

MITIGACION DEL ESTRÉS CALÓRICO EN VACAS LECHERAS EN UN CLIMA SUBHUMEDO

GHIANO, J.¹; LEVA, P. E.²; WALTER, E.¹;

TAVERNA, M.¹; TOFFOLI, G.² & GARCÍA, M. S.²

RESUMEN

Para evaluar el efecto de la frecuencia de refrescados sobre la producción de leche y marcadores fisiológicos asociados al estrés calórico, durante enero y febrero de 2014, treinta vacas Holstein fueron encerradas desde las 06:00 a 17:00 horas en corrales con sombra artificial, libre acceso a comedero y bebedero, y desde las 17:00 a 04:00 con acceso a pastoreo. Fueron asignados a dos tratamientos: confort tres refrescados (C; n=15) y tradicional, solo dos refrescados (T; n=15). La temperatura corporal y la producción de leche se registraron diariamente. La frecuencia respiratoria y conductas fueron medidas semanalmente. Se calculó el índice de temperatura y humedad (ITH). No se obtuvieron diferencias significativas en la producción. En la frecuencia respiratoria se encontraron diferencias significativas, C presentó 18% menos que el T. Una interacción entre tratamiento y fecha se detectó en frecuencia respiratoria ($p < 0,05$), en los días cuyo ITH fue > 84 . Los animales de C permanecieron 10% menos del tiempo en la sombra que los T. La conducta predominante fue la de parado. Los animales T estuvieron un 60% más de tiempo jadeando que los del confort. *Palabras claves: refrescado; conductas; producción lechera; frecuencia respiratoria.*

ABSTRACT

Damage assessment of brids in sorghum hybrid (*Sorghum bicolor*) in Las Breñas province of Chaco.

The aim of the study was to evaluate the effect of frequency refreshed during the summer on the production of milk and physiological markers associated with heat stress in Holstein cows. During January and February 2014 cows were locked from 06:00 to 17:00 in pens with artificial shade, free access to food and water bowl, and from 17:00 until 04:00 had access to a strip grazing alfalfa. Cows were assigned to treatments: comfort: 3 refreshed daily, one at 11:00 am and the other 2 prior to milking (C; n = 15) and traditional, just 2 prior to milking (T cooled; n = 15). Milk production (PL) was recorded daily, while the rectal temperature (RT), respiratory rate (RR) and behavioral behaviors were measured weekly. The ambient temperature and relative humidity were recorded daily. -humidity Temperature index (ITH) was calculated, no significant differences in PL obtained.

1.- INTA Rafaela. (2300) Rafaela, provincia de Santa Fe. C.C. 22

2.- Facultad de Ciencias Agrarias Universidad Nacional del Litoral. Kreder 2805. (3080) Esperanza, provincia de Santa Fe. Email: pleva@fca.unl.edu.ar

Manuscrito recibido el 29 de septiembre de 2015 y aceptado para su publicación el 1° de abril de 2016.

J. Ghiano *et al.*

In FR significant difference was found between treatments. The C group had 18% fewer FR than T. An interaction between treatment and was detected to date in FR ($p < 0.05$) on days whose ITH was > 84 . The animals in group C remained 10% less time in the shade than predominate T behavior was to stop. The animals in the traditional group were 60% longer than the comfort panting.

Key words: refreshed, behavior, milk production, respiratory rate.

