

Evolución horaria del Índice de Temperatura-Humedad como indicador del riesgo de estrés calórico en animales

Pablo Rovira*

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue realizar un seguimiento de la evolución del Índice de Temperatura-Humedad (ITH) durante los meses de verano para caracterizar el riesgo de estrés calórico. Durante cuatro veranos en el periodo 2007-2011 se registró en forma horaria la temperatura del aire y humedad relativa mediante el uso de sensores externos automáticos para luego calcular en forma horaria el ITH a través de la ecuación: $(0,8 \times \text{temperatura media del aire}) + (\% \text{ humedad relativa}/100) \times (\text{temperatura media del aire} - 14,4) + 46,4$. Para cada verano se categorizó el valor de ITH por hora según el riesgo de estrés calórico. En promedio para los cuatro veranos evaluados, un 39% y un 10% del tiempo, las condiciones ambientales fueron favorables para el desarrollo de estrés calórico medio ($72 < \text{ITH} < 79$) y severo ($\text{ITH} \geq 79$), respectivamente. Tomando como referencia el verano de 2007 se graficó en forma horaria la evolución del ITH durante el periodo comprendido entre el 4 de enero y 12 de marzo. Se registraron seis eventos climáticos u «olas de calor», definido como al menos cuatro días seguidos con al menos 2 horas/día con $\text{ITH} \geq 79$ (estrés calórico severo). En dichos días incluso durante la noche y madrugada se registran condiciones climáticas para el desarrollo de estrés calórico medio ($72 < \text{ITH} < 79$) afectando la normal recuperación del animal. La frecuencia de aparición de dichos eventos de calor en cada verano en particular es lo que determina la magnitud de las pérdidas productivas asociadas al estrés calórico.

1. OBJETIVOS

Determinar el porcentaje del tiempo durante los meses de verano en que animales en pastoreo están sometidos a condiciones ambientales con riesgo de estrés calórico medio y severo.

Estudiar la evolución horaria del Índice de Temperatura-Humedad (ITH) entre días y en un mismo día identificando la frecuencia y distribución de los días y horas con riesgo de estrés calórico severo.

2. HIPÓTESIS

Existen condiciones ambientales de estrés calórico en animales en pastoreo en la región este del país. La evolución horaria del ITH determina que dichas condiciones

sean de corta a media duración brindando la posibilidad al animal de recuperarse en el corto plazo.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Durante cuatro veranos en el periodo 2007-2011 se registró en forma horaria la temperatura del aire y humedad relativa mediante el uso de sensores externos automáticos (Hobo Pro Series Model) (Figura 1). Con dichos registros se calculó en forma horaria el Índice de Temperatura-Humedad (ITH) a través de la ecuación desarrollada por Thorn (1959):

$\text{TH} = (0,8 \times \text{temperatura media del aire}) + (\% \text{ humedad relativa}/100) \times (\text{temperatura media del aire} - 14,4) + 46,4$

*Ing. Agr., MSc., Seguridad Alimentaria/Sistemas de Producción. Programa Nacional de Investigación Producción de Carne y Lana.



Figura 1. Sensores automáticos para registro de la temperatura y humedad relativa del aire.

De esta manera se obtuvieron 24 registros de ITH por día durante periodos que variaron de 67 días (verano 2007) hasta 83 días (verano 2010/11). Para cada verano se categorizó el valor de ITH por hora según el riesgo de estrés calórico de acuerdo a la escala publicada por Wiersama (2005): <72 sin estrés calórico, 72-78 estrés medio, 79-89 estrés severo, >98 riesgo de muerte. En función del número de horas en cada categoría se determinó el porcentaje del tiempo con riesgo de estrés calórico.

En una segunda etapa se tomó como referencia el verano de 2007 considerado promedio desde el punto de vista del riesgo de estrés calórico de acuerdo a los registros obtenidos. Se graficó en forma horaria la evolución del ITH durante el periodo comprendido entre el 4 de enero y 12 de marzo con el objetivo de (i) visualizar la evolución horaria del ITH y (ii) determinar la distribución y fre-

cuencia de los días y horas con riesgo de estrés calórico severo ($ITH \geq 79$). Se definió como evento climático «ola de calor» al menos cuatro días seguidos con por lo menos 2 horas/día con registros de $ITH \geq 79$.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Categorización del riesgo de estrés calórico en el periodo 2007-2011

En promedio, en los 4 veranos evaluados el porcentaje del tiempo con riesgo de estrés calórico nulo, medio y severo fue de 51%, 39% y 10%, respectivamente (Cuadro 1). En términos generales, durante la mitad del tiempo en verano existen condiciones de estrés calórico en animales en pastoreo, aunque dicho valor no brinda información sobre la

Cuadro 1. Riesgo de estrés calórico según evolución horaria del ITH en cuatro veranos comprendidos en el periodo 2007-2011

Verano	Periodo	Días	Riesgo de estrés calórico (% del tiempo) ¹		
			Nulo	Medio	Severo
2007	4 ene – 12 mar	67	51	36	13
2008	11 ene – 26 mar	74	57	30	13
2008/09	23 dic – 16 mar	83	45	47	8
2010/11	15 dic – 8 mar	83	52	42	6

¹Riesgo nulo $ITH < 72$; riesgo medio $72 \leq ITH \leq 78$; riesgo severo $ITH \geq 79$.

distribución y frecuencia de los días y horas de mayor riesgo así como de la eventualidad de «olas de calor».

