

corporal y realizar ajustes homeostáticos cuando existen variaciones climáticas extremas (1,9,10). Esto se debe a que la pérdida de calor depende casi exclusivamente de la evaporación por vía respiratoria y en menor grado, de la sudoración (3,8). Su temperatura ideal o zona termoneutral varía de 5 a 25 C (9,10,11); pero la temperatura idónea para producir más leche y de mejor calidad se encuentra entre los 13 y 18 C (9). Cuando la temperatura ambiental rebasa la zona termoneutral, la vaca empieza a sufrir estrés calórico (11). Las vacas de alta producción tienden a almacenar calor y son poco eficientes para disiparlo (12); esto es, ante un calor extremo, la respuesta fisiológica es no generar más calor metabólico. Por ejemplo, se dice que la producción de calor corporal declina entre un 18 y 20 % en condiciones de estrés calórico crónico (9). Para lograr esa reducción se disminuye el consumo de materia seca y como consecuencia, la producción de leche (25-30%) (13). Asimismo, se ha informado (6) que por cada 0.56 C de aumento en la temperatura corporal el consumo de alimento se reduce de 1.4 a 1.8 kg. Las razas con cierto grado de adaptación a ambientes cálidos tienen tasas metabólicas comparativamente más bajas que las adaptadas a ambientes templados, lo que contribuye en parte a explicar su baja producción láctea (3,9). Un factor muy importante en la regulación de la temperatura corporal es la humedad relativa, ya que aunque existan temperaturas ambientales termoneutrales, si la humedad relativa es alta (> 80%) se puede producir tanto estrés calórico como cuando existen temperaturas ambientales elevadas y humedad relativa baja (11,14). Con humedad relativa alta, se reduce la tasa de evaporación tanto por sudoración como a través del árbol respiratorio, lo que dificulta la disipación de calor en el cuerpo

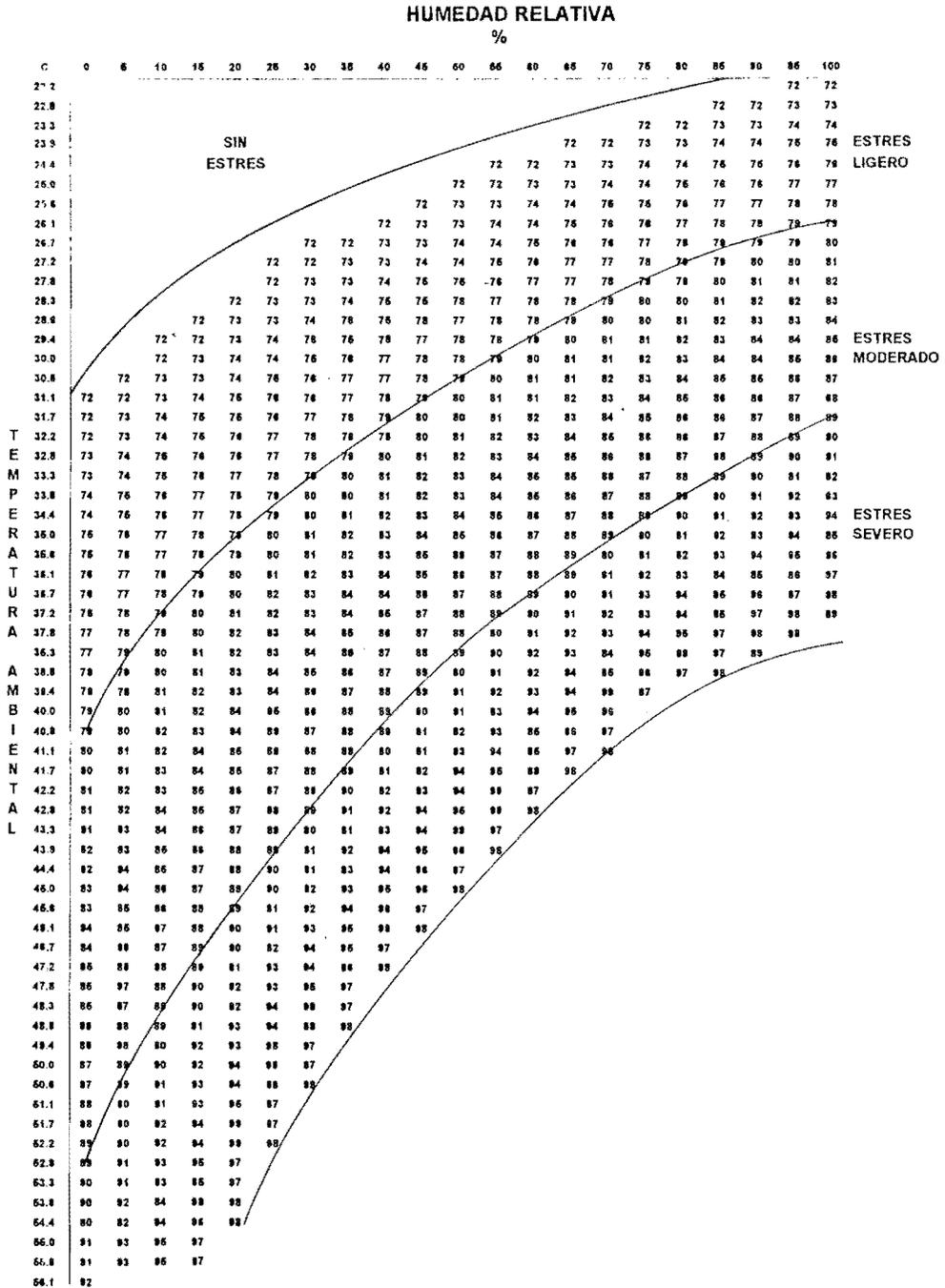
y produce un incremento de la temperatura corporal (6). Por lo tanto, cuando se especifiquen las condiciones de un estrés calórico se deberán expresar en unidades que relacionen calor con humedad, conocidas como índice de temperatura-humedad (ITH). En la figura 1 se muestra la relación de ITH para vacas lecheras, en donde se puede observar que un bovino sufrirá estrés siempre que el ITH sea superior a 72 (10).

