

MITIGACIÓN DEL ESTRÉS CALÓRICO DURANTE EL PREPARTO EN VACAS LECHERAS

TOFFOLI, G.D.¹; LEVA, P.E.¹; SOSA, J.L.²; GHIANO, J.E.J.³;
FERNANDEZ, G.B.^{1,2}; GARCIA, M.S.¹; TAVERNA, M.³ & WALTER, E.³

RESUMEN

Se utilizaron 30 vacas en preparto que se alojaron en un corral seco con acceso a sombra artificial durante el verano. Las vacas fueron distribuidas en dos grupos: sin refrescado (TS) y con refrescado (TR) en el sector comedero. El peso corporal y la condición corporal fueron evaluadas al inicio y a los 25 días. La frecuencia respiratoria se realizó dos veces por semana en cuatro momentos del día. El registro de comportamiento dos veces a la semana. Los datos se analizaron con t Student y χ^2 . El peso y condición corporal no presentaron diferencia significativa. Se observó un efecto del tratamiento en el día y horario para la frecuencia respiratoria ($p < 0,0001$). La conducta de parado a la sombra fue la que dedicaron mayor tiempo en ambos tratamientos 27 % en TS y 29 % en TR. No hubo diferencias en la producción lechera entre TS y TR: 31,4 l/v/d y 30,6 l/v/d respectivamente.

Palabras clave: conducta, frecuencia respiratoria, producción lechera.

ABSTRACT

Mitigation of prenatal caloric stress in dairy cows.

Thirty cows in prepartum who stayed in a dry pen with access to artificial shadows were used. The cows were divided into two groups: unrefrigerated (TS) and refrigeration (TR) in the feeder sector. At the start of the trial at 25 days it was evaluated weight and body condition. Twice a week and times of day four respiratory rate was measured. Twice a week the behavior was recorded the data analyzed with T Student and chi square. Weight and body condition showed no significant difference. It observed a treatment effect on the day and time for the respiratory rate ($p < 0.0001$). The behavior of standing in the shadow was the highest in TS 27 % and 29 % in TR. There were no statistical differences in milk production between treatments in the sun and chilled which was 31,4 l/v/d and 30,6 l/v/d. respectively.

Key words: behavior, respiratory rate and milk production.

1.- Facultad de Ciencias Agrarias (UNL). Kreder 2805. (3080HOF) Esperanza, provincia de Santa Fe.
Email: guiltoffoli@hotmail.com

2.- Facultad de Ciencias Veterinarias (UNL). Kreder 2805. (3080HOF) Esperanza, provincia de Santa Fe.

2.- Técnicos de la Estación Experimental INTA Rafaela. (2300) Rafaela, provincia de Santa Fe.

Manuscrito recibido el 4 de abril de 2016 y aceptado para su publicación el 11 de octubre de 2016.

INTRODUCCIÓN

El estrés por calor, definido como el punto en el que la ganancia de calor de la vaca supera la cantidad de pérdida de calor (34), tiene consecuencias importantes para el bienestar de los animales (BA) y el rendimiento, y se considera la razón más importante que explica la disminución de la producción de leche durante el verano (2, 35, 42). La investigación dirigida a la prevención (35) de estrés por calor en vacas en lactación y la implementación de los sistemas de refrigeración para las vacas en lactancia, apunta a minimizar la disminución de la producción de leche durante el verano (21, 37, 42, 43, 45).

Pero poco se sabe sobre los efectos de enfriamiento en vacas lecheras durante las últimas tres semanas de gestación sobre la producción de leche y la salud posparto. Las tres semanas previas al parto representan un período importante para el crecimiento fetal (3, 33). Los pesos de nacimiento de los terneros de vacas expuestas al estrés calórico son inferiores a los de las vacas no estresadas por calor (13, 15, 16, 51). La iniciación de la síntesis de leche tiene lugar durante el período preparto, y podría verse afectada por las alteraciones hormonales causadas por el estrés térmico (12, 24). Moore *et al.* (28) evaluaron 341 lactancias de seis sitios del estado de Mississippi, EE. UU., e informaron que el estrés por calor en el período seco (60 días antes del parto) tenía la mayor influencia negativa en la producción de leche en el principio y al medio de la lactación.

Se conoce que el estrés por calor reduce el consumo de alimento cuando las temperaturas por encima 25 a 27 °C, con un marcado impacto a temperatura superior a

30 °C (30), lo que podría influir en la movilización de los tejidos. Además, la concentración de ácidos grasos no esterificados (NEFA) en sangre aumenta normalmente durante los días previos al parto (3, 7).

