

RESPUESTA AL ESTRÉS POR CALOR EN LA VACA LECHERA CRIOLLA HOLSTEIN EN LA REGION CIENEGA DEL ESTADO DE JALISCO, MEXICO

HEAT STRESS RESPONSE IN CREOLE HOLSTEIN DAIRY COW IN
THE REGION STATE CIENEGA JALISCO, MEXICO

**^{III}Aguilar-Aldrete Arturo¹, Bañuelos-Pineda Jacinto², Pimienta-Barrios Eulogio²,
Aguilar-Flores Gustavo¹**

¹Laboratorio de Morfofisiología. Departamento de Medicina Veterinaria. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA). Universidad de Guadalajara. México. ²Departamento de Ecología. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA). Universidad de Guadalajara. México.

RESUMEN

El objetivo del estudio fue determinar la respuesta al estrés por calor en un rebaño de 100 vacas lecheras (VL), mantenidas bajo un sistema de doble propósito, en la región Ciénega del estado de Jalisco, considerando como indicadores al estrés la temperatura rectal (TR) y la frecuencia respiratoria (FR). Se analizó además, el comportamiento de indicadores del clima: temperatura ambiente (TA) y humedad relativa (HR%) la termorregulación en la región de estudio durante 2 años. El clima de la región mostró una gran estabilidad en el periodo de estudio, así como una clara estacionalidad entre las épocas secas y de lluvias, con un índice de temperatura y humedad (ITH) diferente entre épocas y entre las lecturas matutina y vespertina ($p < 0.001$). Los cambios entre las variables de respuesta al estrés por calor de la FR de las vacas permitieron, por medio de la prueba de Clúster, establecer tres tipos distintos de respuesta al estrés por calor: 36 vacas sin estrés, ($FR > 36$ rpm), 29 vacas con estrés suave y moderado (46 - 60 rpm) y 35 vacas con estrés alto (61 - 90 rpm). Estos datos muestran que las vacas criollas Holstein de la región Ciénega del Estado de Jalisco no fueron un grupo homogéneo ante el estrés por calor, y permiten establecer criterios para futuros programas de selección de esta raza en región, Las pruebas de tolerancia al calor en bovinos se realizaron empleando varias formas de exposición de los mismos al estrés por calor.

Palabras clave: estrés, calor, bovinos, holstein, ITH.

^{III} Aguilar-Aldrete Arturo. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara. Ing. Ramón Padilla Sánchez # 2100, La Venta del Astillero, Zapopan, Jalisco. México. A.P. 39-32. arturosaldrete@hotmail.com

Recibido: 14/05/14. Aceptado: 20/06/2014.
Identificación del artículo: abanicoveterinario4(3):31-42/0000054

Sistema Superior Editorial sisupe.org

ABSTRACT

In beef cattle animal welfare has become a determining factor for better productive expression with technical and economic viability of companies, so that heat stress of these, is a situation causing concern for companies targeting the milk production in regions with humid to semi-dry climate. The aim of the study was to determine the response to heat stress in a herd of 100 dairy cows (VL), kept under a dual purpose, in the region of Jalisco Cienega, considering stress indicators rectal temperature (TR) and respiratory rate (RR). Also analyzed the behavior of indicators of climate: temperature (RT) and relative humidity (RH, %) thermoregulation in the study region for two years. The climate of the region showed a high stability in the study period, and a clear seasonality between the dry and rainy seasons, a temperature and humidity index (THI) different between seasons and between morning and evening readings ($p < 0.001$). Changes between the response variables to heat stress of the cow FR allowed, via cluster test, set three different heat stress responses: 36 dairy cows without stress ($FR > 36$ rpm), 29 dairy cows with mild and moderate stress (46 -60 rpm) and 35 dairy cows with high stress (61-90 rpm). These data show that native Holstein cows Cienega region of Jalisco were not a homogeneous group with heat stress, and allow future programs establish criteria for selection of this breed in region testing heat tolerance in cattle were performed using various forms of exposing them to heat stress.

Keywords: stress, heat, cattle, holstein, ITH.