### **Etapas del Estrés Calórico**

En el estrés calórico se consideran tres etapas: ligero (ITH 72-79); moderado (ITH 80-89) y severo (ITH 90-98) (11). En el Cuadro 1, se muestran los cambios que ocurren en los bovinos durante estas 3 etapas. Los signos de estrés calórico en los bovinos se presentan una vez que el ITH pasa de 72. A partir de este punto, los cambios fisiológicos generados están destinados a disminuir la producción de calor y a aumentar su disipación a través de la modificación de los patrones respiratorios, que incluyen un incremento de la frecuencia respiratoria y una disminución del volumen corriente durante la etapa de estrés moderado (8). En el estrés calórico severo, los patrones respiratorios progresan a una fase caracterizada por producir una ligera disminución de la frecuencia respiratoria y un incremento del volumen corriente (1). El aumento en la ventilación alveolar induce alcalosis metabólica debida a la pérdida de CO<sub>2</sub>. Finalmente, el animal puede sufrir convulsiones y morir si no se le atiende oportunamente (8).

Otro factor muy importante a considerar es que cuando el bovino sufre estrés calórico, disminuye su consumo voluntario (a partir de los 25-27 C o con un ITH de 72) y con esto se disminuye también el consumo de macrominerales como el sodio y el potasio (15,16,17). Estos iones juegan un papel

FIGURA 1. INDICE DE TEMPERATURA Y HUMEDAD PARA LAS VACAS LECHERAS (11).



Indice de Temperatura y Humedad (ITH) = (Temperatura de Bulbo Húmedo, °C) + (0.36 Temperatura del punto de goteo °C) + (41.21).