La implementación de sistema de refrigeración en los animales en preparto, mejora su bienestar (BA). El concepto de BA es complejo. No existe una definición universal, sino varias desde distintas aproximaciones. Una de las más aceptadas es la Broom (9), que lo define como “el estado en el cual el animal es capaz de enfrentar y adaptarse al ambiente y a los cambios que en él se producen”. Podemos deducir que el bienestar animal es un estado propio del animal y puede ser estimado por la medición de los esfuerzos que realiza para alcanzar el estado ideal. El fallo permanente en satisfacer las necesidades de confort puede tener peores consecuencias que el fallo temporal en satisfacer las necesidades de salud (10).

El objetivo de este estudio fue examinar los efectos sobre el desempeño reproductivo y bienestar en vacas preparto manejadas con un sistema de refrigeración (sombra, aspersores y ventiladores) en el sector de comederos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar de realización del ensayo

El ensayo se llevó a cabo en el Tambo Experimental de la Estación Experimental Agropecuaria del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) Rafaela, Santa Fe, Argentina (31° 15,09' 12" S y 61° 29,30' 32" W). El clima de esta zona es templado con verano muy cálido y con un régimen de precipitación isohigro con tendencia monzónica (14).

Se utilizaron corrales con una estructura de media sombra en el extremo oeste, opuesto al sector de comedero (figura 1). Estas estructuras de sombra se confeccionaron con malla plástica con 80 % de intercepción, con orientación N-S. Estas estructuras presentaron una altura de 4 m en la parte este y 3,2 m en la oeste, y con ello se logró una superficie sombreada de 4 m² por animal. Por otro lado, la zona de comederos consistió en una platea de hormigón, ubicada en el lado este de los corrales. Los mismos presentaron una longitud de 1,2 m de frente para cada vaca.

Con respecto al agua, esta se suministró en bebederos de alta recuperación de llenado.

Época en que se realizó

La experiencia se llevó a cabo desde el 5 de enero del 2015 hasta el primer tercio de la lactancia.

Tratamientos y animales

Se utilizaron 30 vacas Holando Argentino multíparas en transición (mérito genético +9000 l de leche/lactancia) cuyo peso promedio al inicio del ensayo fue de 747,9kg \pm 76,2 y con un condición corporal de 3,4 \pm 0,28. Estos animales empezaron el ensayo en promedio de 49 \pm 6 días antes del parto para el tratamiento de refrescado y de 52 \pm 9 días para el tratamiento sol.

Los animales se asignaron al azar a 2 tratamientos: tratamiento refrescado (TR) sector de comedero con sombra y sistema de aspersión y ventilación, y en la parte posterior sombra artificial con malla de media sombra (n=15) (figura 2); tratamiento sol (TS) sector de comedero sin protección a la radiación solar, y en la parte posterior sombra artificial con malla de media sombra (n=15) (figura 3). Luego del parto todos los animales fueron manejados como el resto de los animales del establecimiento,



Figura 1. Zona de media sombra en el sector oeste del corral.



Figura 2. Sector de comedero provisto con sombra y sistema de aspersión y ventilación para los animales del tratamiento con refrigeración (TR).

es decir con aspersión y ventilación. Además ambos corrales disponían de sombra natural ubicada en la parte posterior. El sector de comederos en el TR se realizaron 7 módulos de refrescado de una duración de 30 minutos comenzando a las 08:00 hs y finalizando a las 20:00 hs, donde se combinaron ciclos de 1 minuto de aspersión y 5 de ventilación. El sistema de refrescado fue controlado por un temporizador.

Alimentación

Las dietas se formularon de acuerdo a los requerimientos de las vacas según el NRC (31). Se distinguen durante este ensayo dos dietas: 1) vacas secas entre 60 a 30 días de la fecha probable de parto, la composición de la dieta se muestra en la tabla 1; 2) vacas preparto, a 30 días de la fecha probable de parto se muestra en la tabla 2.

La entrega de alimento se realizó una vez por día. Previamente se limpia la platea de hormigón para eliminar el remanente del día anterior.



Figura 3. Sector comedero sin sombra ni refrescado en el sector comedero para los animales del tratamiento testigo al sol (TS).

Tabla 1. Composición de la dieta, expresada en kg de materia seca por vaca seca por día (kg MS/VS/d) para animales entre 60 a 30 días de la fecha probable de parto.