En las categorías de riesgo de estrés calórico medio y severo existe probabilidad de afectar la respuesta en producción animal dependiendo de la intensidad y duración de las condiciones estresantes. Para estimar las pérdidas productivas en sistemas lecheros, Arias y Mader (2010) utilizaron la ecuación reportada por De la Casa y Ravelo (2003), en donde la producción de leche (litros/día/vaca) = $40,51 - 0,2524 \cdot \text{ITH}$.

4.2. Evolución horaria del Índice de Temperatura-Humedad en el verano 2007

Para estudiar la evolución dinámica del ITH se tomó como referencia el verano del 2007 el cual presentó una proporción alta del

tiempo con riesgo de estrés calórico alto (13%). En la Figura 2 se observa la evolución horaria del ITH para cada día del periodo comprendido entre el 5 de enero y el 12 de marzo de 2007. Cada celda representa 1 hora y aquellas coloreadas de amarillo o rojo significan condiciones ambientales de estrés calórico medio o alto, respectivamente.

Desde el punto de vista del riesgo de estrés calórico severo (celdas en rojo), que es el de mayor probabilidad de afectar significativamente la producción, existieron 6 eventos climáticos definidos como «olas de calor» bien diferenciados cada uno compuesto por 4-5 días en donde se registraron horas del día con un $\text{ITH} \geq 79$. Por ejemplo, la primera «ola de calor» fue entre el 9 y 13 de enero en el horario comprendido entre las 11 y 19 horas. La segunda ola de riesgo de estrés calórico alto fue la más severa y estuvo comprendida entre las 10 y 20 horas de

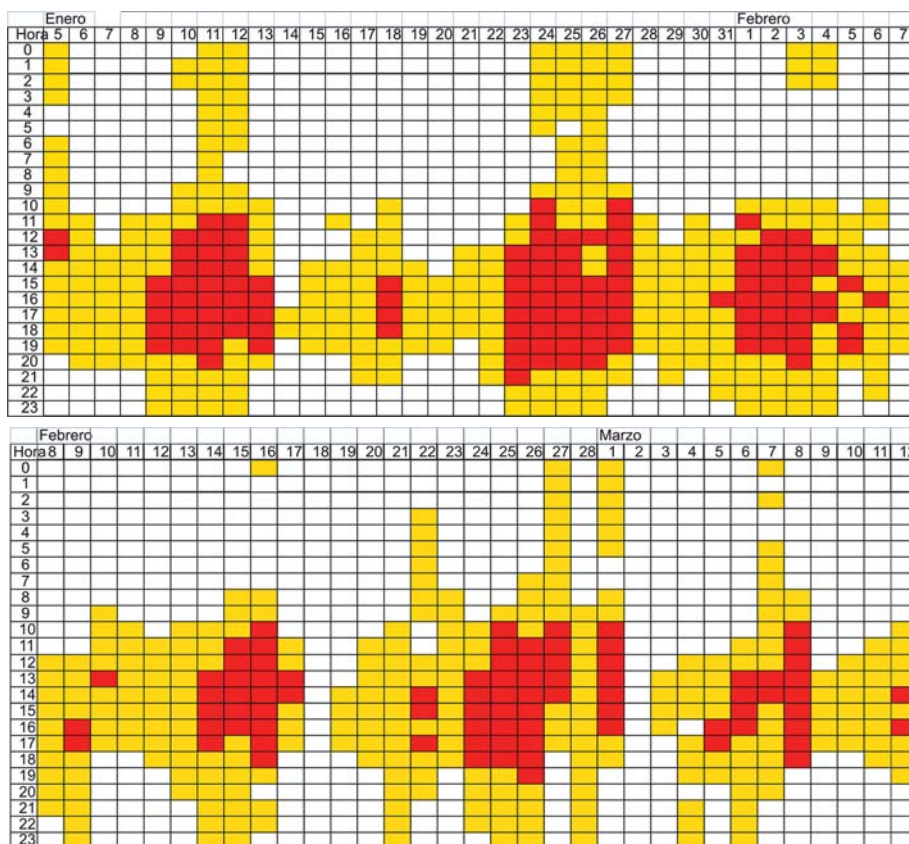


Figura 2. Evolución horaria del ITH en el periodo comprendido entre el 5 de enero y el 12 de marzo de 2007. Cada celda corresponde a 1 hora. Coloración: sin color (riesgo de estrés calórico nulo), amarillo (riesgo medio), rojo (riesgo severo).

los días 23, 24, 25, 26 y 27 de enero de 2007. Como referencia a situaciones extremas de olas de calor, para ganado *Bos taurus* en feedlot se ha definido que cuando durante tres o más días consecutivos se registran valores de $ITH \geq 85$ durante al menos 15 horas/día existe riesgo real de muerte de animales (Hahn *et al.*, 1999).