### CUADRO 1

CAMBIOS PRESENTADOS EN LOS BOVINOS DURANTE LAS DIFERENTES ETAPAS DE ESTRES CALORICO. MODIFICADO DE PATTON, R.A. (11)

ETAPA DE ESTRES CALORICO	CAMBIOS EN EL ANIMAL
LIGERO (ITH 72-79)	Busca sombra, incrementa ligeramente la respiración, hay dilatación de vasos sanguíneos, se incrementa la disipación de calor. Los efectos sobre producción y reproducción son bajos.
MODERADO (ITH 80-89)	La frecuencia respiratoria, la salivación, la temperatura corporal y el consumo de agua aumenta considerablemente. El consumo de materia seca se reduce y la reproducción se ve afectada.
SEVERO (ITH 90-98)	La temperatura corporal se incrementa varios grados arriba de lo normal. Se protruye la lengua y hay salivación excesiva. Hay alcalosis metabólica. Se rehusa a echarse en el suelo, a menos que el piso se encuentre mojado. La conducta se inhibe completamente. El consumo de agua puede verse reducido. En casos extremos el cuerpo se puede tornar frío y pegajoso antes de convulsionar. La muerte es inminente

muy importante en el mantenimiento del balance hídrico, iónico y del estado ácido básico en las vacas sujetas a estrés calórico (14,15). Algunos estudios han demostrado que el potasio es uno de los principales minerales excretados por los bovinos a través de la piel durante el proceso de sudoración (16,17). Esto contrasta con los humanos y los caballos, en los que el principal mineral excretado a través de la sudoración es el sodio (14). Para compensar y balancear la pérdida de potasio a través de la piel, se incrementa la excreción urinaria de sodio y se retiene el potasio a nivel renal en la mayor medida posible (14,15,17). Cuando las vacas se encuentran en un medio sin sombras y durante las horas del día de más calor (entre 13 y 15 h) se pierde potasio en una proporción cinco veces mayor en comparación con vacas a las que se les proporciona sombra (17,18). En estas condiciones de calor es necesaria la suplementación de potasio en concentraciones por arriba de los requerimientos nutricionales especificados

por el National Research Council (14). Consecuentemente, esta práctica resulta en un incremento en la producción de leche en 3 a 9 % (18). Asimismo, se ha observado que la suplementación de sodio y magnesio también es necesaria. Tan sólo la suplementación de sodio incrementa entre un 7 y 18% la producción de leche (19). El magnesio evita complicaciones debidas al alto contenido de potasio y la hipomagnesemia (16).

#### **Efectos de la STBr Sobre las Vacas Productoras de Leche.**

La STBr es una hormona exógena, obtenida por recombinación genética, homeorrética,\* muy similar a la sintetizada en la hipófisis anterior del bovino (8). De hecho, dependiendo de la purificación, la STBr sintetizada por *E. coli* varía con respecto a la STB endógena, por la adición de hasta 8 aminoácidos en la posición N-terminal. La STBr purificada presenta una potencia similar o mayor a la STB endógena, en diferentes sistemas biológicos (1,20).

La STBr regula la utilización y absorción de nutrientes, fomentando su uso para incrementar la producción láctea, mediante la coordinación de diversos procesos fisiológicos en diferentes tejidos. La modificación del metabolismo, de todas las clases de nutrientes, se logra por los efectos directos de la STBr sobre los receptores para la STB endógena y por los receptores situados en los hepatocitos y el tejido graso. La activación de estos receptores restringe la utilización sistémica de nutrientes, favoreciendo su incorporación a la glándula mamaria (12). Otros efectos están mediados por las somatomedinas o factores de crecimiento parecidos a la insulina (IGF-I e IGF-II), que aumentan la síntesis láctea mediante el incremento de la asimilación de glucosa (21). Por ejemplo, la glucosa requerida en la producción de leche se deriva predominantemente del proceso de gluconeogénesis hepática. La glucosa producida por vaca es de cerca de 3 kg diarios, de los cuales del 65 a 80 % es utilizado en la síntesis láctea (22). Cuando se inicia el tratamiento con STBr se incrementa la producción de glucosa y decrece el proceso de oxidación de la misma. De acuerdo con esto, la producción de glucosa hepática se incrementa y se reduce su asimilación (23,24). Estas adaptaciones al metabolismo de la glucosa se dan justo antes de que se incremente el consumo voluntario. Se ha estimado que los ajustes al consumo son cuantitativamente similares a la cantidad extra de glucosa requerida para incrementar la síntesis láctea (23). Los cambios en el metabolismo lipídico varían de acuerdo al balance energético del animal. Por ejemplo, cuando una vaca se