INTRODUCCIÓN

El cambio climático es el principal problema ambiental global del siglo XXI. Este fenómeno nos impone la necesidad de planear a largo plazo y actuar de inmediato para adaptarnos ante los impactos adversos previsibles (Gobierno de la República, 2013). En la ganadería vacuna el bienestar de los animales se ha convertido en un factor determinante para lograr su mejor expresión productiva junto a la viabilidad técnica y económica de las empresas, por lo que el estrés calórico de estos, es una situación que preocupa a las empresas dirigidas a la producción de leche situadas en las regiones con clima sub-húmedo a semiseco (Ariel y col., 2011).

Las altas temperaturas y las variaciones en la humedad relativa del ambiente rebasan la capacidad de los mecanismos fisiológicos de los animales para la disipación del calor que genera, provocando condiciones de estrés que afectan su fisiología y homeostasis (Corrales y col., 2010), que se reflejan en la disminución del consumo voluntario de alimentos (Laszlo y col., 2011), producción de leche (Gobierno de la República, 2013) y en la eficiencia reproductiva de las vacas en producción (Lozano y col., 2005).

En la ganadería se ha empleado el indicador del bienestar animal, el índice de temperatura y humedad (ITH), y la humedad relativa (HR); además considera valores

mayores a 74 como estresantes (De Alba, 2007), en tanto que la respuesta fisiológica de las vacas al estrés por calor se evaluó, utilizando la frecuencia respiratoria (FR) y la temperatura rectal (TR), como indicadores (López y col., 2011).

El tipo de capa del animal, la velocidad del aire y la radiación, son factores útiles para contar con modelos adecuados para estimar el efecto del estrés por calor en los bovinos. Las ecuaciones generales de intercambio de calor requieren, además datos específicos de los individuos, tales como el peso corporal, la producción de calor metabólico, el aislamiento por tipo de tejido o capa, la pérdida de agua por la piel, la profundidad de la capa y sus volúmenes mínimos y máximos periódicos (Berman, 2005). Los bovinos Holstein Criollos tienen grado de adaptación al medio ambiente, donde han evolucionado, que indica que poseen un conjunto de genes único para un ambiente específico (Gobierno de la República, 2013).

En sistemas de doble propósito en México, se informa que el Criollo Lechero Holstein (CLH), ha mostrado cualidades en producción, reproducción o en su habilidad de adaptarse a las condiciones ambientales adversas que imperan en las regiones; sobre todo aquellos referentes a la fluctuación errática de alimentos y de enfermedades (Herrera, 2011).

En México, en el Estado de Jalisco, existe bajo el sistema de pastoreo extensivo, un rebaño de vacas de la raza CLH, que fue trasladado desde Canadá y los Estados Unidos, a la región por productores locales hace 40 años. A esta raza se le considera adaptada al clima local y es preferida para la producción de leche y elaboración de quesos artesanales (Zepeda y col., 2008).

El objetivo del presente estudio, fue determinar la respuesta al estrés por calor de vacas CLH bajo un régimen de doble propósito, expuestas a ambientes distintos de estrés por calor, para evaluar si su comportamiento como un grupo genético considerado como termo tolerante es homogéneo en el rebaño en estudio, o existen en el mismo rebaño diferentes maneras de respuesta a ambientes climáticos cambiantes.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se trabajaron 100 vacas de la raza CLH clínicamente sanas, de aproximadamente 400 kilogramos de peso y 44 meses de edad promedio, bajo condiciones de producción intensiva a semipastoreo, en dos ranchos localizados en los Municipios de Atotonilco y Jocotepec del Estado de Jalisco, México, durante el período comprendido entre los años 2010-2011. Atotonilco se caracteriza por poseer un clima cálido semiseco, con invierno benigno, seco y semicálido al igual que la primavera, AW (tropical lluvioso). Jocotepec es en otoño e invierno no seco, y semicálido, sin cambios térmicos invernales bien definidos (Rosendo y Becerril, 2002).

Las vacas tuvieron libre acceso a forraje paja y ensilaje, sin suplementos dispusieron agua a voluntad. Se formaron tres grupos según el nivel de estrés: Grupo 1, 2 y 3 sin estrés; con estrés moderado); y estrés alto, todos respectivamente.

