

# Índice de temperatura humedad y el estrés calórico en el ganado bovino de leche en Guaimaro

*The temperatura humidity index and heat stress on dairy cattle in Guaimaro*

**Lic. Albeht Rodríguez Vega** | [albert@met.cmw.inf.cu](mailto:albert@met.cmw.inf.cu) | Centro Meteorológico de Camagüey

**Ing. Ayamir M. Agramonte Almanza** | [ayamir@met.cmw.inf.cu](mailto:ayamir@met.cmw.inf.cu) | Centro Meteorológico de Camagüey

**Tec. Iomaris Pérez Abraham** | [iomaris@met.cmw.inf.cu](mailto:iomaris@met.cmw.inf.cu) | Centro Meteorológico de Camagüey

Recibido: 20 de diciembre de 2013; aceptado: 2 de mayo de 2014

## Resumen

El objetivo de este estudio es evaluar el estrés de calor presente en el ganado bovino de leche en el municipio de Guáimaro, de la provincia de Camagüey, en el período de 2000 a 2005, para lo cual se determinó el índice de temperatura humedad (ITH), empleado como indicador del estrés de calor y calculado a partir de los datos trihorarios de la temperatura y la humedad relativa del aire de la Estación Meteorológica de Palo Seco, en este municipio. Se utilizaron modelos de simulación para conocer la cantidad de horas diarias en que el ganado estuvo sometido al estrés por calor. En el período lluvioso se producen los valores más altos del ITH y, por consiguiente, el estrés es mayor, con evaluaciones entre leve y moderado; de igual modo, en este período, la duración diaria del estrés es mayor. En el período poco lluvioso, el ganado se encuentra en condiciones mejores, con un número de días significativo en los que no se presenta estrés calórico y otros en los cuales la duración diaria del estrés es muy pequeña.

**PALABRAS CLAVE:** Índice de temperatura humedad, estrés de calor.

## Abstract

The aim of this research was to evaluate heat stress on dairy cattle in Guaimaro, Camagüey provin-

ce, since 2000 to 2005, for which was determined the temperature humidity index (ITH), used as heat stress indicator and computed from the tri-hourly air temperature data and air relative humidity data of the Palo Seco Meteorological Station. Simulation models were used to determine the amount of hours that the cattle were exposed to heat stress. The highest values of ITH occur in the rainy season and, therefore, the heat stress is greater, evaluating mild to moderate. In the dry season, the dairy cattle are in better condition, with a significant number of days for which no heat stress occurs and other days in which the daily duration of heat stress is very small.

**KEYWORDS:** Temperature humidity index, heat stress.

## Introducción

En el clima cálido, la productividad del ganado vacuno de leche se reduce dados los altos valores de temperatura y humedad existentes durante casi todo el año; por ende, se afectan las ganancias económicas de las empresas lecheras.

Los bovinos son animales homeotermos y mantienen su temperatura alrededor de 38 °C mediante el control de la producción interna de calor, así como la

ganancia y la pérdida de calor externo. El calor corporal es intercambiado con el medio ambiente por medio de la radiación, la conducción, la convección y la evaporación (Correa, 2004).

Para evaluar el estrés de calor en el ganado se emplea el índice de temperatura-humedad (ITH), el cual combina valores de la humedad relativa y la temperatura del aire, y es una medida utilizada para indicar el grado de estrés calórico presente en el ganado (Bianca, 1962). El ITH se ha utilizado en algunos países para alertar a los productores y transportadores de ganado sobre las condiciones de tensión de calor que amenazan el bienestar animal.

El ganado se encuentra bajo tensión de calor cuando los altos valores de temperatura y humedad se combinan y limitan la capacidad de los animales para disipar el exceso de calor (Hahn *et al.*, 2001; Mader *et al.*, 2001; Mader, 2003). En la actualidad, existen diferentes categorías para evaluar el estado de confort del ganado de acuerdo con el ITH; estas dependen del tipo de ganado y su edad. En este caso, se analizaron las condiciones de confort en el ganado bovino productor de leche en el trópico.