Alimento	kg MS/ VS/día
Grano de maíz, seco, molido	2,5
Heno de alfalfa	1,6
Expeller de soja	1,3
Silo alfalfa	1,2
Silo de maíz	8,5
Semilla algodón	1,8
Balanceado	7,4
Total	24,4

Indicadores Ambientales

Información meteorológica: Temperatura del aire máxima y mínima diaria, Humedad relativa del aire promedio diaria suministrada por la Estación Agrometeorológica Convencional y Automática de la EEA INTA Rafaela.

Con estos datos se estimó el índice de temperatura y humedad (ITH) de acuerdo a la siguiente fórmula de Hahn, (22):

$$ITH = (0,8 * t_a) + hr * (t_a - 14,4) + 46,4$$

Donde:

ITH: índice de temperatura y humedad

t_a: temperatura del aire en °C

hr: humedad relativa en %

El efecto de radiación térmica se determinó con termómetros de globo negro (TGN) que consiste en una esfera de bronce de 15 cm de diámetro, pintada de color negro mate y que lleva inserto un termómetro de mercurio de laboratorio (-30 a 110 °C con precisión de ± 0,5 °C). Estos TGN se ubicaron debajo de las sombras (TGNsom, TGN refrig) y en el sol (TGNsol). Los ho-

rarios en que se realizaron las mediciones, con intervalos de tres horas, fueron a partir de las 09:00 hasta las 18:00 hs.

Indicadores basados en el animal

Peso (PC) y Condición Corporal (CC)

Se efectuaron dos mediciones de peso con una balanza electrónica (PC) y condición corporal (CC) al inicio del estudio y a los 25 días. La escala de CC utilizada clasifica a las vacas del uno al cinco, siendo uno (1) para vaca flaca y cinco (5) para vaca gorda (25, 44).

Se registraron los pesos de los terneros después de ser calostrados, así como otros índices zoométricos: altura a la cruz, largo y el perímetro torácico. Se contabilizó la cantidad de animales que nacieron muertos.

Frecuencia Respiratoria

La frecuencia respiratoria se realizó dos veces por semana y en cuatro horarios: 09:00, 12:00, 15:00 y 18:00 hs. Para ello se seleccionaron 10 animales, y la metodología aplicada fue la de conteo del movimiento de los flancos por minuto (rpm).

Tabla 2. Composición de la dieta, expresada en kg de materia seca por vaca seca por día (kg MS/VS/d) para animales a 30 días de la fecha probable de parto.

Alimento	kg MS/VS/día
Grano de Maíz, seco, molido	3,5
Heno de alfalfa	2,1
Pellet de soja	1,9
Sales aniónicas	0,3
Silo de maíz	5,7
Total	13,4

Medidas de Producción

Se obtuvo la producción de leche diaria (l) durante el primer tercio de lactancia de todos los animales mediante el sistema Alpro™ - DeLaval.

Comportamiento

Se realizaron observaciones de las siguientes conductas: Parado (P): animal que se mantiene en cuadrupedación ya sea debajo de la sombra o al sol; Echado (E): animal que se mantiene en decúbito ventral ya sea en la sombra o en el sol. También se registró la conducta de rumia (R): animal que realiza movimientos de re-masticación (desplazamiento del maxilar inferior) con la boca; y la conducta de jadeo (J): animal que realiza respiraciones rápidas y superficiales con la boca abierta.

Para las observaciones de las conductas se aplicó un muestreo por barrido con registro temporal a intervalo sugerido por Martín y Batenson (27). Los intervalos muestrales fueron de 30 minutos. Los registros se llevaron a cabo desde las 08:00 hs hasta las 19:00 hs. Se efectuaron anotaciones en papel y filmaciones para el registro de las conductas.

Análisis Estadístico

Los resultados fisiológicos y productivos se presentaron como los cuadrados mínimos de cada tratamiento y la variabilidad de los datos se expresó como error estándar de la media y se hizo una comparación de medias (t student). Para comportamiento se confeccionaron tablas de contingencia y se realizó un análisis de χ^2 (26).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Mediciones en el Ambiente

Información Meteorológica

Durante el desarrollo del ensayo la temperatura media ambiente fue de $25,1 \text{ }^\circ\text{C} \pm 3,3$. En la tabla 3 se presentan los promedios mensuales de las temperatura máxima (TM, $^\circ\text{C}$), mínima (Tm, $^\circ\text{C}$) y media (Tmd, $^\circ\text{C}$) y la humedad relativa (HR%). Se sabe que una temperatura del aire superior a $25 \text{ }^\circ\text{C}$ es limitante para el desempeño productivo y reproductivo del ganado lechero (6, 42). Cuando se incrementa la temperatura del aire se dificulta la pérdida de calor sensible de los animales al ambiente, esto es debido a la disminución del gradiente térmico entre el animal y el ambiente (19, 20, 23).