INTRODUCCIÓN

El centro oeste de la provincia de Santa Fe, se caracteriza por ser una región con veranos muy cálidos, que afectan negativamente el desempeño del ganado lechero (17; 18). Estas condiciones ambientales generan estados de estrés calórico en el animal, por lo cual se produce un cambio en las respuestas fisiológicas y conductuales para regular su temperatura corporal, y como consecuencia se produce una reducción en su desempeño productivo (23). La alta radiación solar, temperatura del aire y velocidad del viento limitan la eficiencia termoregulatoria de los medios no evaporativos (conducción, convección y radiación), adquiriendo mayor importancia la disipación del calor por medios evaporativos (jadeo y sudoración) (18; 2). Cada zona geográfica presenta características climáticas diferentes, por lo que la mitigación estratégica del estrés calórico debe ajustarse a la dinámica del clima. La cuenca lechera santafesina, ubicada en el centro oeste de Santa Fe, presenta veranos muy calurosos y con alta humedad atmosférica (4), dado que las mayores precipitaciones se presentan en los meses de verano (9) dificultando la remoción del calor por medios evaporativos, afectando negativamente en el bienestar de las vacas lecheras. Durante el verano, en esta zona se llevan a cabo diferentes estrategias para mejorar el bienestar (BA). Entre esas estrategias de manejo se puede

mencionar el encierre en corral con sombra artificial de las vacas durante las horas de mayor radiación (16). Posteriormente a esta estrategia se le incorporó el refrescado de las vacas, durante 21 minutos, en el corral de espera (19). El refrescado consistía en ciclos de aspersión y ventilación. El objetivo de este ensayo fue evaluar las respuestas fisiológicas, conductuales y productivas aplicando la estrategia del encierre con un aumento en las frecuencias de refrescado.

MATERIALES Y MÉTODO

El ensayo se llevó a cabo durante el verano del 2014 desde 06 de enero hasta el 28 de febrero, en Tambo Experimental que posee el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Rafaela, Santa Fe, Argentina ($31^{\circ} 15,09' 12''$ Sur y $61^{\circ} 29,30' 32''$ Oeste).

Se utilizaron 30 vacas de raza Holando Argentino de las cuales 20 eran multíparas y 10 eran vacas de primera cría (vaquillonas) con aproximadamente 120 ± 25 días de lactancia. El peso corporal (PC) promedio fue de 565 ± 71 Kg y la condición corporal (CC) de $2,5 \pm 0,25$. La escala de CC (14) utilizada califica a las vacas del uno al cinco; siendo uno (1) para vaca flaca y cinco (5) para vaca gorda. Las vacas fueron asignadas a

Mitigación del estrés calórico en vacas lecheras

dos grupos: Confort (C) con tres periodos de refrescado (n=10 vacas y 5 vaquillonas) y Tradicional (T) con dos refrescados diarios (n=10 vacas y 5 vaquillonas).

Todos los animales fueron encerrados desde las 06:00 hasta las 17:00 hs (entre ambos ordeños) donde se les suministró la ración totalmente mezclada (TMR). Los grupos C y T tenían acceso a la pastura de alfalfa en la franja de asignación diaria desde las 17:00 hs hasta el ordeño de la mañana siguiente a las 04:00 hs. Los animales disponían de agua ad libitum tanto en los corrales como en las parcelas.

El encierro se realizó en los corrales estabilizados de alimentación existentes en la EEA Rafaela (Fig. 1). Cada vaca disponía de 50 m² de superficie de corral y 0,7 m de frente de comedero. En dichos corrales existe una estructura de sombra (4 m² por animal de sombra artificial) en el sector posterior del corral, opuesto al

de comedero. La sombra artificial está confeccionada con malla plástica de 80% de intercepción de la radiación solar y la estructura estuvo orientada en dirección norte-sur, con una altura de 4 m en la parte este y 3,2 m en la oeste, logrando una superficie sombreada de 4 m² por animal. Además, los corrales disponían de bebederos de alta recuperación de llenado.

Los animales del grupo confort recibieron un tiempo de refrescado de 21 minutos a las 11:00 hs todos los días. Todos los animales recibieron dos ciclos de ventilación y mojado en el corral de espera previo al ordeño vespertino y matutino. Los animales del grupo C y T fueron encerrados en corrales separados pero bajo las mismas condiciones de manejo y alimentación. La oferta de alimento se ajustó para evitar restricciones en el consumo.