El ordeño de las vacas se realizó entre las 6:00 hrs y 7:30 hrs con apoyo del ternero, posteriormente se separaron de la madre hasta las 17:00 hrs en que se les dejó amamantar durante 30 min para la separación definitiva hasta el próximo día. El destete dependió del nivel de producción de la vaca y las características físicas del ternero, que ocurre a los 180 días promedio.

Se obtuvieron los registros climatológicos promedios mensuales de temperatura ambiental (°C), humedad relativa (%) y precipitaciones (mm) durante 2010-2011. Se midieron estas variables dos años (2010 y 2011) a través de los registros promedios mensuales obtenidos con un equipo digital. Las mediciones de la TA y la HR en los predios, se realizaron con un higrómetro digital EXTECH® modelo 445702 con una precisión de $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$, colocado en un espacio abierto y protegido por un abrigo meteorológico convencional.

El registro de los datos se realizó por la mañana y por la tarde, en la fecha que se muestreó al ganado; se determinó el valor de ITH por época y muestreos, matutino y vespertino. En cinco oportunidades se expusieron los animales a las radiaciones solares más intensas en la época de lluvia y donde ocurrieron los máximos registros de temperatura y humedad. Con independencia al control de las variables climáticas antes señalado, se midió la temperatura ambiental y la humedad relativa mediante tres lecturas entre 7:00 hrs y 9:00 hrs (AM), para obtener la cifra promedio matutina. Otras tres lecturas se obtuvieron después de expuestos los animales a la máxima intensidad de las radiaciones solares, entre las 17:00 hrs y 19:00 hrs (PM) para contar con un promedio vespertino.

En ambas sesiones se midió la frecuencia respiratoria mediante la observación del flanco del animal, sin agitarse por espacio de un minuto; y después la temperatura rectal a través de un termómetro digital (0.1°C). Para determinar semejanzas entre la población, se realizó un análisis tipo Clúster, que consideró la frecuencia respiratoria como criterio de agrupación, empleando el paquete estadístico Statistica6.0 (STATISTICA, 1984) Este mismo paquete estadístico se empleó para evaluar la respuesta al estrés por calor a través de la prueba de ANOVA, en base a la FR vespertina, por la ecuación:

$$\text{TE} = \text{FR} + \text{HD} + \text{E}$$

Dónde: TE se corresponde con el tipo de estrés, FR con la frecuencia respiratoria, HD con la hora del día y E es el estándar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El ecosistema donde se ubican los animales, objeto de estudio, se caracteriza en Atotonilco el Alto, por un clima semiseco, con invierno benigno, seco y semicálido al igual que la primavera. La temperatura media anual es de 21.1°C, y la precipitación media anual es de 880.4mm, con régimen de lluvias en los meses de junio a septiembre. Jocotepec, su clima es semiseco, con otoño e invierno no secos, y semi cálido, sin cambio térmico invernal bien definido (Ruiz y col., 2004). La temperatura media anual es de 19.5 °C, con máxima de 26.1 °C y mínima de 12.9 °C. El régimen de lluvias se registra entre junio y julio (Tabla 1) con una precipitación media de 663 mm. El promedio anual de días con heladas es de 4; los vientos soplan en varias direcciones. Resulta de interés observar la estabilidad de las variables climáticas durante la fase experimental, con respecto al comportamiento retrospectivo evaluado durante 10 años (Ariel y col., 2011).

Tabla 1. Variables climáticas antes y durante la fase experimental en los municipios de Atotonilco el Alto y Jocotepec.

Variables	Antes del experimento (n= 40 años)				Fase experimental (n=20 años)			
	Época del año				Época del año			
	X±DS	Seca	Lluvia	EE	X±DS	Seca	Lluvia	EE
Temperatura ambiental (°C)	24.9±2.6	23.5	26.9	4.31	25.3±2.5	23.8	27.5	3.206
Humedad relativa (%)	80.6±3.9	81.2	79.8	7.77	81.3±2.9	81.2	81.5	8.948
Precipitación (mm3)	146±175	34.2	303.7	132.59	136±144	35	279	6.056