En este estudio, en el 52 % de los días la Tmd fue superior a $25 \text{ }^\circ\text{C}$ y en el 80 % la TM fue superior a $27 \text{ }^\circ\text{C}$.

El promedio de HR registrado en el periodo de estudio fue superior a lo reportado como aceptable (43). Los valores muy elevados de HR dificultan la disipación de calor insensible por parte del animal (19).

Las temperaturas mínimas medias se presentaron por debajo de los $20 \text{ }^\circ\text{C}$ (tabla 3), esto es importante para permitir a las vacas disipar durante la noche el calor acumulado durante el día. Si durante la noche se presenta una marcada disminución de la temperatura, las vacas pueden tolerar mejor las temperaturas del aire relativamente elevadas durante el día (48). Muller *et al.* (29) encontraron que un período de 3 a 6 hs con la temperatura ambiente inferior a $21 \text{ }^\circ\text{C}$ permitía a las vacas disipar el calor acumulado.

En la figura 4 se presenta la marcha diaria del ITH. Armstrong (2) encontró que la habilidad para mantener la homotermia del ganado lechero empieza a estar en peligro cuando el ITH >72. Sobre la base de los valores de ITH en este estudio, las vacas fueron sometidas a condiciones de estrés moderado en promedio en el periodo experimental (ITH: $73,7 \pm 5,4$) en el 69 % de los días, y sólo a estrés elevado (>78) el 17 %).

Durante el periodo experimental los valores promedios registrados en el TGN-refrig fueron de $30 \text{ }^\circ\text{C} \pm 4,9 \text{ }^\circ\text{C}$, y en el TGNsol fueron de $34,0 \text{ }^\circ\text{C} \pm 3,9 \text{ }^\circ\text{C}$. La marcha de la radiación térmica (TGN) debajo de la red de media sombra con aspersión y ventilación y al sol se presenta en la figura 5. Se puede apreciar una diferencia térmica entre el TGNsol y el TGNrefrig en el momento que se registra la máxima temperatura del aire de $8,7 \text{ }^\circ\text{C}$. Esta diferencia coincide con lo informado por Yokoyama-Kano *et al.* (52).

Tabla 3: Promedios mensuales de la temperatura máxima (TM, °C), temperatura mínima (Tm, °C), Temperatura media (Tmd, °C) y humedad relativa (HR, %). Se presentan los valores medios y los desvíos estándar (media±DE).

Variable	Enero	Febrero	Marzo
TM °C	32,2 ±3,6	30,8 ±3,3	30,6 ±4,1
Tm °C	19,8 ±3,8	18,7 ±2,7	17,9 ±3,4
Tmd °C	26,0 ±3,3	24,7 ±3,0	24,2 ±3,8
HR %	75,8 ±8,5	81,5 ±7,7	80,2 ±8,5

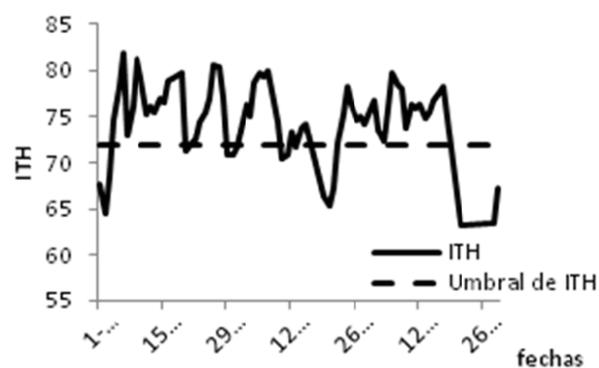


Figura 4. Marcha del índice de temperatura y humedad (ITH) durante los meses de enero, febrero y marzo de 2015.

Al analizar el efecto radiación térmica tanto directa como indirecta (TGN sol y TGNsom) se observa un incremento aun mayor en la condición térmica ambiental (figura 5) alejándose del límite superior de la zona de confort (20).

En el caso del TGN colocado en la zona refrigerada se observa que la marcha de la radiación térmica se mantuvo por debajo de los 31 °C.