El valor mínimo de ITH a partir del cual comienzan a manifestarse las condiciones de estrés de calor en este tipo de ganado es 75, según los resultados obtenidos por Kulicov (1980) para la zona termoneutral del ganado europeo y razas tropicales, y según el índice de aseguramiento climático para el ganado Livestock Weather Safety Index (LWSI, siglas en inglés). Además, este valor de 75 se corresponde con algunos estudios realizados en los Estados Unidos y Australia (Jones and Hennessy, 2000; Mader *et al.*, 2004), a partir de los cuales, para evaluar el grado de estrés presente en el animal, se establecen las categorías siguientes: no hay estrés ( $ITH < 75$ ), estrés leve ( $75 < ITH < 78$ ), estrés moderado ( $78 < ITH < 84$ ) y estrés severo ( $84 \leq ITH$ ).

Por consiguiente, el objetivo de este trabajo es estimar el índice de temperatura-humedad en la zona

ganadera del municipio de Guáimaro, en la provincia de Camagüey, para el período 2000–2005.

## Materiales y métodos

Para el presente estudio se emplearon los registros de las observaciones trihorarias de la Estación Agrometeorológica de Guáimaro, correspondiente a la red de estaciones del Instituto de Meteorología (INSMET) de la República de Cuba. La mencionada estación de Guáimaro se encuentra en el poblado de Palo Seco, en los  $21^{\circ} 09'$  de latitud norte y los  $77^{\circ} 19'$  de longitud oeste, a 11 km de la cabecera municipal.

Las variables meteorológicas empleadas fueron la temperatura de bulbo seco y la humedad relativa del aire. A partir de estos datos, durante los seis años de estudio, se determinó el valor del ITH para cada día, con un paso temporal trihorario y empleando la ecuación siguiente (Hahn, 1999):

$$ITH = (0.81 * T) + (HR * (T - 14.4)) + 46.2$$

Donde  $T$  es la temperatura de bulbo seco ( $^{\circ}C$ ) y  $HR$  es la humedad relativa, expresada en decimales.

Además, se calcularon los promedios diario y mensual del ITH, los valores máximo y mínimo para cada día dentro del período, el promedio del ITH para los ocho horarios durante los doce meses del período y el promedio anual.

La cantidad de horas diarias en que el ganado estuvo sometido a tensión de calor se estimó a partir de un modelo de pérdidas económicas para la industria ganadera, elaborado en el Departamento de Ciencia Animal de la Universidad de Ohio, en los Estados Unidos (St-Pierre *et al.*, 2003). En este modelo se presenta una metodología de estimación del ITH acumulado durante 24 h del día, así como las horas de estrés de calor que afectan al animal, teniendo en cuenta los valores del ITH máximo y mínimo, y el valor umbral del ITH para el cual comienza el estrés por calor.

## Resultado y discusión

Al analizar la información como un ciclo promedio ininterrumpido se observa que los valores más altos del ITH se reportan, precisamente, en el período lluvioso que, coincidentemente, es el período característico de altos registros de humedad y temperatura del aire.

La Estación Meteorológica de Guáimaro, representativa de la zona central del territorio camagüeyano, donde se encuentra un área extensa de explotación ganadera, presenta una media anual de 25.5 °C para la temperatura del aire, calculada a partir de los datos trihorarios, con valores que oscilan entre 22.9 °C y 27.7 °C. Los registros más altos se observan en los meses del verano, sobre todo en julio y agosto, cuando es superior a 35 °C. En diciembre, enero y febrero se registran los valores de temperatura más bajos dentro del año que, en ocasiones, pueden descender por debajo de 14 °C.

Por su parte, la humedad relativa del aire presenta un valor medio anual de 82 %, calculada también a partir de los datos trihorarios, y oscila durante el año entre 77 % y 86 %. Los meses del período lluvioso, en los cuales se experimentan valores de temperatura altos, presentan los registros más elevados para la humedad relativa del aire.

Desde mediados de mayo, hasta mediados de octubre, el valor medio diario del ITH es superior a 75; se destacan julio y agosto, con valores del ITH por encima de 77. El período al que se hace referencia presenta un ITH promedio de 76.5, lo cual provoca condiciones ambientales estresantes para los animales. El segundo período, comprendido desde finales de octubre hasta principios de mayo, presenta un ITH medio de 71.7; en este período, los animales presentan condiciones ambientales bastante favorables (Fig. 1).

