

OLAS DE CALOR Y ENTREGAS DIARIAS DE LECHE EN TAMBOS DE LA CUENCA LECHERA CENTRAL ARGENTINA

LEVA, P. E.¹, GARCIA, M. S.¹, RODRIGUEZ, R. O.² & VALTORTA, S.E.^{1,3}

RESUMEN

Los objetivos fueron: 1. estimar las horas con Índice de Temperatura y Humedad (ITH) por encima del umbral de confort (ITH=72) para el ganado de origen europeo, durante el período estival, en el área de la Argentina ubicada al norte de los 41°S y al este de los 65° W, y 2. determinar la ocurrencia de olas de calor en la cuenca central argentina y su impacto sobre la cantidad de leche entregada a la industrias. Con datos del Servicio Meteorológico Nacional y del INTA (período 1971-2004), se determinaron, las horas mensuales con ITH>72, que fluctuaron entre 100 y 650 por mes. En la cuenca central se registraron 20 olas de calor en el período 2000-2005. Tuvieron impacto sobre el volumen de leche entregado a la industria cuando la intensidad fue mayor, fundamentalmente en función del ITH mínimo, y el período de recuperación nocturno fue de menos de 8 horas.

Palabras claves: olas de calor, ganado lechero, estrés térmico, índice de temperatura y humedad

SUMMARY

Heat waves and milk delivered daily by dairy farms in the central milk supply area of Argentina.

The objectives were: 1. to estimate hours with Temperature Humidity Index (THI) above the comfort threshold (THI=72) for European cattle, during the summer period, in the area of Argentina located north of 41° S and east of 65° W, and 2. to determine the development of heat waves in the central Argentine milk supply area, as well as their impact on the volume of milk delivered to industry. Hours with THI>72 were determined with data obtained from the National Meteorological Service and INTA (period 1971-2004). They fluctuated between 100 and 650 per month. Twenty heat waves were detected in the central milk supply area during the period 2000-2005. They affected the volume delivered to industry when they were more intense, as evaluated mainly with minimum THI, and when the night recovery period was shorter than 8 hours.

Key words: heat waves, dairy cattle, heat stress, temperature humidity index.

1.- Cátedra de Agrometeorología. Facultad de Ciencias Agrarias, UNL. Kreder 2805. (3080) Esperanza, provincia de Santa Fe. Telefax: (03496) 426400. Email: pleva@fca.unl.edu.ar

2.- Instituto de Clima y Agua. INTA Castelar, Buenos Aires.

3.- CONICET, Buenos Aires.

Manuscrito recibido el 28 de febrero de 2007 y aceptado para su publicación el 20 de septiembre de 2007.

INTRODUCCIÓN

Durante la época estival se observan disminuciones en la producción y en la eficiencia reproductiva del ganado lechero (Valtorta & Leva, 1998). Esta respuesta podría ser más marcada en caso de registrarse olas de calor. Este aspecto cobraría aún mayor importancia en escenarios de cambio global, en los que se espera que los eventos extremos, tales como las olas de calor, aumenten en frecuencia e intensidad (IUC, 2002).

Una ola de calor se define como un período anormalmente cálido y usualmente húmedo de por lo menos un día de duración pero que, convencionalmente, dura entre varios días y varias semanas (AMS, 1989).

Una definición operativa (Hahn *et al.*, 2000) considera que una ola de calor es un período de 3 a 5 días consecutivos con temperaturas o índices de estrés por encima de un umbral considerado como límite de confort. Durante estos períodos, los animales fallan en disipar el calor extra acumulado, especialmente durante los días en que hay varias horas con índices muy elevados y poca oportunidad para recuperarse. Bajo estas condiciones, la termorregulación y el comportamiento ingestivo se ven afectados (Hahn, 1999; Nienaber *et al.*, 2001).

Sobre la base de la definición y las características de las olas de calor propuestas por Hahn *et al.* (2000, 2001), se estimaron las horas diarias de falta de confort para el ganado lechero en la Argentina y, para el caso de la cuenca central se analizó el impacto de estas olas de calor sobre las entregas diarias de leche efectuadas por un conjunto de tambos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se estimaron las horas mensuales del índice de temperatura y humedad (ITH) por

encima del umbral de situaciones de estrés (ITH = 72) durante los meses de diciembre, enero y febrero para el área de la República Argentina ubicada al norte de los 41° de latitud Sur y al este de los 65° de longitud Oeste.