Mediciones en el Animal

Peso Corporal (PC) y Condición Corporal (CC)

En la tabla 4 se presentan los PC y CC promedios al inicio y a los 25 días de comenzado el ensayo en los TS y TR. La CC ideal para una vaca en su periodo parto es de 3,75 (50). Como se puede observar en la tabla 4, las vacas mostraron una condición por debajo de lo que se considera óptimo al comienzo del ensayo.

No se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos en relación con el PC ($p=0,89$) ni al CC ($p=0,97$). Estos resultados son coincidentes con lo informado por otros investigadores (51), que tampoco registraron diferencias significativas en la CC entre animales refrigerados y no refrigerados.

Tabla 4. Peso (PC, kg), condición corporal (CC) y la ganancia de peso diario (GPD, kg) de los animales al inicio y a los 25 días de comenzado el ensayo discriminados por tratamiento testigo (TS) y tratamiento refrigerado (TR).

Tratamiento	Inicio de ensayo		25 días después		GPD, kg
	PC, kg	CC	PC, kg	CC	
TS	756,0 ± 91,0	3,4 ± 0,4	800,0 ± 107,0	3,6 ± 0,25	1,16
TR	730,6 ± 60,9	3,3±0,31	760 ± 63,7	3,4± 0,29	1,21

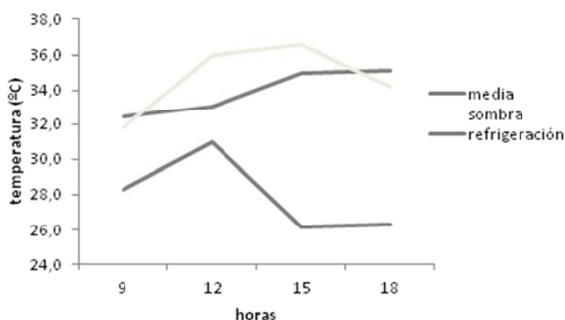


Figura 5. Marcha horaria de la marcha térmica (TGN) en la media sombra, en el sector comedero refrigerado y al sol.

Otro indicador evaluado fue la GPD (tabla 4), que se observó levemente superior en los animales refrigerados pero no fue una diferencia significativa ($p=0,87$).

Índices zoométricos de los terneros al nacer

El grupo sol presentó el 33,3 % de partos distócicos, mientras que el grupo refrigerado sólo el 20 %. Además, en el grupo TS se registró el 26 % de terneros nacidos muertos. En el grupo TR no hubo mortalidad de terneros al nacer.

Con relación a los índices zoométricos de los terneros, se muestra en la tabla 5 los valores medios de PC (kg), largo (cm), alto (cm) y perímetro torácico (cm). Los terneros de ambos tratamientos no presentaron diferencias significativas en ninguno de los índices ($p>0,10$).

El aumento de peso fetal está altamente correlacionado con el aumento del flujo sanguíneo a la placenta. Bell *et al.* (5) han demostrado que durante condiciones de estrés calórico este flujo de sangre a la placenta disminuye.

Investigaciones realizadas (17, 18) muestran que los terneros nacidos de vacas refrigeradas en parto presentan mayor peso (tanto como 10 %). Collier *et al.* (12, 13) informaron que las vacas que durante su periodo de transición en verano fueron manejadas con sombra parieron terneros 3,1 kg más pesados que los animales sin sombra (39,7 vs. 36,6 kg). Wolfenson *et al.* (51), utilizando aspersores y ventiladores para enfriar vacas durante el periodo seco, parieron terneros 2,6 kg más pesados que los nacidos de vacas no refrigeradas (43,2 vs. 40,6 kg, respectivamente). Collier *et al.* (12, 13) reportaron una relación directa entre el peso al nacimiento de terneros y producción de leche subsiguiente. En este ensayo no se detectó diferencias en el peso de los terneros al nacer entre los tratamientos. Avendaño-Reyes *et al.* (4) informaron que los pesos logrados por los terneros nacidos de vacas refrigeradas y no refrigeradas tampoco fueron estadísticamente significativos (36,1 vs 34,6 kg).

Tabla 5. Peso corporal (PC, kg), altura a la cruz (H, cm), largo (Lg, cm) y perímetro torácico (PT, cm) de los terneros nacidos vivos en los dos tratamientos: testigo (TS) y refrigerado (TR).