Julio y agosto presentaron el valor medio mensual del ITH más alto del año (76.9), mientras que en enero se observó el registro más bajo (68.3). El ITH trihorario promedio de los seis años estudiados varió entre

69.8 y 78.3; en tres de los ocho horarios estuvo por encima del valor umbral inferior, en el cual el estrés calórico empieza a afectar negativamente la producción de leche. Lo anterior indica que las vacas ganaron mucho calor del ambiente, puesto que gran parte del tiempo estuvieron expuestas a un estrés térmico superior a 75 (Fig. 2).

Enero presenta las condiciones mejores para el ganado, puesto que el valor medio del ITH es inferior a 75 en todos los horarios, aunque pueden encontrarse días aislados donde este valor sea superado, fundamentalmente, entre los horarios de las 10:00 a.m. y las 4:00 p.m. (Tabla 1). En cinco de los ocho horarios, el ITH es inferior a 70.

En febrero, el ITH es superior a 70 entre las 10:00 a.m. y las 7:00 p.m., con un valor de más de 75 entre la 1:00 p.m. y las 4:00 p.m.; marzo y abril presentan

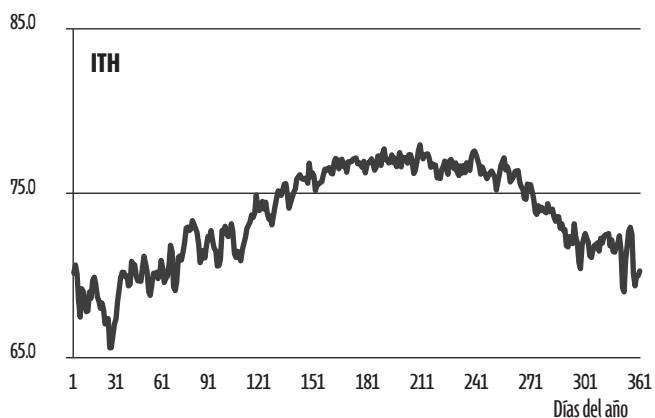


Fig. 1 Promedio diario del ITH para el período 2000-2005.

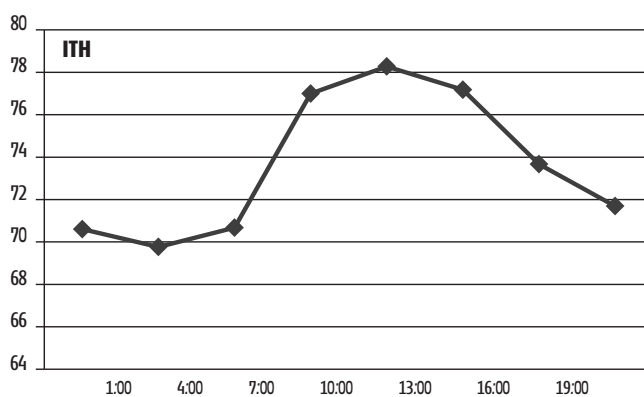


Fig. 2 Promedio trihorario del ITH para el período 2000-2005.

un comportamiento similar, con valores del ITH por encima de 70 en cinco de los ocho horarios (entre la 1:00 p.m. y las 10:00 p.m.), aunque en marzo, el ITH está por encima de 75 entre la 1:00 p.m. y las 4:00 p.m., y en abril, desde la 1:00 p.m. hasta las 7:00 p.m. Los otros dos meses del período poco lluvioso (noviembre y diciembre) se comportan casi de igual forma: valores del ITH por encima de 70 en cinco de los ocho horarios (entre la 10:00 a.m. y las 10:00 p.m.); valores superiores a 75 entre las 10:00 a.m. y las 4:00 p.m. en noviembre, y entre la 1:00 p.m. y las 4:00 p.m., en diciembre.

El ITH medio diario reportado para los meses del período poco lluvioso nunca es superior a 75, por lo cual, como término medio, el ganado no presenta estrés calórico, aunque existen horarios y días dentro de este período en que el ITH está por encima de este valor y llega a alcanzarse la categoría de estrés leve para los animales.