El refrescado de los animales se realizó en el corral de espera, en una superficie



Fig. 1: Corral de encierro de los animales durante las horas de mayor radiación solar del INTA EEA Rafaela.

J. Ghiano *et al.*

de de 172 m² con un techo de chapa a una altura de 4 m . En el mismo se ubicaron los ventiladores a 2,7 m de altura con una inclinación de 13°, con un dinámetro de hélice de 1,25 m y un caudal de aire de 34.000 m³/h con una velocidad de 2 m/seg.

Los aspersores se ubicaron a 3,5 m de altura con un diámetro de mojado de 4,5 m a la altura del lomo del animal. El ángulo de mojado es de 360° con una presión 4,41 bares que genera una gota gruesa de 3 a 5 mm de diámetro. El consumo de agua es de 70 l/h. (Fig. 2)

El refrescado dura 21 minutos con alternancia de 7 minutos de ventilación y 40 segundos de aspersión.

Mediciones

Variables ambientales

La información meteorológica, temperatura máxima diaria (TM, °C), temperatura mínima diaria (tm, °C), humedad relativa media diaria (HR, %) y precipitación diaria (Pp, mm), fue suministrada por la Estación Agrometeorológica del INTA EEA Rafaela.

Con los datos diarios de TM y tm se calculó la temperatura del aire media diaria (T_a) y en base a esta y a la HR media diaria se calcularon los índices de temperatura y humedad (ITH) diarios de acuerdo a la ecuación propuesta por Thom (1959):

$$ITH = (1,8 * T_a + 32) - (0,55 - 0,55 * HR) * (1,8 * T_a - 26)$$

Donde :T_a: temperatura del aire media diaria (°C)

HR: humedad relativa media diaria al tanto por uno

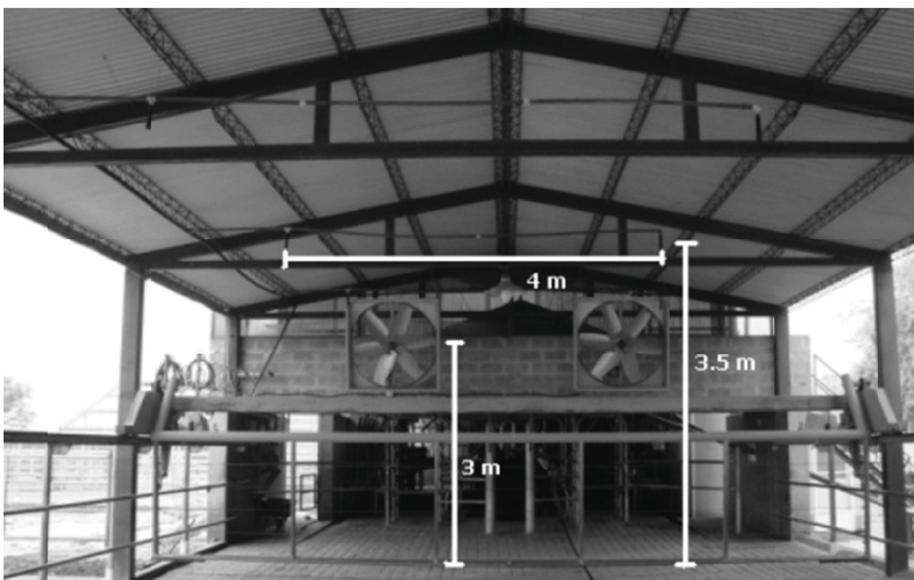


Fig. 2: Corral de espera con aspersores y ventiladores del INTA EEA Rafaela

Mediciones en el animal

Fisiológicas

Temperatura corporal (TC): medición continua diaria con dispositivo intravaginal con registro a intervalo de una hora (Data Logger Thermobutton) a 4 animales por tratamiento.