Para obtener esta estimación, se utilizó información meteorológica diaria de temperatura máxima y mínima para el período 1971-2004 (INTA y Servicio Meteorológico Nacional). Se generaron datos horarios de temperatura por el método de Parton y Logan (1981), modificado para la Argentina. También se estimó la humedad relativa (HR) horaria, considerando que la temperatura mínima corresponde a la temperatura del punto de rocío (HR = 100%).

Con la información así generada, se estimaron los valores del ITH horarios, de acuerdo con la fórmula adaptada de Thom (1959):

$$ITH = 1,8 tm + 32 - (0,55 - 0,55 rh) (1,8 tm - 26), \text{ donde}$$

tm: temperatura horaria, °C

hr: humedad relativa horaria, en base decimal.

Luego se generaron las curvas de horas mensuales con ITH por encima de 72, valor considerado como límite del ambiente confortable para vacas lecheras tipo Holstein en producción (Valtorta & Leva, 1998), utilizando un software de interpolación.

Para el análisis del impacto de las olas de calor sobre la producción lechera, se utilizó la información sobre las olas registradas en el área de la Estación Agrometeorológica de Rafaela (31° 11' S; 61° 33' W), ubicada en el centro de la cuenca, durante el período 2000 - 2005. En este caso se consideraron las olas de calor ocurridas durante todo el año y cuya duración fuese entre 3 y 5 días.

Para el mismo período se obtuvo la información de entregas diarias totales de leche de 27 tambos, ubicados a no más de 50 km de

la Estación. Una variable que se tuvo en cuenta para la selección de los establecimientos, que fue llevada a cabo por la empresa receptora, fue que se tratase de tambos manejados por los mismos dueños en el período utilizado.

Las producciones registradas antes, durante y después de olas de calor de 3 a 5 días de duración se compararon mediante técnicas de análisis de varianza, utilizando la prueba de Duncan para determinar las diferencias estadísticas entre medias (Infostat/P,

2007). De acuerdo con Kolver & Müller (1998) las diferencias se consideraron significativas al 10%, dado que se trata de producción bajo condiciones de campo.

RESULTADOS

En la fig. 1 se observan las horas mensuales con ITH > 72 en toda el área de la Argentina al norte del paralelo 41 y al este del meridiano 65, para los meses de diciembre (a), enero (b),

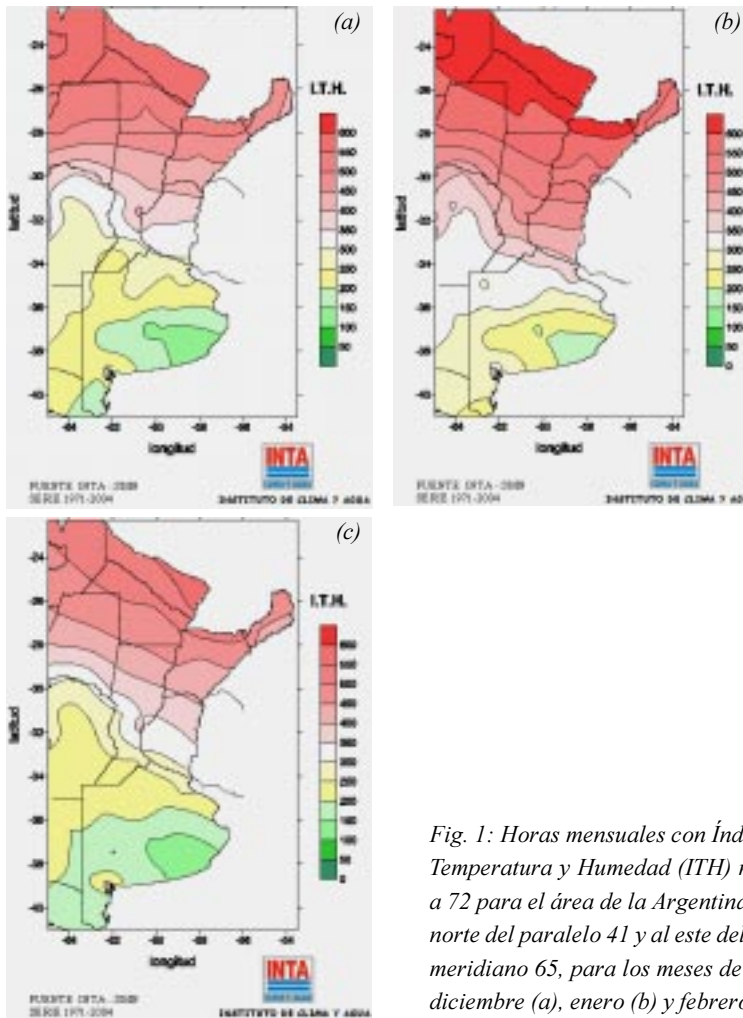


Fig. 1: Horas mensuales con Índice de Temperatura y Humedad (ITH) mayor a 72 para el área de la Argentina al norte del paralelo 41 y al este del meridiano 65, para los meses de diciembre (a), enero (b) y febrero (c)