En los meses del período lluvioso (mayo-octubre), el ITH está por encima de 70 durante todo el día. En mayo es superior a 75 entre la 1:00 p.m. y las 7:00 p.m., mientras que en junio, julio y agosto, entre las 10:00 a.m. y las 10:00 p.m., está por encima de 78 entre la 1:00 p.m. y

las 7:00 p.m. Septiembre y octubre tienen un comportamiento similar, con valores por encima de 75 desde la 1:00 p.m. hasta las 10:00 p.m., aunque resulta superior a 78 desde la 1:00 p.m. hasta las 7:00 p.m.

En este período, el estrés calórico en el ganado se evalúa de leve, a pesar de que pueden existir días aislados donde el ITH alcanza valores cercanos a 85, con un estrés evaluado de moderado y, en ocasiones, severo en los días más calurosos del verano. Esto indica que la capacidad de los animales para disipar el calor se ve reducida dados los altos valores de humedad y temperatura registrados en la mayoría de los horarios (Hahn *et al.*, 2001; Mader *et al.*, 2001 y Mader, 2003).

Al comparar los valores (medio, máximo y mínimo) del ITH medio diario para el período, pudo constatar que, en casi la totalidad de los días del año, al menos en uno de los horarios, el ITH es superior a 75, considerando que, para 329 días del año, los valores máximos medios del ITH estuvieron por encima de 75 y los valores medios diarios superaron este valor en 157 días (Fig. 3). El ITH mínimo medio diario no superó este valor para ningún día de estos años.

Teniendo en cuenta el umbral inferior de ITH para el cual comienza a manifestarse el estrés calórico en el ga-

Tabla 1. Distribución del ITH trihorario para cada mes en el período 2000–2005, en Guáimaro

Mes	1:00 am	4:00 am	7:00 am	10:00 am	1:00 pm	4:00 pm	7:00 pm	10:00 pm	Promedio Anual
Enero	65.1	64.2	63.9	71.9	73.6	72.9	68.7	66.3	68.3
Febrero	66.7	65.5	65.1	73.6	75.3	74.9	70.9	68.1	70.0
Marzo	68.3	67.0	67.1	74.9	76.6	76.4	72.4	70.0	71.6
Abril	69.1	67.9	69.2	75.6	77.1	76.2	72.9	70.7	72.3
Mayo	71.8	70.9	73.1	77.8	79.0	77.8	74.8	73.2	74.8
Junio	73.5	72.9	75.2	79.6	80.7	78.9	76.0	74.3	76.4
Julio	74.0	73.4	75.6	80.2	81.2	79.4	76.8	74.9	76.9
Agosto	73.9	73.2	75.1	80.6	81.4	79.5	76.4	74.8	76.9
Septiembre	73.6	73.0	74.2	80.2	81.2	79.4	76.0	74.5	76.5
Octubre	72.6	71.9	72.7	78.9	79.9	78.9	75.1	73.4	75.4
Noviembre	69.8	69.0	69.2	76.1	77.3	76.4	72.4	70.5	72.6
Diciembre	68.8	68.1	67.8	74.5	76.0	75.3	71.7	69.7	71.5
Promedio Trihorario	70.6	69.8	70.7	77.0	78.3	77.2	73.7	71.7	73.6

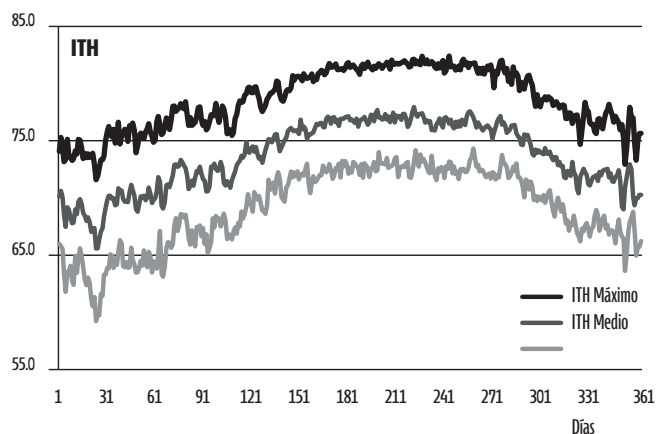


Fig. 3 Comparación entre los valores medios diarios, máximos medios diarios y mínimos medios diarios del ITH en el período 2000-2005.

nado, tomado como 75 para el ganado de leche del trópico, se pudo determinar la cantidad de horas diarias que los animales estuvieron expuestos a estas condiciones.