Frecuencia respiratoria: esto se realizó dos veces por semana en 7 mediciones diarias: 11:00, 11:20, 11:40, 12:00, 12:20, 12:40 y 13:00 hs, a 4 animales por tratamiento (coincidentalmente con los animales que tienen el dispositivo intravaginal). Se registraron a las 13:00 porque es la hora media entre el momento de mayor radiación directa (12:00) y mayor temperatura ambiente diaria (15:00).

Productivas

La producción de leche (PL) individual diaria (en litros) se registró mediante el sistema Alpro™ - DeLaval, durante todo el periodo de ensayo.

Comportamentales

El comportamiento y posicionamiento animal dentro del corral se realizó una vez por semana mediante la metodología de Scan Sampling (Martín y Batenson, 1991) con una frecuencia de 30 minutos de intervalo desde las 06:00 hasta las 17:00. No se efectuaron registros nocturnos dado que los bovinos son mayoritariamente de hábitos diurnos (20).

Las posiciones observadas fueron:

Parados próximos al sector de comedero (CM): aquel o aquellos animales que se encuentren en estación apoyados en la platea de hormigón contigua al comedero con sus cuatro miembros apoyados en la platea.

Parados próximos al sector de bebedero (BD): aquel o aquellos ani-

males que se encuentren en estación, en las cercanías del bebedero.

Sector de sombra posterior del corral (S): animal parado o echado que se encuentra debajo de la estructura de sombra posterior del corral.

Sector central (N): animal parado o echado que se encuentra en el sector central del corral.

A las conductas registradas fueron:

Animal comiendo en el comedero (CD): aquel o aquellos animales que se encuentran con la cabeza en el comedero o con la cabeza levantada realizando la acción de masticar.

Animal bebiendo (B): animal que tiene introducido el morro en el interior del bebedero.

Animal rumiando (PR, ER): aquel o aquellos animales que realizan movimientos de re-masticación con la boca pudiendo encontrarse parado o echado.

Animal de pie en estación (P): aquel o aquellos animales que se encuentran en estación sin realizar otra actividad posee sus cuatro patas erguidas y apoyadas en el suelo.

Animal echado, descansando y/o durmiendo (E): aquel o aquellos animales que se encuentran echados sin realizar otra acción.

Análisis estadístico

Diseño continuo con dos tratamientos. Se analizaron mediante análisis de la varianza los registros individuales de producción diaria de leche y frecuencia respiratoria como medidas repetidas en el tiempo en el mismo animal (InfoStat, 2012).

Para comportamiento se confeccionaron tablas de contingencia y se realizó un análisis de χ^2 (6).

J. Ghiano *et al.*

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Mediciones en el ambiente

Condiciones meteorológicas

En la tabla 1 se presenta las condiciones meteorológicas registradas durante el período en que se llevó a cabo el estudio. Se observa que en promedio la temperatura máxima media como la temperatura mínima media superaron la zona de confort (5- 15°C). La TM se mantuvo por encima del umbral térmico máximo para ganado Holstien que es de 25 °C (5). Por otro lado la tm fue levemente superior a los 20°C en enero y muy cercano a este valor en el mes de febrero. Valtorta *et al.* (1988), informan que cuando las temperaturas mínimas son $\geq 20^{\circ}\text{C}$ los animales presentan problemas para disipar su carga radiativa. De acuerdo a la escala propuesta por Thom (1959), el ITH medio indicó condiciones de estrés calórico moderado. Sin embargo, el 46% de los días el estrés fue elevado de acuerdo a la misma escala. Sólo el 25% de los días fueron confortables para los animales. La HR del mes de enero fue inferior a

lo normal para la zona (serie normal 1970-2010 que es de 72%, pero durante este mes se registraron precipitaciones muy inferiores a la media histórica, lo cual explicaría la baja HR. En el mes de febrero se presentaron precipitaciones abundantes y frecuentes. Se contabilizaron un total de 15 días con lluvia. Por esta razón la HR se colocó por encima de histórico.