Los resultados estadísticos no mostraron diferencias, sin embargo se corrobora efecto estacional de las condiciones orográficas de la región, las cuales determinan el comportamiento de los vientos del norte sobre la misma. En los meses secos reduce la TA, se producen variaciones en la HR y se establecen condiciones de un ITH de bienestar para las vacas durante esta época, Estrés calórico- lactancia. Cuando el estrés de calor se ejerce en la mitad de la lactancia, se afecta la persistencia de la misma: en vacas paridas a comienzo del invierno, el nivel de producción hacia el décimo mes de la lactancia es 63% de la producción pico, comparado con sólo 58% en vacas paridas a principios del verano, y que no fueron enfriadas durante esta estación. De una manera significativa ($P<0.001$) con relación al marcado estrés por calor de la época de lluvias. Son notables las diferencias significativas ($P<0.001$) del valor de ITH entre las lecturas matutinas y vespertinas, registradas en los días de mayor calor. Las lluvias comprenden de junio a septiembre; la máxima incidencia de granizo se concentra en los meses de julio y agosto. El invierno es la estación seca y en mayo y junio son las temperaturas más altas.

La asociación de las variables de respuesta a factores estresantes permitió definir que el comportamiento de los animales no es uniforme, al diferenciar tres grupos o subpoblaciones (Tabla 2). El grupo 1 sustancialmente del resto de la población de apenas 0.37 °C, entre la mañana y la tarde; y presenta estable frecuencia respiratoria, sin embargo los grupos 2 y 3 con una diferencia de temperatura mayor con respecto al grupo 1, y sin diferencia entre ellos, 0.85 °C y 1.58 °C, respectivamente, incrementaron las FR en 16 y 43, en igual orden de cita, ante los incrementos de las temperaturas ambiental y rectal.

Tabla 2. Asociación de la respuesta a variables fisiológicas de vacas CLH durante la época de temperaturas elevadas en Atotonilco el Alto y Jocotepec.

Clúster	%de la población estudiada	Temperatura rectal (°C)		Frecuencia respiratoria (rpm)	
		Matutino 7:00hrs – 9:00hrs	Vespertino 17:00hrs – 19:00hrs	Matutino 7:00hrs – 9:00hrs	Vespertino 17:00hrs – 19:00hrs
Grupo 1 Sin estrés	36	37.75±0.81	38.12±0.46	34.60±17.64	26.38±5.30
Grupo 2 Estrés moderado	29	38.16± 0.38	39.01± 0.56	34.80±8.90	50.38 ±7.50
Grupo3 Estrés alto	35	38.22 ± 0.39	39.80 ± 0.61	39.04 ±8.70	82.00±12.09

En correspondencia con estos resultados, en Atotonilco, a diferencia de Jocotepec, se encontraron incrementos de 0.60 °C ± 0.04 °C y 27±1.3 FR en lecturas vespertinas con respecto a las diurnas en vacas criollas Holstein, expuestas por periodos cortos a un estrés moderado, y confirman la utilidad de utilizar este biomodelo para evaluar la respuesta animal al estrés calórico (Kamiya y col., 2005). Situaciones ambientales y respuesta animal similares se han informado en varios países. En Japón vacas Holstein lactando y sometidas a 10 °C (de 18 °C a 28 °C) modificaron su temperatura rectal de 38.4 °C a 40.0 °C (Dt de 1.6 °C) (Hahn y col., 2003); en Israel, se obtuvieron diferentes respuestas a ambientes de verano en vacas Holstein (31.8 °C; 32% HR) e invierno (16.8 °C; 43 % HR) y expresadas en incrementos de 0.37 °C y 2.6 °C, en TR y de la piel, respectivamente que significa la reducción de un 57 % de la pérdida no evaporativa de calor, un incremento de un 47 % de sudoración, 47 % de incremento en la FR y 23 % de reducción total de calor (Berman, 2003). Influyen también en este tipo de respuesta la variabilidad individual y la necesidad de seleccionar animales con mayor capacidad para disipar el calor; ya que en general estos climas, tanto los que tiene veranos no muy calurosos, que se consideran “umbral para el estrés moderado”, como los sometidos a un ambiente calórico muy intenso, imponen a los animales pérdidas de calor a través de la respiración desde un 50% (Kamiya y col., 2005), hasta porcentajes superiores.