La duración del estrés durante el día es también mayor en los meses del período lluvioso con valores que oscilan, en promedio, entre 11.3 h y 19.5 h (Tabla 2).

En los meses del período poco lluvioso la duración del estrés de calor en los animales oscila entre 2.5 h y 12.6 h, correspondiendo este último valor a noviembre, cuando todavía existen condiciones de alta humedad y valores relativamente altos de temperatura, lo cual provoca que el ITH sea superior a 75 en gran parte del día.

El promedio mensual de los seis años en la duración diaria del estrés varió entre 4.0 y 9.6 para el período poco lluvioso, y entre 13.6 y 16.9 para el lluvioso (Fig. 4).

Entre 2001 y 2005, la duración del estrés de calor tuvo un comportamiento similar teniendo en cuenta la variabilidad climática anual. El total de días en que se observó estrés entre 10 h y 16 h diarias varió entre 116 días y 152 días; en 2000, solo sucedió en 109 días. Como promedio, los seis años presentaron 128 días con estrés entre 10 h y 16 h.

Entre 2001 y 2003, la cantidad de días con más de 16 h y menos de 24 h de estrés fue superior a 100 días, y osciló entre 103 días y 128 días. Para 2000, 2001 y 2005, la cantidad de días fue de 89 días, 88 días y 90 días, respectivamente.

Tabla 2. Duración del estrés calórico en los animales, en horas

Meses	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Promedio
Enero	3.3	2.6	7.5	3.8	4.3	2.5	4.0
Febrero	3.3	7.8	6.6	9.1	7.3	2.4	6.1
Marzo	4.4	8.7	10.0	11.6	6.6	8.9	8.4
Abril	9.6	9.8	10.0	9.2	9.1	10.0	9.6
Mayo	11.8	11.3	14.8	15.9	13.8	14.2	13.6
Junio	15.8	16.2	15.6	15.3	16.8	17.3	16.1
Julio	15.4	16.3	16.2	16.4	16.6	19.5	16.7
Agosto	15.7	17.3	15.9	15.9	18.3	18.1	16.9
Septiembre	15.8	15.5	15.7	16.3	16.9	17.4	16.3
Octubre	12.1	14.8	15.8	15.7	13.7	15.9	14.7
Noviembre	7.7	5.9	11.4	11.4	7.9	12.6	9.5
Diciembre	7.3	7.3	8.8	5.4	5.8	9.8	7.4

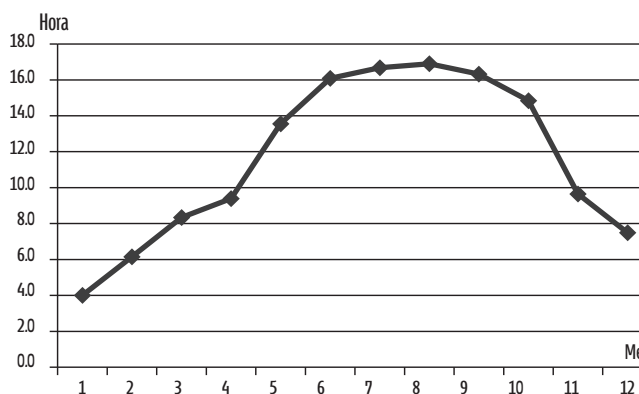


Fig. 4 Promedio diario por meses de la duración del estrés calórico.

Como promedio de los seis años, en 102 días se observó estrés en más de 16 h y menos de 24 h (Tabla 3).

La cantidad de días en que la duración del estrés fue de 24 h resultó inferior a 10 en 2000 a 2003, y nulo en 2000. En 2004 y 2005 se observó estrés durante 24 h en 19 y 35 días, respectivamente. En 2005 solo se presentaron 43 días con más de 0.1 y menos de 10 h de estrés; seguido de 2003, con 55. Para el resto de los años, la cantidad de días superó 73 y, en 2000, alcanzó 97. El año 2000 presentó la mayor cantidad de días en que no se observó estrés calórico en el ganado, con 70 días, seguido por 2001 y 2005, con 60 días; por su parte, 2002 presentó solo 24 días, mientras que en 2003 y 2004 se observaron 43 días y 58 días sin estrés, respectivamente.