encuentra en un balance de energía negativo o cercano a cero (lactación temprana o media), la STBr incrementa la movilización de las reservas de grasa corporal, lo cual se manifiesta por la elevación sanguínea crónica de ácidos grasos no esterificados, disminuyendo la cantidad de grasa corporal e incrementando el contenido de grasa en la leche (24). En contraste, con los animales que se encuentran en balance energético positivo (lactación media o tardía) en el momento en que se inicia el tratamiento con STBr, el principal efecto de ésta es inhibir la síntesis lipídica, con cambios pequeños o nulos sobre la lipólisis y el porcentaje de grasa en la leche (23). En esta fase, la utilización de nutrientes, a partir de los depósitos corporales, se redirige hacia otros tejidos, a fin de apoyar el incremento de la síntesis láctea e incluso, incrementar el consumo voluntario. Con un consumo de energía adecuado, la vaca alcanza un balance positivo que permite el restablecimiento de las reservas corporales (21).

Otro efecto importante de la STBr es la disminución en la presión parcial de CO<sub>2</sub> sanguíneo (pCO<sub>2</sub>) en animales tratados. Esto se ha atribuido a un incremento en la tasa de ventilación (25). Estos cambios obedecen a un aumento en la utilización del oxígeno necesario para realizar el ajuste metabólico (8).

En el Cuadro 2 se describen otros efectos generales de la STBr sobre el organismo durante el proceso de lactación.

### **Usos de la STBr Durante el Estrés Calórico.**

Como se mencionó, el ajuste homeostático de la vaca frente al estrés calórico es precario y se logra principalmente con la disminución del consumo de materia seca (4,15,16), el aumento de la frecuencia respiratoria, el jadeo y el aumento de

\* Hemeorrética: Sustancia que administrada al organismo producirá homeorresis o la coordinación de procesos metabólicos de diversos tejidos del cuerpo encaminados a desarrollar una función específica, por ejemplo, la producción láctea (269).

**CUADRO 2**  
**EFFECTOS FISIOLÓGICOS DE LA STBr SOBRE LOS ORGANOS DURANTE EL PROCESO DE LACTACION. MODIFICADO DE BAUMAN, D. E. (2).**

ORGANO	EFECTO DURANTE LOS PRIMEROS DIAS DE TRATAMIENTO
Glándula mamaria	Aumenta la síntesis de leche sin alterar su composición Aumenta el consumo de nutrientes usados para la síntesis láctea Aumenta la actividad celular secretoria Aumenta el número de células secretorias Aumenta el flujo sanguíneo mamario
Hígado	Aumenta los rangos basales de gluconeogénesis Disminuye la capacidad de la insulina para inhibir la gluconeogénesis No hay cambios referentes a los efectos del glucagón sobre la gluconeogénesis y la glucogenólisis
Tejido adiposo	Disminuye la lipogénesis basal en un balance de energía positiva Aumenta la lipogénesis en un balance de energía negativo Disminuye la capacidad de insulina para estimular la lipogénesis Decrece la capacidad de la adenosina para inhibir la lipólisis Aumenta la capacidad de las catecolaminas para estimular la lipólisis
Músculo	Disminuye la captación de glucosa
Páncreas	No hay cambios sobre las secreciones basales de insulina y glucagón
Riñón	Aumenta la producción de vitamina 1,25 D3
Intestino	Aumenta la absorción de Ca, P y otros minerales requeridos para la síntesis de leche Aumenta la capacidad de la vitamina 1,25 D3 para estimular la unión del Ca a las proteínas Disminuye la oxidación de la glucosa Aumenta la oxidación de ácidos grasos no esteroidales cuando hay un balance de energía negativo

consumo de agua (3,15,16). Se reduce el movimiento intestinal, la velocidad de paso del bolo alimenticio y se inhibe la rumia (21). Evidentemente, sin un aporte energético adecuado se reduce la producción láctea (12).

Tanto en investigaciones controladas como a nivel de campo, se ha detectado que el uso de la STBr en bovinos sometidos a condiciones de estrés calórico aumenta el consumo de materia seca (17 %) e

incrementa la producción de leche (10-25 %)(4,8). El tratamiento con STBr puede aumentar la producción de 1.2 a 7 l de leche por vaca/día en animales con estrés calórico porque se mantiene el consumo de materia seca (12,26).