En vacas de doble propósito, con diversos encastes de Europeo por Cebú, explotadas en dos regiones con diferentes microclimas, en Yucatán, México, especialmente dos hatos en clima templado y tres en clima cálido, manifestaron también diferentes respuestas, registrándose 24 ± 11.2 y 43 ± 15.2 ($Dt19 \pm 4$ rpm), y TR, 38.7 ± 0.80 y 39.4 ± 0.48 ($D0.7 \pm 0.38$ °C). Se encontró también que las vacas localizadas en la región de clima más cálido, rebasaron los límites normales en la FR (Alzina y col., 2011).

Es importante esclarecer la manera en la que el ambiente afectó durante los dos años de estudio la temperatura rectal (TR, °C) y la frecuencia respiratoria (FR, rpm) de las vacas CLT.

Asumiendo la validez de utilizar la TR y la FR como indicadores de respuesta fisiológica frente a las grandes variaciones de las variables climáticas que caracterizan los ecosistemas donde se desarrollan nuestros animales, en particular la respuesta durante la fase vespertina. Estos datos mostraron el tipo estrés que padecen las vacas de la población estudiada (Tabla 3).

En Cuba se realizaron 886 mediciones respiratorias y de la temperatura rectal en 10 vacas Holstein, que estimaron el estrés por calor en vacas y generaron una tipología de la respuesta al calor, que permitió identificar que un estrés moderado se presenta a los 25 °C y 85 % de humedad; en tanto que el fuerte se presenta a los 30.5 °C y 65 % de humedad (Lozano y col., 2011).

Tabla 3. Tipo de estrés térmico de vacas CLH en Atotonilco el Alto y Jocotepec.

Tipo de estrés	Frecuencia presentación (%)	Frecuencia respiratoria (rpm)
Sin estrés (<36)	30	21-32
Estrés suave y moderado (46-60 rpm)	33	43-58
Estrés alto (61-90 rpm)	37	70-94

Las pruebas de tolerancia al calor en bovinos, se realizaron varias formas de exposición de los mismos al estrés por calor; las derivadas de la medición de FR y TR, después un periodo de exposición al sol, son ahora sustituidas por pruebas realizadas en cámaras con control climático.

En Costa Rica con vacas CLT, junto con 8 tipos raciales más (*Bostaurus*, *Bosindicus* y sus cruces), fueron sometidas, en cámaras climáticas a dos tipos de temperaturas ambientales; 25 °C y 40 °C, con una presión de vapor de 13 mm Hg y 25 mm Hg, respectivamente (Mendoza y col., 2003).

Las lecturas de la FR y TR, se realizaron a seis horas de exposición al ambiente regulado a las 18:00 hrs y a las 6:00 hrs; los resultados fueron significativos ($P < 0.001$);

tanto para razas, como para las lecturas vespertina y matutina. Esta prueba demostró que la respuesta ante el reto prolongado de seis horas a 40.5 °C, era similar en las Criollas, 38.8 °C a 25 °C y 39.7 °C a 40 °C y el F2 Holstein, 38.9 °C a 25 °C y 39.9 °C a 40 °C, para las lecturas matutinas y 38.8 °C a 25 °C y 39.7 °C a 40 °C; y 39.0 °C a 25 °C y 39.7 °C a 40 °C, para las lecturas vespertinas. En tanto que FR matutinas de 37 y 140; 30 y 145 34 para el Criollo y el F2 Holstein, respectivamente y vespertinas de 148 de 27; 148 y 40 en el mismo orden. Por lo que la FR resulta ser un indicador confiable del estrés calórico en vacas expuestas por lapsos al medio ambiente (Caballero y Sumano, 1993). Estos resultados indican lo heterogéneo de la población objetivo al encontrar tres subgrupos, con porcentos similares de individuos que responden de manera diferente ante un mismo fenómeno. Al retar estos animales durante cinco ocasiones a condiciones máximas de estrés calórico, durante dos veranos consecutivos, un grupo apenas modificó su FR, mientras que otros la triplicaron.