y febrero. Los valores correspondientes a Rafaela (31° 11' S; 61° 33' W) son 350 a 400 horas para diciembre y febrero y 450 a 500 para enero. Estos valores representan, en promedio, 11,3 a 13,0 horas diarias de falta de confort en diciembre, 14,5 a 16,1 horas en enero y 12,5 a 14,3 horas en febrero.

En Rafaela se registraron 20 olas de calor de entre 3 y 5 días de duración en el período comprendido entre 2000 y 2005 (cuadro 1).

En el cuadro 2 se observan los volúmenes de leche entregados a la industria los días antes, durante y después del registro de una ola de calor. Para antes y después se tomaron la

misma cantidad de días que duró cada ola.

Los ITH máximos y mínimos medios de las olas donde no se registró una disminución significativa en las entregas durante ni después, fueron $76,93 \pm 2,29$ y $72,12 \pm 1,11$. Los valores correspondientes a las olas de calor en las que hubo una merma significativa ($P < 0,10$), fueron $77,71 \pm 1,14$ y $73,18 \pm 1,04$, respectivamente. Los ITH máximos no presentaron diferencias significativas. Sin embargo, los ITH mínimos registrados durante las olas de calor que mostraron afectar las entregas de leche, fueron significativamente más elevados ($P < 0,05$).

Cuadro 1. Fecha de comienzo, duración en días, Índice de Temperatura y Humedad (ITH) máximo y mínimo y horas diarias con ITH > 72, para las 20 olas de calor, entre 3 y 5 días consecutivos con ITH medio > 72, registradas en Rafaela en el período 2000 – 2005.

Comienzo	Duración	ITH máx.	ITH mín.	ITH>72 (hs)
08/04/00	3	79,8	71,2	16
19/10/00	3	74,0	72,4	13
25/12/00	4	78,8	69,8	14
20/11/01	4	78,3	72,5	12
26/12/01	5	76,4	74,0	17
12/02/02	4	76,7	71,9	17
24/08/02	4	76,2	73,4	14
11/10/02	5	79,3	73,7	18
26/12/02	3	77,6	73,6	16
27/03/03	3	77,7	71,5	19
16/10/03	3	73,9	72,5	13
07/11/03	5	77,9	71,7	14
19/12/03	3	78,0	72,6	15
25/12/03	3	78,3	71,3	15
04/01/04	5	79,6	74,4	16
09/02/04	5	76,5	72,7	18
26/02/04	3	77,6	74,2	18
11/04/04	3	79,2	72,2	15
23/11/04	3	74,3	73,9	13
28/01/05	3	74,5	72,5	14

Se registraron 9 olas de calor con impactos significativos sobre el volumen entregado a la industria. La mayoría (8 casos) presentaron 16 o más horas diarias con ITH > 72 (cuadros 1 y 2).

DISCUSIÓN

Durante los meses de diciembre a febrero, se registran horas con ITH por encima del límite de confort para las vacas lecheras en toda el área del país ubicada al norte del paralelo 41 y al este del meridiano 65. Las horas

fluctúan, de acuerdo con el mes y la ubicación geográfica entre 3,5 y 21,2 horas por día, en promedio. En el caso de la cuenca central de Santa Fe, una de las más importantes del país, y con centro en Rafaela, se registran entre 11,3 y 16,1 horas de estrés. Hahn et al. (2000) indican que cuando los animales enfrentan periodos de 3 o más días consecutivos con limitada oportunidad de recuperación nocturna, pueden esperarse efectos negativos si no se utilizan manejos que disminuyan los efectos ambientales.

En un estudio desarrollado en la cuenca central de Santa Fe, Valtorta *et al.* (1997) en-

Cuadro 2, Fecha de comienzo y volumen de leche (L/día) entregado a la industria por 27 tambos antes, durante y después del desarrollo de las 20 olas de calor, entre 3 y 5 días consecutivos con ITH medio > 72, registradas en Rafaela en el período 2000 – 2005.