En la literatura existen reportes contradictorios acerca de la actividad termorreguladora de la STBr. Algunos investigadores la califican como hormona calorígenica (12,13) y otros sugieren que

la administración de STBr no produce modificación de la temperatura rectal (1,9). Aunque resulta lógico pensar que se produce un aumento de la temperatura corporal proporcional a la administración de STBr cuando las instalaciones no brindan protección adecuada contra las radiaciones solares (3) empero, aún no se ha establecido con exactitud esa relación. Los ensayos realizados a la fecha, no cuentan con las condiciones suficientes para compararlos entre sí (1).

Algunos autores encontraron que en ambientes cálidos con o sin humedad relativa elevada, el uso de la STBr resultó poco eficaz para lograr un aumento en la producción láctea y sugieren que los efectos lactopoyéticos se presentan solamente si se combinan con un manejo adecuado, tendiente a reducir el estrés calórico (1,4). En estos ensayos no se puntualiza cuál fue el efecto de la STBr sobre el estrés calórico *per se*. Por lo tanto, no es exagerado considerar como incompletos los estudios de la STBr sobre vacas productoras en condiciones de estrés calórico. No hay información sobre los cambios que la STBr induce sobre la tasa metabólica del bovino, aunque se ha observado en condiciones habituales que el consumo de energía y la producción de calor aumentan en un 25 % en vacas tratadas con STBr (1,21), pero también se informa que la STBr mejora la disipación de calor en un 24% a través del aumento de pérdidas por evaporación (4). El efecto final de la STBr en el balance térmico parecería ser nulo; empero, esto no se ha demostrado.

Dado que la STBr aumenta el consumo de materia seca y por ende induce mayor producción de calor metabólico, debería exacerbar el estrés calórico. Sin embargo, si se considera la producción como variable para medir el estrés calórico, parece que la STBr utilizada a dosis convencionales

(en promedio 17 mg/animal/día) no aumenta dicho estrés, pues la producción láctea se mantiene y en ocasiones se incrementa (27). Sin embargo, es sabido que dosis elevadas de STBr (25 a 40 mg/animal/día) empeoran los efectos del estrés calórico y reducen la producción láctea (1).

Es posible que exista algún efecto de la STBr directamente sobre el metabolismo de la glándula mamaria sin afectar al organismo. Esto podría explicar el incremento en la producción láctea, separando sus efectos del resto del organismo. En apoyo a esta teoría, algunos autores sugieren que los efectos de la STBr sobre la glándula mamaria están mediados, principalmente, por el incremento del flujo sanguíneo hacia este tejido, causando el aumento del metabolismo mamario, y con ello de la producción láctea y no precisamente debido al aumento en la tasa metabólica basal (2,28). Esta visión sobre el efecto de la STBr requiere de confirmación experimental.

Recientes estudios del efecto de la STBr sobre el estrés calórico, sugieren que el animal responde al estrés con un gasto fisiológico extra, que incluye una fase catabólica que se presenta cuando las demandas metabólicas se destinan a aumentar la disipación de calor. Con la administración de STBr la fase catabólica tiene una duración prolongada que se acentúa, porque se atienden necesidades destinadas a incrementar la producción láctea. Esto es, el organismo "descuida" o le resta importancia a otras actividades fisiológicas. Las consecuencias son importantes, por ejemplo, en contraste con la falta de efectos negativos sobre las variables reproductivas y en la incidencia de enfermedades encontradas por otros autores (1,25), la aplicación de STBr en el animal sujeto a estrés calórico induce

**CUADRO 3**  
**CONCENTRACIONES DE MACROMINERALES (BASE SECA) RECOMENDADAS EN LA**  
**DIETA DE VACAS LECHERAS EN CLIMAS CALIDOS (15).**

MINERAL	CANTIDAD EN EL ALIMENTO (%)
POTASIO	1.50-1.60
SODIO	0.45-0.60
MAGNESIO	0.35-0.40

infertilidad, anestro, aumento de días abiertos y aumento en la incidencia de mastitis (34-76%) (1,18). Este es quizá el costo de utilizar la STBr bajo condiciones de estrés calórico. Sin embargo, hay autores que atribuyen los problemas reproductivos y de salud en presencia de STBr no sólo al estrés calórico, sino también a un mal manejo zootécnico (1,4,5).