	PC, kg	H(cm)	Lg (cm)	PT (cm)
TS	37,2±4,5	76,5±4,5	80,5±4,0	76,5±4,2
TR	39,4±3,4	78,7±4,2	81,3±4,5	78,5±5,1

Tabla 6. Promedio y error estándar (media±DE) de las frecuencias respiratoria (FR) registradas durante el periodo parto en los dos tratamientos: testigo (TS) y refrigerado (TR). Resultados de la probabilidad de que los tratamientos fueran diferentes según día, horario de observación y la interacción tratamiento×horario.

Variable	TS	TR	Probabilidad			
			tratamiento	día	horario	Tratamiento×horario
FR	66,0±7,65	65,8±7,65	0,94	<0,0001	<0,0001	0,06

Frecuencia Respiratoria

El análisis de la frecuencia respiratoria (FR) se presenta en la tabla 6. Se puede observar que no hay diferencia significativa entre TR y el TS. Se observa un efecto del tratamiento en el día y un efecto del horario. No se detectó una interacción significativa con el horario de medición.

Como el día presentó diferencias significativas, se clasificaron los días de mediciones en función del ITH (figura 6). Se puede apreciar que el grupo TR presentó menor FR aun en días con ITH dentro del rango de severo (>80).

En trabajos realizados por Avendaño-Reyes *et al.*, (3), comparando sistemas de refrigeración versus sombra para vacas en el período seco, encontraron diferencias significativas en la frecuencia respiratoria entre los animales refrigerados y no refrigerados.

Producción Lechera

En la producción de leche entre el grupo sol (TS) y el grupo refrescado (TR) no se detectaron diferencias significativas ($p>0,10$).

La producción del TS fue de 31,4 l/v/d y la del TR fue de 30,6 l/v/d. (figura 7).

Wiersma y Armstrong (49) y Collier *et al.* (11, 12, 13) no encontraron diferencias significativas en la producción de leche en vacas que recibieron enfriamiento preparto. Aunque hubo una producción ligeramente superior en las vacas refrescadas. Por ejemplo, Collier *et al.* (12) observaron un incremento en la producción de leche del 13,6 % en grupo de vacas manejadas con sombra en el período seco versus vacas sin sombra. Del mismo modo, Wolfenson *et al.* (51) informaron que de las vacas refrigeradas y no refrigeradas en el período seco aumentaron su producción en 3,5 l/d durante los primeros 150 días de lactancia frente a las vacas sin sistema de refrigeración.

Las investigaciones realizadas por Avendaño-Reyes *et al.* (3) informan de un marcado aumento en la producción de leche a los 60 días de 2,6 l/d en vacas que fueron manejadas con aspersores, ventiladores y sombras en los comederos. Avendaño-Reyes *et al.* (4) obtuvieron resultados similares en vacas refrescadas y no refrescadas (2,9 l/d). Del mismo modo, Urdaz *et al.* (39)

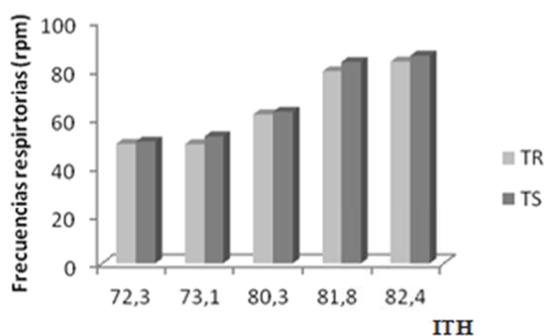


Figura 6. Frecuencia respiratoria en las vacas tratamiento refrigeradas (TR) y tratamiento testigo (TS) en función del ITH.

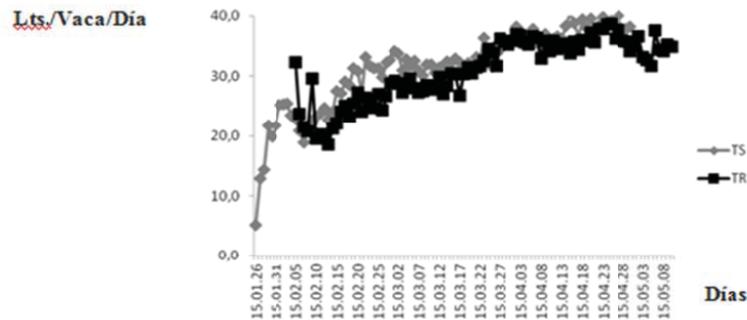


Figura 7. Producción de leche tratamiento testigo (TS) y del tratamiento refrigerado (TR) en el primer tercio de la lactancia.

informaron diferencias significativas entre la producción de vacas refrescadas versus no refrescadas.