Tabla 3. Total de días con estrés calórico en menos de 10 h, entre 10 h y 16 h, en más de 16 h y menos de 24 h, e igual a 24 h, así como días sin estrés durante el período 2000-2005

Categorías de estrés	Años						Promedio
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	
Sin estrés	70	60	24	43	58	60	53
Menos de 10 h	97	79	73	55	82	43	72
Entre 10 h y 16 h	109	116	152	136	118	137	108
Más de 16 h y menos de 24 h	89	103	111	128	88	90	102
Igual a 24 h	0	7	5	3	19	35	12

## Conclusiones

El empleo del índice de temperatura-humedad como un elemento para determinar el estrés calórico presente en el animal es un factor fundamental para los productores ganaderos, teniendo en cuenta las posibles medidas que ellos podrían tomar con vistas a contrarrestar los efectos negativos de ese estrés.

En el período 2000-2005, la determinación del ITH en la región de Guáimaro resultó un factor importante para conocer el grado de estrés calórico a que estuvo sometido el ganado bovino de leche.

En el período lluvioso se producen los valores más altos del ITH y, por consiguiente, el estrés es mayor; en este período, la mayor parte del día, los animales están expuestos a condiciones de estrés de calor, mientras que en días aislados, el estrés los afecta durante todo el día.

El período poco lluvioso presenta valores del ITH más bajos en comparación con el período lluvioso; sin embargo, en los horarios entre las 10:00 a.m. y las 4:00 p.m., el ITH es igual o mayor a 70, lo cual indica que, para este período, los animales también están sometidos al estrés calórico. La duración del estrés calórico en este período, en promedio, no supera 12 h, aunque pueden existir días aislados en que se exceda este valor.

Enero es el mes de condiciones mejores para el ganado, mientras que julio y agosto son los meses de mayor estrés calórico.

Podría hacerse un estudio similar utilizando una serie de años más amplia, para esta y otras regiones de la provincia, donde la actividad ganadera constituya el renglón fundamental de la producción mercantil.

## Referencias Bibliográficas

- BIANCA, W., 1962: 'Relative importance of dry and wet-bulb temperatures in causing heat stress in cattle', *Nature*, London, 195:251.
- CORREA, A, V. YÁÑES, F. VERDUGO, A. PÉREZ, L. AVEDAÑO, *et al.*, 2004: 'Efecto de un sistema de enfriamiento a espacio abierto en la eficiencia productiva de novillos Holstein durante el verano', *Interciencia*, vol. 29 no. 2.
- HAHN, G. L., 1999: 'Dynamic responses of cattle to thermal heat loads', *J. Anim. Sci.* 77, suppl. 2:10.
- HAHN, G. L, T. MADER, D. SPIERS, J. GAUGHAN, J. NIENABER, *et al.*, 2001: 'Heat wave impacts on feedlot cattle: Considerations for improved environmental management'. Proceedings, 6th International Livestock Environment Symposium. St. Joseph, MI: American Society of Agricultural Engineers, pp. 129-139.
- JOHNSON, H. D., 1980: 'Environmental management of cattle to minimize the stress of climatic change', *Int. J. Biometer*, 24:65-78.
- MADER, T, S. M. HOLT, J. B. GAUGHAN, G. L. HAHN, AND A. M. PARKHURST, 2001: 'Heat load management for feedlot cattle'. Proceedings, 6th International Livestock Environment Symposium. St. Joseph, MI: American Society of Agricultural Engineers, p. 147-153.
- MADER, TERRY, 2003: 'Environmental stress in confined beef cattle', *J. Animal Sci*, vol, 81: E110-1119.
- SPIERS, D. E, J. N. SPAIN, J. D. SAMPSON AND R. P. RHOADS, 2004: 'Use of physiological parameters to predict milk yield and feed intake in heat-stressed dairy cows', *J. Thermal Biol.* 29:759-764.