#### **Estrés Calórico, STBr y Manejo.**

Tanto en condiciones de estrés calórico, como en condiciones ideales, no se presentarán los efectos producidos por la STBr sobre el aumento de la producción láctea si no existe un aporte adecuado de nutrientes, de electrolitos y un ambiente adecuado (29,30). Con respecto a este último punto, resulta prudente hacer énfasis en algunas recomendaciones para evitar estrés calórico y obtener resultados óptimos con la aplicación de STBr.

1. Es necesario mantener actualizado el cálculo del ITH con el objeto de predecir el estrés calórico y si las condiciones lo permiten, prevenirlo, especialmente en vacas altas productoras (11).
2. Hay que proveer a los animales de lugares sombreados que los protejan de una excesiva exposición al sol durante las horas de más calor en el día y ubicándolos cerca de los bebederos y comederos para estimular el consumo de materia seca y agua (29,30,31).
3. En los lugares con temperatura alta y

humedad relativa baja, se recomienda rociar con agua a los animales (sudoración artificial). Esta práctica reduce considerablemente la presentación de estrés calórico. En lugares de humedad relativa alta es recomendable aumentar la ventilación, por ejemplo, en la sala previa a la ordeña, donde hay hacinamiento de vacas durante la espera y pueden agudizarse los casos de estrés calórico (11,15,16).

4. Es indispensable proporcionar a los animales suficiente agua, ya que el requerimiento de ésta llega a duplicarse (11,14).
5. Hay que aumentar el espacio del comedero para evitar sobrecalentamiento por aglomeración (5).
6. Es de suma importancia suministrar una dieta balanceada *ad libitum* con suficiente forraje de buena calidad. También es recomendable añadir vitaminas A, D y E (14). Por ejemplo, se ha visto que las reservas de vitamina A en novillos se reducen un 30 % durante el estrés calórico (14,16).
7. También se deben considerar los requerimientos específicos de sodio y particularmente de potasio, que se pierden durante el estrés calórico (14,16). En el caso de los macrominerales, se tendrán que administrar en concentraciones arriba de los requerimientos establecidos por el National Research Council (14). En el Cuadro 3 se listan las concentraciones de macrominerales necesarias en base seca

sugeridos para suplementar en climas cálidos.

## DISCUSION

Como ha sido documentado en diversos estudios (15,27), la STBr puede exacerbar las respuestas de los bovinos hacia el estrés calórico, ya que provoca un incremento en el metabolismo de diferentes órganos y tejidos para inducir un aumento en la producción láctea (8). Es bien sabido que cuando la pérdida de calor iguala la producción del mismo, se llega a un punto crítico, por debajo del cual la administración de STBr puede ser tolerada (punto de tolerancia). Arriba del punto de tolerancia, la administración de STBr contribuye a la prolongación de la fase de estrés catabólico y aumenta la tasa de producción de energía metabólica, lo cual podría empeorar los efectos producidos por el estrés calórico y afectar también la producción láctea (32). El punto crítico se puede alcanzar cuando se administran dosis elevadas de STBr (25 a 40.5 mg por animal) (1).

Dentro del punto de tolerancia, parece ser que la energía metabólica producida por la administración de STBr a dosis convencionales (17 mg) es encauzada al aumento del metabolismo de la glándula mamaria para aumentar la síntesis láctea (21,22), mientras que los efectos de termorregulación parecen estar regulados de manera separada (15), por lo que la producción láctea no se verá afectada (8). Sin embargo, otros investigadores aseveran que estos beneficios se pueden lograr en presencia de un buen manejo e implementación de medidas zootécnicas, que de no estar presentes, harían inútil la administración de STBr (8,31).

Un punto adicional que agrega interés al estudio de la hipertermia producida por la

STBr, es la consideración de otro factor relacionado con la intolerancia al calor es el efecto pirogénico causado por los residuos bacterianos provenientes del proceso de manufactura de la hormona (1). Es evidente que se requieren más estudios acerca del efecto de la STBr sobre la homeostasis, salud y bienestar en bovinos productores de leche en condiciones de estrés calórico (17). Resulta difícil aceptar sin pruebas experimentales prospectivas y multicéntricas que la STBr logra un aumento en la producción láctea en condiciones de estrés calórico sin impacto sobre la salud del hato. En México, se cuenta con centros de producción láctea de gran magnitud en los que se ha popularizado el uso de la STBr para aumentar la producción (1,11). El impacto en este rubro es incuestionable, pero poco se ha hecho para definir el costo, si lo hay, sobre la incidencia y prevalencia de enfermedades. Por ejemplo, sería de gran utilidad llevar a cabo estudios epizootiológicos sobre la incidencia de enfermedades asociadas a respuestas inmunodeficientes como la endometritis, la neosporosis, criptosporidiosis, micobacteriosis (enfermedad de Jones), etc.