Diferentes autores señalan que el ganado Criollo es un animal adaptado, le confieren a las razas Criollas el atributo de ser tolerantes al calor; otros reconocen 450 años de adaptación y producciones de leche anuales promedio de 1,850 kg con casos excepcionales de vacas que producen de 3,500 a 4,000 kg por lactancia; mientras que otros consideran como criterio de adaptación destacado del Criollo, cualidades reproductivas superiores con respecto a la razas Holstein, igualmente aceptadas como tolerantes al calor. Hasta el presente el CLH de México, no ha sido evaluado en relación a su tolerancia al calor y solo se destacan importantes trabajos sobre productividad, tanto del propio Criollo (Montes, 2013); como con su cruce con Jersey (De Alba, 1985).

Cuando el animal requiere disipar el calor, emplea dos tipos de mecanismos: la transmisión que es responsable del 75% del calor disipado por el bovino, mediante los sistemas de radiación, conducción y convección, y la vaporización que es responsable del restante 25% del calor disipado al utilizar los sistemas de transpiración o sudoración y de expiración o jadeo (González, 2005). Los bovinos poseen un sistema de sudoración deficiente, frente a otras especies como el hombre y el caballo, en los cuales es muy eficiente. La disipación de calor por la excreción de heces y orina no es relevante (Arisa y col., 2008).

Los resultados obtenidos indican que las vacas CLH consideradas Atotonilco el Alto y Jocotepec, adaptadas a las condiciones del trópico húmedos americano (Herrera, 2011), presentan diferencias en su capacidad para disipar el calor y sería importante determinar si las mismas influyen sobre su potencial bioproductivo. En un trabajo de (Hann y col., 2003) manifestaron que las estimaciones de estrés por calor ambiental se requieren de medidas de alivio de la tensión de calor en el ganado. El estrés por calor es comúnmente evaluado por el índice de temperatura-humedad (ITH), la suma de las temperaturas de bulbo seco y húmedo. El ITH no incluye una interacción entre la

temperatura y la humedad, aunque la pérdida de calor por evaporación aumenta con la temperatura de aire ascendente. Efecto pelaje obscuro y blanco, que aparenta un secado con velocidad del aire y la radiación, también no se contabilizan en el ITH. La vaca lechera Holstein es el objetivo principal de alivio de estrés térmico, El estrés por calor puede ser estimado para una variedad de condiciones de los modelos de balance térmico (King y col., 1988). Los modelos consisten de animales datos específicos (BW, la producción metabólica de calor, el tejido y aislamiento capa, la pérdida de agua de la piel, la profundidad de capa, y los volúmenes de marea mínima y máxima) y de las ecuaciones generales de intercambio de calor. Un modelo de simulación equilibrio térmico fue modificado para adaptarlo a las vacas Holstein, mediante el uso de datos Holstein para las características de los animales en el modelo, y fue validado comparando sus resultados con los datos experimentales. Los resultados del modelo incluyen radiante, por convección, evaporación piel, la pérdida de calor respiratoria y ritmo de cambio de la temperatura del cuerpo. Efectos de la producción de leche (35 y 45 kg / D) (Tabla 4), profundidad de capa de pelo (3 mm y 6), la temperatura del aire (20 a 45 grados C), la velocidad del aire (0,2 a 2,0 m / s), humedad del aire (desde 0,8 hasta 3,9 superficie kPa), y se expone el cuerpo (100, 75, y% 50) en las salidas balance térmico se examinaron.

Las condiciones ambientales en las que la pérdida de calor respiratorio alcanzado aproximadamente, el 50% de su valor máximo se define como umbrales de estrés de calor intermedio. La velocidad del aire y humedad incrementada significativamente disminuido temperaturas umbrales, en particular en profundidad capa superior. El efecto de la velocidad del aire se amplificó a alta humedad. El aumento de la producción de leche de 35 a 45 kg / día, disminución de la temperatura umbral por 5 grados C. En la vaca acostada, la velocidad más baja de aire en la proximidad de la superficie corporal y la menor superficie expuesta disminuir notablemente la temperatura umbral. La gran variación en los umbrales debido a factores ambientales y de los animales justifica el uso de zonas térmicas basadas en la balanza para la estimación de los índices de estrés por calor. Este enfoque puede hacer estimaciones posibles de temperaturas umbrales en los que se requiere el alivio de estrés térmico por tipos de ganado muy diferentes y situaciones ambientales.