Mediciones en el animal

Mediciones fisiológicas

Los valores medios de PL y FR se muestran en la tabla 2. En relación a la TC, cabe aclarar, que si bien, se colocaron un total de 8 termómetros intravaginales (4 animales por tratamiento), solo se pudieron recuperar 3 termómetros. En la tabla 3 se presentan las TC medias de los animales de los cuales se recuperaron los termómetros. La TC de la vaca T fue superior que las del C pero no es suficiente la información para inferir una conclusión. No se detectó diferencias en la PL entre las vacas T y las C. Si las FR media fueron

Tabla 1: a) 2014: Precipitación mensual (Pp, mm), número de días con precipitaciones, Temperatura máxima (TM, media \pm DE, °C), Temperatura mínima (Tm, media \pm DE, °C), Humedad relativa (HR, media \pm DE, %) e Índice de temperatura y humedad (ITH, media \pm DE) del período experimental.

Meses	Pp	Días con Pp	TM	Tm	HR	ITH
Enero	69	7	35,7 \pm 4,5	20,9 \pm 4,2	63 \pm 15,1	77,7 \pm 5,4
Febrero	325	14	25,9 \pm 3,8	16,9 \pm 3,2	82 \pm 8,3	74,5 \pm 4,7

b) Serie de referencia: Estación agrometeorológica INTA Rafaela.

Meses	Pp	Días con Pp	TM	Tm	HR	ITH
Enero	122	9	31,4 \pm 1,4	18,2 \pm 0,98	67 \pm 5,5	73 \pm 3,5
Febrero	130	8	29,9 \pm 1,5	17,2 \pm 1,2	72 \pm 5,9	72 \pm 3,8

Mitigación del estrés calórico en vacas lecheras

18% menores en el grupo confort que en las T. Pero aun así, la FR se presentó muy por encima de la FR que se considera normal para bovinos que es de 20 rpm. (16). Del análisis estadístico de la FR se detectó una interacción significativa ($p < 0,05$) entre tratamiento y fecha. En los días de enero es donde registraron las FR promedios más elevadas (118 rpm para el T y 101 rpm para el C) coincidentes con los ITH superior a 84.

Durante el desarrollo de este ensayo se presentaron un número mayor de días con lluvias que lo normal para la zona (Tabla 1). Si bien, algunos investigadores indican que las precipitaciones causan un efecto positivo sobre la producción diaria de leche, que se incrementa en el 1,0 kg cuando la precipitación es mayor a 40 mm. (24), es importante aclarar que el rango de precipitación analizada en la investigación de Wing Ching-Jones (2008) se encuentra entre 0-116 mm/día, precipitaciones más altas o constantes, pueden generar respuestas diferentes sobre la producción

lácteas por efectos directos sobre el animal, las instalaciones, corrales y callejones o sobre la disponibilidad de pastura (24). Probablemente la ocurrencia de estas abundantes precipitaciones enmascararon las ventajas del refrescado adicional que se les suministró a las vacas del grupo C.

La HR media se mantuvo superior al 45% (tabla 1), que según lo informado por Berman (2006) es donde la eficiencia de las vías respiratorias para eliminar calor se reduce, y a partir del 55% de HR sucede lo mismo con la eficacia del enfriamiento evaporativo.

**Comportamiento
Posicionamiento**

Se determinó una asociación entre el posicionamiento, y el tratamiento ($p < 0,0001$). El figura 3 se presenta el posicionamiento del animal dentro del corral expresado en porcentaje diaria en cada sector desde las 06:00 hasta las 17:00 hs. Se observa que los animales en ambos tratamiento dedican su mayor tiempo a permanecer en la sombra.

Tabla 2: Producción diaria de leche (PL, media ± DE, kg/vaca) y Frecuencia respiratoria (FR, media ± DE, rpm) en los animales del grupo tradicional (T) y confort (C).