Comienzo	Antes	Durante	Después	P <
08/04/00	30022 ^a	29278 ^a	28709 ^a	0,711
19/10/00	39546 ^a	39140 ^a	39146 ^a	0,853
25/12/00	36352 ^a	35525 ^a	35234 ^a	0,472
20/11/01	32764 ^a	31597 ^a	32022 ^a	0,187
26/12/01	31496 ^a	30273 ^b	30024 ^b	0,092
12/02/02	28728 ^a	27709 ^b	27714 ^b	0,079
24/08/02	38194 ^a	38252 ^a	37677 ^a	0,333
11/10/02	36893 ^a	35606 ^b	35333 ^b	0,053
26/12/02	35916 ^a	35671 ^a	34757 ^b	0,097
27/03/03	28223 ^a	27637 ^a	26121 ^b	0,005
16/10/03	39648 ^a	39751 ^a	39895 ^a	0,544
07/11/03	38788 ^a	37455 ^a	36372 ^a	0,165
19/12/03	38725 ^a	38687 ^a	37658 ^b	0,095
25/12/03	37658 ^a	37964 ^a	37939 ^a	0,873
04/01/04	38839 ^a	35858 ^b	36791 ^{a,b}	0,063
09/02/04	36787 ^a	35674 ^b	34936 ^b	0,017
26/02/04	34217 ^a	33216 ^{a,b}	32403 ^b	0,026
11/04/04	30661 ^a	29979 ^a	29307 ^a	0,216
23/11/04	40515 ^a	39963 ^a	39124 ^a	0,253
28/01/05	37309 ^a	37787 ^a	37136 ^a	0,279

^{a,b} Dentro de la fila, los superíndices indican diferencias significativas

contraron que durante una ola de calor en la que la temperatura llegó a los 37,9°C, un rodeo de alta producción disminuyó su producción en un 15%. En este caso se analizan las entregas totales de varios tambos en conjunto, durante el período 2000-2005. No se utilizó un registro más extenso debido a que, de acuerdo con Hahn & Mc Quigg (1967, 1970) 5 años son suficientes para realizar este tipo de análisis. Los resultados (cuadro 2) muestran que hay mermas de hasta 5 por ciento en el volumen recepcionado por la industria.

En la mayoría de los casos analizados en este trabajo, las respuestas significativas persistieron cuando los valores medios del ITH bajaron a niveles de confort (<72). Collier *et al.* (1981) y Spiers *et al.* (2004) indicaron que los efectos de una determinada temperatura sobre la producción lechera eran máximas entre 24 a 48 horas después de haber sufrido el estrés. Entre las estrategias de aclimatación el animal disminuye su consumo (Arias *et al.*, 2008) y esto sería una de las razones de pérdida de producción. Sin embargo, no debe considerarse que la sola modificación de la dieta para enfrentar períodos de estrés por calor sea suficiente para mejorar el desempeño. La introducción de modificaciones del ambiente es una importante forma de mitigación (Valtorta & Gallardo, 2004; Gallardo *et al.*, 2005; Arias *et al.*, 2008).

El período de recuperación parecería afectar las respuestas a las olas de calor. Holter *et al.* (1996) informaron que el ITH mínimo estaba más relacionado con la disminución en el consumo de alimentos que el ITH máximo. En el presente trabajo, se observó que el ITH mínimo era más elevado durante las olas de calor que afectaron significativamente las entregas a la industria. Por otro lado, la información parece señalar que los animales requieren al menos 8 horas de recuperación con ITH por debajo del umbral de confort.

Es de hacer notar que durante el mes de enero la situación media (fig. 1) para el área de la cuenca central santafesina es 14,5 a 16,0 horas diarias de estrés. Por otro lado, en un ensayo llevado a cabo en la zona (Valtorta *et al.*, 2002), se concluyó que las olas de calor producen un impacto en el desempeño de vacas lecheras de alta producción en pastoreo. Durante el ensayo se registraron dos olas de calor. Los animales no se recuperaron de la primera ola y no respondieron a la segunda ola de calor, acaecida un mes después. Esos resultados, unidos a la posibilidad evidente (fig. 1) de que los animales estén sometidos a una continua situación de estrés durante el período estival, permitirían suponer que las mermas de la producción que usualmente se observan en otoño, podrían estar en parte determinadas por el efecto residual del verano.