Con base a lo anterior, cabe hacer las siguientes recomendaciones: primera, que el ganadero o técnico debe tener en cuenta es la selección de la raza y sus cruces, de manera que estas sean genéticamente adaptadas a las difíciles condiciones de calor y humedad del clima. Por esta razón la gran mayoría de ganaderos prefieren en menor proporción por su escasa disponibilidad, las razas criollas; que la exposición prolongada y crónica de animales desde una edad temprana a las condiciones de estrés calórico; conduce a los sobrevivientes a una cierta adaptación, pero sacrificando los niveles de producción y reproducción normalmente obtenidos; segunda, aceptando su justificación

económica, esta recomendación sea integrada por una serie de medidas destinadas a mejorar las condiciones ambientales en que se encuentran los bovinos: proporcionar sombra natural a los animales mediante el uso de árboles en los potreros (es el modelo de ganadería silvo pastoril). Los árboles combinan la protección del sol con el efecto de disminuir la radiación creada por la humedad evaporada de las hojas frescas; ya que el ganado bovino 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 otra opción menos recomendable por su costo y durabilidad en nuestro medio, es usar sombras artificiales; el uso de materiales como madera, aluminio, teja o malla poli sombra son efectivos. La cantidad de sombra recomendada para vacas lecheras es de 3,3 y 4,4 metros cuadrados por res (Lopez y col., 2011).

La tercera recomendación es en relación al manejo nutricional del estrés calórico; esta alternativa se basa en la respuesta natural del ganado de reducir de manera voluntaria el consumo de alimento para disminuir el calor metabólico. Evitar el aumento de la temperatura del agua de bebida, no interferir en los hábitos naturales de consumo de forraje en las horas más frescas del día y el uso de suplementos alimenticios energéticos y proteicos, son las medidas más utilizadas. Esta última se recomienda en los países que manejan la ganadería suplementada con granos, pero en nuestro país es de difícil aplicación.

Tabla 4. Efecto del estrés en la producción láctea del 2010 y 2011.

Tipo de estrés	Municipio (número de vacas)		Producción (litros por día)			
	Atotonilco	Jocotepec	Atotonilco	%	Jocotepec	%
Sin estrés	23	12	15/345	56	12 /144	31
Estrés suave y moderado	11	26	11 /121	19	9 /234	50
Estrés alto	16	12	9/144	25	12 /84	19
Total	50	50	35/610	100	33/462	100

Finalmente se hacen notar la importancia de tener una mayor conciencia de los efectos fisiológicos del estrés por calor y de los graves impactos negativos, que se tiene en la producción y reproducción del ganado bovino de leche y por ende, en la productividad y rentabilidad.

CONCLUSIÓN

De los resultados obtenidos del estudio se concluye que las vacas criollas Holstein de la región Ciénega del Estado de Jalisco, no son un grupo homogéneo en su respuesta ante el estrés por calor; presentan diferencias en su capacidad para disipar el calor y sería importante determinar si las mismas influyen sobre su potencial bioproductivo.

Estos datos permitirán establecer criterios para futuros programas de selección genética de esta raza, así como la importancia de trabajar en el confort del animal para que mejore su productividad y beneficios. La implementación de medidas de mitigación del estrés por calor debe considerar, tanto los elementos productivos y de bienestar como también los factores económicos.