En dichos periodos de «ola de calor» incluso durante las horas de la noche y madrugada se registraron condiciones de estrés calórico medio (celdas en amarillo) lo que afecta la normal recuperación desde el punto de vista del equilibrio térmico y conducta de pastoreo del animal. Por ejemplo, entre el 24 y 27 de enero prácticamente todas las horas transcurridas tuvieron riesgo de estrés calórico medio o alto. En esas condiciones el animal comienza a acumular calor día a día y se ve imposibilitado de liberarlo ya que las condiciones ambientales se mantienen calurosas.

Dentro de los días categorizados con riesgo de estrés calórico medio en algunas de sus celdas (color amarillo), exceptuando los días comprendidos en las «olas de calor», la situación más común es que dicho riesgo se registre desde media mañana (09.00-10.00 h) hasta la noche (21.00-00.00 h). Luego durante la noche y la madrugada la situación es de ausencia de riesgo de estrés calórico ($ITH < 72$) por lo cual cualquier exceso de calor acumulado durante el día se libera durante las horas más frescas.

Considerando a enero como el mes más caluroso, en los 27 días que se llevaron registros, el número de horas promedio por día con riesgo de estrés calórico ($ITH \geq 72$) fue de 13 horas. Coincide con lo reportado por Valtorta *et al.* (1996) para la región lechera en Santa Fe en Argentina quienes también reportaron un promedio de 13 horas/día en enero con $ITH \geq 72$. Los mismos autores, tomando como referencia un escenario de cambio climático, auguran un incremento a 17 horas/día con riesgo de estrés calórico para el 2025.

El mismo análisis de evolución horaria del ITH se realizó para el verano 2010/11 en donde la proporción de tiempo con riesgo de estrés calórico fue más baja (6%) de acuer-

do al Cuadro 1. En el periodo considerado entre el 15 de diciembre de 2010 y el 8 de marzo de 2011 se registraron 4 «olas de calor» con riesgo de estrés calórico alto comprendido entre principios de enero y mediados de febrero. La frecuencia de aparición de dichos eventos de calor en cada verano en particular es lo que determina la magnitud de las pérdidas productivas asociadas al estrés calórico.

5. CONCLUSIONES

Aproximadamente un 50% del tiempo en el verano los animales están expuestos a condiciones ambientales con riesgo de estrés calórico en la región este del país.

En la mayoría de los días del verano, las horas de la madrugada y temprano en la mañana no representan riesgo de estrés calórico permitiendo la recuperación de los animales en caso de haber sufrido estrés calórico durante el día previo.

Los días que registran horas con riesgo de estrés calórico severo ($ITH \geq 79$) generalmente se agrupan en eventos climáticos u «olas de calor» que ocurren durante 4-5 días seguidos en donde incluso durante la madrugada existen condiciones de riesgo de estrés calórico medio.

6. BIBLIOGRAFÍA

- ARIAS, R.A.; MADER, T.L.** 2010. Determination of potential risk of heat stress of cattle in four locations of Central and Southern Chile. Archivos de Medicina Veterinaria 42, 33-39.
- DE LA CASA, A.C.; RAVELO, A.C.** 2003. Assessing temperature and humidity conditions for dairy cattle in Córdoba, Argentina. International Journal of Biometeorology 48:6-9.
- HAHN, G.L.; MADER, T.L.; GAUGHAN, J.B.; HU, Q.; NIENABER, J.A.** 2000. Heat waves and their impacts on feedlot cattle. In: de Dear, R.J.; Kalma, J.D.; Oke, T.R.; Auliciems, A. (eds.) Biometeorology and Urban Climatology at the turn of the millennium: Selected papers from the Conference ICB-ICUC'99 (Sydney, 8-12

November 1999). WMO/TD-N° 1026. WMO, Geneva. pp 353-357. Consultado en: <http://animalsciences.missouri.edu/research/bec/Brody%20Lecture%20-%20Valtora.pdf>

THORN, E.C. 1959. The discomfort index. *Weatherwise* 12, 57-59.

VALTORTA, S.E.; LEVA, P.E.; FORNASERO, L.V.; BARDIN, J. 1996A. Horas de estrés para el ganado de origen europeo en la República Argentina: Situación actual e

impacto del cambio climático global. *Anais do 1° Congresso Brasileiro de Biometeorologia*: 275 - 285. Consultado en: <http://animalsciences.missouri.edu/research/bec/Brody%20Lecture%20-%20Valtora.pdf>

WIERSAMA, F. 2005. Temperature-Humidity Index. In: *Tropical dairy farming: feeding management for the small holder dairy farmers in the humid tropics*. Ed. John Moran. Landlink Press, Australia. p275.