BIBLIOGRAFÍA

- AMS. 1989. Glossary of Meteorology, 5th Edition. Am. Meteorological Society, Boston, MA, USA.
- ARIAS, R.A.; T. L. MADER & P. C. ESCOBAR. 2008. Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche. Arch Med Vet 40: 7-42
- COLLIER, R. J.; R. M. ELEY; A. K. SHARMA; R. J. PEREIRA & D. E. BUFFINGTON. 1981. Shade management in subtropical environments for milk yield and composition in Holstein and Jersey Cows. J. Dairy Sci. 64: 844-849
- GALLARDO, M. R.; S. E. VALTORTA; P. E. LEVA; M. C. GAGGIOTTI; G. A. CONTI & R. F. GREGORET. 2005. Diet and cooling interactions on physiological responses of grazing dairy cows, milk production and composition. Int. J. Biometeorol. 50: 90-95
- HAHN, G. L. & J. D. MCQUIGG. 1967. Expected production losses for lactating Holstein dairy cows as basis for rational planning of shelters.

- ASAE Paper MC-67-107
- HAHN, G. L. & J. D. MCQUIGG.** Evaluation of climatological records for rational planning of livestock shelters. *Agric. Meteorol.* 7:131-141.
- HAHN, G. L.** 1999. Dynamic responses of cattle to thermal heat loads. *J. Anim. Sci.* 77 (suppl.2), 10-20
- HAHN, G. L.; T. L. MADER; J. B. GAUGHAN; Q. HU & J. A. NIENABER.** 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
- HAHN, L.; T. MADER; D. SPIERS; J. GAUGHAN; J. NIENABER; R. EIGENBERG; T. BROWN-BRANDL; Q. HU; D. GRIFFIN; L. HUNGERFORD; A. PARKHURST; M. LEONARD, W. ADAMS & L. ADAMS.** 2001. Heat wave impacts on feedlot cattle: considerations for improved environmental management. In: Stowell, R.R.; Bucklin, R.; Bottcher, R.W. (eds.) *Livestock Environment VI: Proceedings of the Sixth International Symposium*, Louisville, Kentucky. ASAE, St. Joseph, MI, 49085-9659, USA. pp: 129-139
- HOLTER, J. B.; J.W. WEST; M. I. MCGILLIARD & A.N. PELL.** 1996. Predicting ad libitum dry matter intake and yields of Jersey cows. *J. Dairy Sci.* 79:912-921.
- INFOSTAT/P.** 2007. *Software estadístico. Estadística y Diseño* F.C.A. Universidad Nacional de Córdoba.
- IUC** (Information Unit for Conventions) - United Nations Environment Programme. 2002. *Climate disasters and extreme events*. Climate change information sheet 16. <http://www.unep.ch/iuc/submenu/infokit/fact16.htm> Accessed June 24th, 2002
- KOLVER, E. S. & L.A. MÜLLER.** 1998. Performance and nutrient intake of high producing Holstein cows consuming pasture or a total mixed ration. *J. Dairy Sci.* 81:1403-1411
- NIENABER, J. A.; G. L. HAHN; R. A. EIGENBERG; T. M. BROWN-BRANDL & J. B. GAUGHAN.** 2001. Feed intake response of heat challenged cattle. In: Stowell, R.R.; Bucklin, R.; Bottcher, R.W. (eds.) *Livestock Environment VI: Proceedings of the sixth international symposium*, Louisville, Kentucky. ASAE, St. Joseph, MI, 49085-9659, USA. pp: 154-164.
- PARTON, W. J. & J. A. LOGAN.** 1981. A model for diurnal variation in soil and air temperature. *Agric. Meteorol.* 23:205-216.
- SPIERS, D. E.; J. N. SPAIN; J. D. SAMPSON & 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.
- THOM, E.C.** 1959. The discomfort index. *Weatherwise* 12: 57-59
- VALTORTA, S. E.; P. E. LEVA; M. R. GALLARDO; L. V. FORNASERO; M. A. VELES & M.S. GARCÍA.** 1997. Producción de leche: respuesta a la alta temperatura. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 5: 399-401
- VALTORTA, S. E. & M. R. GALLARDO.** 2004. Evaporative cooling for Holstein dairy cows under grazing conditions. *Int J Biometeorol* 48: 213-217.
- VALTORTA, S. E. & P. E. LEVA.** 1998. Respuestas del animal al ambiente. Capítulo 2 en: *Producción de leche en verano*. Centro de publicaciones de la Secretaría de Extensión de la UNLitoral. Santa Fe, Argentina
- VALTORTA, S. E.; P. E. LEVA; M. R. GALLARDO & O. E. SCARPATI.** 2002. Milk production responses during heat waves events in Argentina. 15th Conference on Biometeorology and Aerobiology - 16th International Congress on Biometeorology. Kansas City, MO. American Meteorological Society, Boston. pp 98-101.