En esta experiencia, en ambos tratamientos (TS y TR) las vacas presentaron una producción similar siendo ligeramente superior en las vacas que permanecieron en la sombra.

Comportamiento

Realizado el análisis de las conductas, se detectó una alta asociación del comportamiento con el tratamiento ($p < 0,0001$). Se puede apreciar en la figura 8 donde se muestra la distribución de las conductas según tratamiento, en general la conducta E y echado rumiando (ER), así como P y parado rumiando (PR) son las de mayor frecuencia. En particular, los animales de grupo TS presentan un mayor porcentaje de E.

El porcentaje destinado a E, 17 % en el TR y 24 % en TS, fue menor al informado por Vitela *et al.* (46), donde las vacas Holstein destinan a la conducta E el 51 % del tiempo. Cabe recordar que en condi-

ciones ideales los bovinos adultos permanecen echados hasta el 69 % del tiempo debido, entre otras cosas, a que duermen y descansan echados (47). Con relación a la conducta P, los animales destinaron mucho más tiempo (figura 8) que lo informado por Vitela *et al.* (46), donde los animales destinaron sólo el 4 % a estar P. Por otro lado, Allen *et al.* (1) observaron que en general los animales permanecen más tiempo en la conducta P durante la época estival, para facilitar la disipación de calor. Otros autores (32) informaron que el tiempo utilizado en estar P aumenta en un 10 % cuando la carga de calor aumenta en un 15 %. Tucker *et al.* (38) infirieron que las vacas pasan más tiempo P para aumentar la pérdida de calor al aumentar la cantidad de superficie expuesta al flujo de aire. En el grupo TR, además, puede haber influido que en el comedero se ubicaron los ventiladores y aspersores, y la superficie en esta zona era de cemento, muy poco confortable para echarse. El tiempo destinado a la R (sumando PR y ER) en los dos grupos, TR y TS, fue de 34

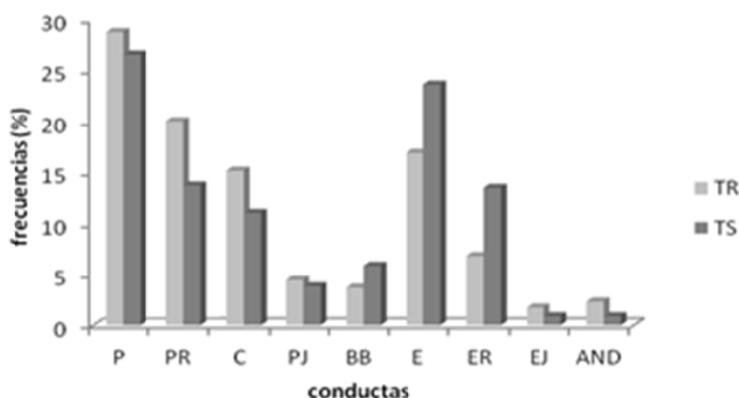


Figura 8. Distribución de las conductas de las vaca Holstein preparto discriminadas por tratamiento testigo (TS) y tratamiento refrigeradas (TR). Referencia: Parado (P); Parado Rumiando (PR); Comiendo (C); Parado Jadeando (PJ); Bebiendo (BB); Echado (E); Echado Rumiando (ER); Echado Jadeando (EJ); Andando (AND).

y 37 % respectivamente. Estos valores son superiores a lo informado para animales en estabulación que indican valores entre 21 a 26 % (36).

El tiempo dedicado a comer según lo informado por Uzal y Ugurlu (40) durante el verano es del 27,6 %. En este ensayo los animales del grupo TR sólo destinaron el 18 % –se recuerda que las observaciones no se efectuaron durante el periodo nocturno–. Los animales TS destinaron 13 %. El estímulo para acercarse al comedero según Botheras (8), es la oferta de alimento fresco. En este ensayo, puede haber influido la presencia de los sistemas de refrigeración en el grupo TR.

CONCLUSIONES

Los resultados de este ensayo en cuanto al comportamiento productivo de las vacas que durante su período de transición recibieron refrescado no nos permite inferir sobre sus ventajas. En cuanto a su bienestar, se puede deducir que en los días más cálidos las vacas refrescadas presentaron menor frecuencia respiratoria.

Se podría concluir que tal vez, el sistema de refrigeración ubicado sólo en el patio de comida no es suficiente para disipar el exceso de calor en las condiciones del verano en el centro santafesino. En cuanto a su desempeño reproductivo, se observa que en el refrescado disminuye la mortandad de terneros.