LITERATURA CITADA

- ALZINA LA, Farfán EJC, Valencia HER, Yokoyama K. Condición ambiental y su efecto en la temperatura rectal y frecuencia respiratoria en bovinos cruzados (*Bostaurus* x *Bosindicus*) del estado de Yucatán, México. *Revista Biomédica*. 2011; 12:112-121.
- ARISA RA, Maderb TL, Escobar PC. Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche. Escuela de Agronomía, Facultad de Recursos Naturales, Universidad Católica de Temuco, Chile. *Archivo Medicina Veterinaria*. 2008; 40: 7-22.
- ARIEL GT, Espinoza VJ, Ortega PR, Palacios EA. Tolerancia al calor y humedad atmosférica de diferentes grupos raciales de ganado bovino. *Revista MVZ CÓRDOBA*. 2011; 16: 2302- 2309.
- BERMAN A. Effects of body surface area estimates on predicted energy requirements and heat stress. *Journal for Dairy Science*. 2003; 86: 3605-3610.
- CABALLERO HSC, Sumano S. Características del estrés en Bovinos. *Archivo de Medicina Veterinaria*. 1993; 1:1-5.
- CORRALES AJD, Cerón-Muñoz MF, Cañas-Álvarez JJ, Acevedo VC, Sepúlveda RJC, Calvo CSJ, Moreno OM. Estudio producción de leche y días abiertos de vacas holstein en el departamento de Antioquia, Medellín. Colombia. 2010; 32 (93).
- DE ALBA J. Resistencia a enfermedades y adaptación de ganados criollos de américa al ambiente tropical. Departamento de Agricultura, FAO. 2007:1-3.
- DE ALBA J. El criollo Lechero en Turrialba. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE.Serie Técnica. Boletín Técnico N° 15. Costa Rica. 1985: 59.
- GOBIERNO de la Republica. Estrategia Nacional de Cambio Climático, visión 10-20-40. 2013:1-9.
- GONZALEZ PJM. El estrés calórico en los bovinos. Zootecnista U.N. Espec. Producción Animal UDCA. Sitio Argentino de Producción animal, Bienestar Bovino. 2005:1-6.
- HAHN GL, Mader TL, Eigenberg RA. Perspectives on development of thermal indices for animal studies and management. *ProcSymp Interactions between climate and animal production*, EAAP Technical series.2003; 7: 31-44.
- HERRERA FC. Indicadores Fisiológicos de estrés en Ganadería Bovina. Instructora Centro de Formación Agroindustrial SENA Regional 28.Huila.Colombia.2011.

- KAMIYA M, Iwama Y, Tanaka M, Shioya S. Effects of high ambient temperature and restricted feed intake on nitrogen utilization for milk production in lactating Holstein cow. *Journal of Animal Science*. 2005; 76: 217-223.
- KING, VL, K. S. Denise, D. V. Armstrong, and M. Torabi.. Effects of a hot climate on the performance of first lactation Holstein cows grouped by coat color. *J. Dairy Sci.* 1988; 71: 1093-1096.
- LASZLO BV, Halas V and Martin VWA. Impacts of Climate Change on Animal Production and Quality of Animal Food Products. *Earth and Planetary Sciences*. USA 2011; 06-21.
- LOPEZ G, Peña S, Martínez R, Genero E, Abbiati N, Scodellaro C, Melani G. Variables Fisiológicas en Hembras Bovinas Criollas Patagónicas y Aberdeen Angus. *Veterinaria*. Argentina. 2011; 28 (279): 63-69.
- LOZANO DRR, Vásquez PCG, González PE. Efecto del estrés calórico y su interacción con otras variables de manejo y productivas sobre la tasa de gestación de vacas lecheras en Aguascalientes, México. *Medigraphic*. 2011; 245-260.
- MENDOZA MD, Pinos RJM, Ricalde VR, Aranda IEM, Rojo RR. Modelo de simulación para estimar el balance calórico de bovinos en pastoreo. *Interciencia*. 2003; 28 (4): 202-207.
- MONTES YO. Estrés Calórico y Estrés Hídrico. INDAGRO, departamento técnico 2013.
- RUIZ CJA, González AIJ, Anguiano CJ, Vizcaíno VI, Alcántar RJJ, Flores LHE y Regalado RJR. Clasificación climática del estado de Jalisco. Libro Técnico Núm. 1. INIFAP-CIRPAC. Ed. Prometeo. Guadalajara, Jalisco, México. 2004. 178.
- ROSENDO PA, Becerril PCM. Productive performance and genetic parameters in the Tropical Milking Criollo cattle in Mexico. 7th. World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. Montpellier, France. 2002; abstract N° 25.
- STATISTICA 6.0, Paquete estadístico, creado por Statsoft, programas STATA. (1984)
- ZEPEDA RH, Preciado CR, Elton PJ, Salazar PMC, García GT, Hall TR. Reflexiones desde la bioética sobre la nutriología en México, *Revista Salud Pública Nutrición*. 2008; 9 (1).