El uso de la STBr para aumentar la producción láctea en los bovinos establece un hito en la farmacología veterinaria e inicia la era de la biotecnología. Este fármaco ha sido uno de los más estudiados en la historia de la farmacología veterinaria moderna, empero, la magnitud de su impacto en la producción pecuaria amerita estudios adicionales. En este caso y con base en lo presentado en este ensayo, se postula el estudio sobre las repercusiones que puede causar la STBr sobre el sistema inmune, uno de los sistemas más afectado por el estrés (33).

# THE USE OF RECOMBINANT BOVINE SOMATOTROPIN DURING CONDITIONS OF HEAT STRESS IN DAIRY CATTLE: A REVIEW.

## SUMMARY

During heat stress dairy cattle experience a reduction in milk yield. This effect can be partly explained by a compensatory response characterized by a decrease in the production of metabolic heat. This serves as a trigger for various homeostatic mechanisms aimed at losing heat. Recombinant bovine somatotropin (rBST) stimulates milk production. The physiological function of the mammary gland and other organs, provides for all the nutritional requirements for increased milk yield. This effect is presented without or during heat stress. However, rBST also induces higher energy production in treated animals, increasing the risk of worsening the detrimental effects of the heat stress. Therefore, use of rBST should be given under careful monitoring and sound management practices should it be implemented.

KEY WORDS: Heat stress, Bovine somatotropine, Dairy cattle, Milk yield.