Tratamiento	PL ± DE	FR ± DE
T	32,5 ± 2,66	92,1 ± 20,3 a
C	33,0 ± 2,15	77,5 ± 26,4 b

Medias con letra diferentes son significativamente diferentes ($p < 0,0001$)

Tabla 3: Temperatura corporal (media ± DE, °C) obtenida con el dispositivo intravaginal de dos vacas del tratamiento confort (C1 y C2 por ejemplo) y de una vaca del tratamiento tradicional (T).

Tratamiento	TR ± DE
C1	38,8 ± 0,43
T	39,3 ± 0,53
C2	38,9 ± 0,31

J. Ghiano *et al.*

Conductas

En la figura 4 se muestra la distribución de las conductas según tratamiento. Se puede apreciar en la figura 3 que la conducta R no presentó diferencia significativa entre los tratamientos. ($p=0,358$), si se detectó diferencia significativa en las conductas BB ($p=0,0039$), C ($p=0,0046$), J ($p=0,0047$).

Tampoco se detectó diferencias significativas ($p=0,066$) en las conductas E y P en ambos grupos se destinaron el mis-

mo tiempo: 27% y 74% respectivamente.

El porcentaje destinado a E alcanzado en este ensayo es menor al informado para vacas Holshtien que utilizan el 51% del tiempo (21). En este caso se analizó el comportamiento de vacas en estabulación libre, con una disponibilidad de 40 m² de corral por animal. Cabe recordar que en condiciones ideales los bovinos adultos permanecen echados hasta el 69% del tiempo debido, entre otras cosas, a que duermen y descansan

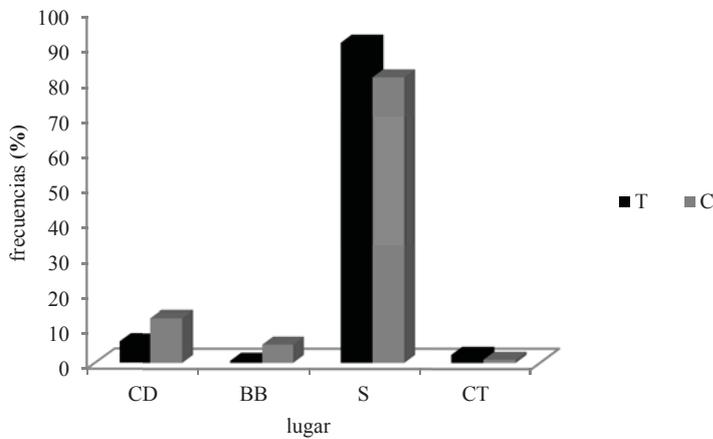


Figura 3: Posicionamiento de los animales del grupo confort (C) y grupo tradicional (T) en los diferentes lugares: sombra (S), comedero (CD), central (CT) y bebedero (BB).

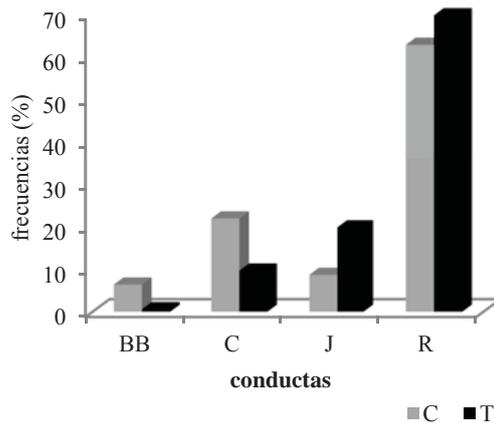


Figura 4: Distribución porcentual de las conductas de los animales de los tratamientos tradicional (T), confort (C); beber (BB), comer (CO), jadear (J) y rumiar (R).

echados (22). Con respecto a esta bibliografía, tenemos que tener en cuenta que nosotros solo medimos algunas horas del día, no todo el día. Con relación a la conducta parada los animales destinaron mucho más tiempo (figura 3) que lo informado por Vitela (2008), donde los animales destinaron solo el 4% a estar parados. Por otro lado Allen *et al.* (2015), observaron que en general los animales permanecen más tiempo en la conducta parada durante la época estival, para facilitar la disipación de calor. Otros autores (8) informaron que el tiempo utilizado en estar parado aumenta en un 10% cuando la carga de calor aumenta en un 15%. Tucker *et al.* (2009) infirieron que las vacas pasan más tiempo de parado para aumentar la pérdida de calor al aumentar la cantidad de superficie expuesta al flujo de aire.

El tiempo destinado a la rumia en los dos grupos C y T fue de 63 y 70%. Estos valores son superiores a lo informado para animales en estabulación que indican valores entre 21 a 26% (10)

El tiempo dedicado a comer según lo informado por Uzal y Ugurlu (2010) es durante el verano del 27,6%. En este ensayo los animales del grupo C destinaron el 22% mientras que los del grupo T fue de 10%. Otros autores informan (3) que las vacas de altas producción destinan entre 4 a 6 horas diarias para alimentarse. En este ensayo las vacas el grupo C destinaron 1,1 horas por día para alimentarse, recordando que las observaciones no se efectuaron durante el periodo nocturno. Los animales T destinaron 0,4 horas. El estímulo para acercarse al comedero según Botheras (2007), es la oferta de alimento fresco. Estos valores están muy por debajo del informado por Botheras (2007). Estas conclusiones deben ser relativas debido a que no medimos durante todo el día.

CONCLUSIONES

Durante la realización de este ensayo las condiciones ambientales no fueron las normales para la zona. Se presentaron a partir de la última semana de enero y prácticamente todo febrero precipitaciones copiosas y frecuentes, por lo que los resultados pueden estar enmascarados. Lo que sí se puede apreciar es que el incremento del refrescado, no altera el patrón de comportamiento y que los animales durante las horas de mayor radiación prefieren mantenerse en la sombra. El aumento del refrescado significó una disminución en la frecuencia respiratoria en todos los horarios. No se pudo detectar efecto del aumento de los refrescados en la producción lechera, probablemente debido a la ocurrencia de abundantes precipitaciones.

BIBLIOGRAFÍA

1. ALLEN, J. D., HALL, L. W., COLLIER, R. J., SMITH, J. F. 2015. Effect of core body temperature, time of day, and climate Conditions on behavioral patterns of lactating dairy cows Experiencing mild to moderate heat stress J. Dairy Sci. 98 :118–127
2. BERMAN, A. 2006. Extending the Potential of Evaporative Cooling for Heat-Stress Relief. J. Dairy Sci. 89:3817–3825.
3. BOTHERAS, N. A. 2007. The feeding behavior of dairy cows: Considerations to improve cow welfare and productivity. Department of Animal Science. The Ohio State University.
4. CONDE, J. 2000. Mapa climático de Köppen. Editoriales y opinión prensa internacional traducidos al castellano on line. <http://www.terra.es/personal/jesusconde>. Acceso: mayo de 2014.
5. DI RIENZO J.A., CASANOVES F., BAL-