## REFERENCIAS

1. Kronfeld D S. Health management of dairy herds treated with bovine somatotropin. J. Am. Vet. Med. Ass. 1994; 204: 116.
2. Bauman D E. Bovine somatotropin: review of an emerging animal technology. J. Dairy Sci. 1992; 75: 3432.
3. Johnson H D, Li R, Manalu W, Spencer-Johnson K J, Becker B A. Effects of somatotropin on milk yield and physiological responses during summer farm and hot laboratory conditions. J. Dairy Sci. 1991; 74: 1250.
4. Mohammed M E, Johnson H D. Effects of growth hormone on milk yield and related physiological functions of Holstein cows exposed to heat stress. J. Dairy Sci. 1985; 68:1123.
5. Staples C R, Head H H, Darden D E. Short-term administration of bovine somatotropin to lactating dairy cows in a subtropical environment. J. Dairy Sci. 1988; 71:3274.
6. West J W. Interactions of energy and bovine somatotropin with heat stress. J. Dairy Sci., 1994; 77: 2091.
7. Phipps R H, Madakadze C, Matsvangwa T, Hard D L, Erchove G. Use of bovine somatotropin in the tropics: the effect of somatotropin on milk production of *Bos indicus*, dairy crossbreds and *Bos taurus* cow in Zimbabwe. J. Agric. Sci. 1991; 117: 257.
8. Cole J A, Hansen P J. Effects of administration of recombinant bovine somatotropin on the responses of lactating and nonlactating cows to heat stress. J. Am. Vet. Med. Ass., 1993; 203: 113.
9. Yousef M K. Heat production mechanism and regulation. In: Yousef K J. (ed.) Stress physiology in livestock, vol.1 Basic Principles, CRC Press 1984: 47.
10. Armstrong D V. Environmental modification to reduce heat stress. In: Western large herd dairy management conference. Las Vegas, Nevada. 1993: 2.
11. Patton A P. The dairy cow in a hot environment: Productive and physiological changes and their effect on management. En: Memorias del Primer Curso Integral sobre Estrés en Animales Domésticos, F.M.V.Z. U.N.A.M., México, D.F. 1994: 12.
12. Manalu W, Johnson H D, Li R, Becker B A, Collier R J. The assessment of thermal stress of somatotropin-injected lactating Holstein cows maintained under controlled-laboratory thermo-neutral, hot and cold environments. J. Nutr. 1991; 121: 2006.
13. Maust L E, McDowell R E, Hooven N W. Effect of summer weather on performance of Holstein cows in three stages of lactation. J. Dairy Sci. 1972; 55: 1133.
14. Beede D K, Collier R J. Potential nutritional strategies for intensively managed cattle during thermal stress. J. Anim. Sci. 1986; 62: 543.
15. Beede D K, Shearer J K. Nutritional management of dairy cattle during hot stress. Agri-Practice, 1991: sept/oct
16. Singh S P, Newton W M. Acclimation of young calves to high temperatures: Composition of blood and skin secretions. Am. J. Vet. Res. 1978; 39: 799.
17. Mallonee P G, Beede D K, Collier R J and Wilcox C J. Production and physiological responses of dairy cows to varying dietary potassium during heat stress. J. Dairy Sci. 1985; 68: 1479.
18. West W J *et al.* Effects on potassium buffers of feed intake in lactating dairy cows and on rumen fermentation *in vivo* and *in vitro*. J. Dairy Sci. 1986; 69: 124.
19. Shneider P L, Beede D K, Collier R J and Wilcox C J. Responses of lactating cows to dietary sodium source and quantity and potassium quantity during heat stress. J. Dairy Sci. 1986; 69: 99.
20. Elvinger F, Natzke R P, Hansen P J. Interactions of heat stress and bovine somatotropin affecting physiology and immunology of lactating cows. J. Dairy Sci. 1992; 75: 449.
21. Bauman D E, Vernon R G. Effects of exogenous bovine somatotropin on lactation. Annu. Rev. Nut. 1993; 13: 437.
22. Bauman D E, Elliot J M. Control of nutrient partitioning in lactating ruminants. In: Biochemistry of Lactation. (ed.) Mephan T.B. Amsterdam: Elsevier Sci. 1983: 437.
23. Bauman D E, Peel C J, Steinbour W D, Reynolds P J, Tyrrell H F, Brown A C G, Haaland G L. Effect of bovine somatotropin on metabolism of lactating dairy cows: influence rates of irreversible loss and oxidation of glucose and nonesterified fatty acids. J. Nutr. 1988; 118: 1031.
24. Bitman J, Wood D L, Tyrrell H F, Bauman D E, Peel C J. Blood and milk lipid responses induced by growth hormone administration in lactating cows. J. Dairy Sci. 1984; 67: 2873.
25. Bianca W, Findlay J D. The effect of thermally-induced hyperpnea on acid-base status of the blood of cows. Res. Vet. Sci., 1962; 3: 38.
26. Peel C J, Bauman D E. Somatotropin and lactation. J. Dairy Sci., 1987; 70: 474.
27. West J W, Mullinix B G, Sandifer T G. Effects of bovine somatotropin on physiologic responses of lactating Holstein and Jersey cows during hot, humid weather. J. Dairy Sci. 1991; 74: 840.
28. Mephan T B, Lawrence S E, Peters A R, Hart I C. Effects of exogenous growth hormone on mammary function in lactating goats. Horm. Metab. Res., 1984; 16: 248.
29. Chalupa W, Galligan, D T. Nutritional implications of somatotropin for lactating cows. J. Dairy Sci., 1989; 72: 2510.

30. West J W, Mullinix B G, Johnson J C Jr., Ash K H, Taylor V N. Effects of bovine somatotropin on dry matter intake, milk yield and body temperature in Holstein and Jersey cow during heat stress. *J. Dairy Sci.* 1990; 73: 2896.
31. Collier R J, Beede D K. Thermal stress as a factor associated with nutrient requirements and interrelationships. In: *Nutrition on grazing ruminants in warm climates*. Academic Press, Washington D.C., 1985: 59.
32. Lotan E, Sturman H, Weller J I, Ezra E. Effects of recombinant bovine somatotropin under conditions of high production and heat stress. *J. Dairy Sci.*, 1993; 74: 1250.
33. Caballero S Ch, Sumano L H. ¿Es el estrés el que controla la respuesta inmune o viceversa?. *Vet. Méx.*, 1994; 25: 90.