J. Ghiano *et al.*

- ZARINI M.G., GONZALEZ L., TABLADA M., ROBLEDO C.W. InfoStat versión 2012. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
6. HAHN, G.L. 1999. Dynamic responses of cattle to thermal heat loads. *J. Anim. Sci.* 77: 10-20
 7. MADER, T.L., HUNGERFORD, L.L., NIE-NABER, J.A., BUHMAN, M.J., DAVIS, M.S., HAHN, G.L., CERKONEY, W.M., HOLT, S.M. 2001. Heat stress mortality in Midwest feedlots. *J. Anim. Sci.* 79(Suppl. 2), 33.
 8. MARTIN, P., BATESON, P. 1991. La medición del comportamiento. Alianza Universidad. Versión española de Fernando Colmenares, 1^o edición. Ed. Alianza. Madrid - España. Pp: 215
 9. OVERTON, M. W., SISCHO, W. M., TEMPLE, G. D., MOORE, D. A. 2002. Using time-lapse video photography to assess dairy cattle lying behavior in a free-stall barn. *J. Dairy Sci.* 85:2407-2413
 10. PAPADAKIS, J. 1980. El clima. Ed. Albatros. Buenos Aires. 351pp.
 11. TAPKI, I., SAHIN, A. 2006. Comparison of the thermoregulatory behaviours of low and high producing dairy cows in a hot environment. *Applied Animal Behaviour Science* 99:1-11
 12. THOM, E. C. 1959. The discomfort index. *Weatherwise* 12: 57-59.
 13. TUCKER, C.B. & SCHÜTZ, K. 2009. Behavioral Responses To Heat Stress: Dairy Cows Tell The Story. Western Dairy Nutrition Conference, Tepme, AZ February. Erişim: http://animal.cals.arizona.edu/swnmc/Proceedings/2009/02Tucker_09. Pdf. visited 3-04-2009
 14. UZAL, S.; UGURLU, N. 2010. The effects of season on the time budget and area usage of animals in an open loose dairy cattle housing. *J. Anim. Vet. Advances* 9: 88-95
 15. VANNIEKERL, A., LOUW, B.P. 1982. Condition scoring of beef cattle. CEDARA Dept. of Agriculture Natal Region, Report N° 15.
 16. VALTORTA, S.E., LEVA, P.E., WEIDMANN, P.E. 1988. Efecto del estrés térmico prolongado sobre la producción lechera en la cuenca santafesina. *Rev. FAVE* 3: 25-29. ISSN 0325-3112
 17. VALTORTA, S.E., GALLARDO, M.R., CASTRO, H.C., CASTELLI, M.E. 1996. Artificial shade and supplementation effects on grazing dairy cows in Argentina. *Transactions ASAE* 39 (1): 233-236.
 18. VALTORTA, S.E., LEVA, P.E., GALLARDO, M. R. 1997. Effect of different shades on animal well being in Argentina. *Int. J. Biometeorol.* 41(2):65-67. ISSN 1432-1254.
 19. VALTORTA, S.E., LEVA, P.E. 1998. Características del ambiente físico. En: Producción de leche en verano. Ediciones UNL, Santa Fe pp 9-20.
 20. VALTORTA, S. E., GALLARDO, M. R. 2004. Evaporative cooling for Holstein Dairy cows under grazing conditions. *Journal Biometeorology* 48:213-217.
 21. VALTORTA, S.E., LEVA, P. E., GARCIA, M. S. & RODRIGUEZ, R. 2008. Regimen Agroclimático de Olas de Calor en la provincia de Santa fe, Argentina. 2008. *Revista Fave - Ciencias Agrarias* 7 (1-2) issn 1666-7719. Pag. 131 a 136
 22. VITELA, I., CRUZ VÁZQUEZ, C., SOLANO, J. 2005. Comportamiento de vacas Holstein mantenidas en un sistema de estabulación libre, en invierno, en zona árida, México. *Arch. Med. Vet.*, 37: 23-27.
 23. WECHSLER, B., SCHAUB, J., FRIEDLI, K., HAUSER, R. 2000. Behaviour and leg injuries in dairy cows kept in cubicles system with straw bedding or soft lying mats. *Appl Anim Behav Sci* 68, 189-197
 24. WEST, J.W. 2003. Effects of heat-stress on production in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 86, 2131-2144.
 25. WING CHING-JONES, R., PÉREZ, R. Y SALAZAR, E. 2008. Condiciones ambientales y producción de leche de un hato de ganado jersey en el trópico húmedo: el caso del módulo lechero-sda/ucr1. *Agronomía Costarricense* 32(1): 87-94. ISSN: 0377-9424