BIBLIOGRAFÍA

- 1.- ALLEN, J. D.; HALL, L. W.; COLLIER, R. J. Y 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.- ARMSTRONG, D. 1994. Heat stress interaction with shade and cooling. *J. Dairy Sci.* 77:2044-2050.
- 3.- AVENDAÑO-REYES, L.; ÁLVAREZ-VALENZUELA, F. D.; CORRES-CALDERÓN, A.; QUINTERO, J. S.; ROBINSON, P. H. Y FADEL, J. G. 2006. Effect cows during the dry period on postpartum performance conditions. *Livestock Science* 105:198-206.
- 4.- AVENDAÑO-REYES, L.; ÁLVAREZ-VALENZUELA, F. D.; CORREA-CALDERÓN, A.; SAUCEDO-QUINTERO, J. S.; RIVERA-ACUÑA, F.; VERDUGO-ZÁRATEA, F. J.; ARÉCHIGA-FLORES, C. F. Y ROBINSON, P. H. 2007. Evaluación de un sistema de enfriamiento aplicado en el periodo seco de ganado lechero durante el verano. *Téc PECu Mex* 45(2):209-225.
- 5.- BELL, J. M. Y KEITH, M. O. 1989. Factors affecting the digestibility by pigs of energy and protein in wheat, barley and sorghum diets supplemented with canola meal. *Anim. Feed Sci. Technol* 24 (3-4):253-265.
- 6.- BERMAN, A. Y.; FOLMAN, M.; KAIM, M.; MAMEN, Z.; HERZ, D.; WOLFENSON, A. A. Y GRABER, Y. 1985. Upper critical temperatures and forced ventilation effects for high-yielding dairy cows in a subtropical climate. *J. Dairy Sci.* 68:1488-1495.
- 7.- BERTICS, S. J.; GRUMMER, R. R.; CADORNIGA-VALINO, C. Y STODDARD, E. E. 1992. Effect to prepartum dry matter intake on liver triglyceride concentration and early lactation. *J. Dairy Sci.* 75:1914-1922.
- 8.- BOTHERAS, N. A. 2007. The feeding behavior of dairy cows: Considerations to improve cow welfare and productivity. *Tri-State Dairy Nutrition*. pp. 29-42.
- 9.- BROOM, D. M. 1996. Animal welfare defined in terms of attempts to COPE with the environment. *Acta Agric.Scand.,Sect.A. Animal Sci.Supplementum*. Scandinavian University Press, 22-25.
- 10.- CAMPO, J. L.; GIL, M. G. Y DÁVILA, S. G. 2002. El bienestar de los animales domésticos. XI Reunión de Mejora Genética, Pamplona.
- 11.- COLLIER, R. J.; ELEY, R. M.; SHARMA, A. K.; PEREIRA, R. M. Y BUFFINGTON, D. E. 1981. Shade management in subtropical environment for milk yield and composition in Holstein and Jersey cows. *J. Dairy Sci.* 62:844-859.
- 12.- COLLIER, R. J.; BEEDE, D. K.; THATCHER, W. W.; ISRAEL, L. A. Y WILCOX, C. J. 1982a. Influences of environment and its modification on dairy animal health and production. *J. Dairy Sci.* 65:2213-2227.
- 13.- COLLIER, R. J.; DOELGER, S. G.; HEAD, H. H.; THATCHER, W. W. Y WILCOX, C. J. 1982b. Effects of heat stress during pregnancy on maternal hormone concentrations, calf birth weight and postpartum milk yield of Holstein cows. *J. Anim. Sci.* 54:309-319.
- 14.- CONDE J. 2000. Mapa climático de Köppen. Editoriales y opinión prensa internacional traducidos al castellano on line. <http://www.terra.es/personal/jesusconde>. Fecha de acceso: 22/05/2004.
- 15.- DRACKLEY, J. K. 1999. Biology of dairy cows during the transition period: the final frontier. *J Dairy Sci.* 82:2259-2273.

- 16.- FLAMENBAUM, I.** 2008. Manejo del estrés calórico del ganado lechero en entorno tropical y sub-tropical. Décimo Congreso Panamericano de la Leche. San José de Costa Rica, abril 2008.
- 17.- FLAMENBAUM, I. Y GALON N.** 2010. Management of heat stress to improve fertility of dairy cows in Israel. *J. Reprod. Devel.* 56 (suppl.):S8-S14.
- 18.- FLAMENBAUM, I.; WOLFENSON, D.; KUNZ, P. L.; MAMAN, M. Y BERMAN, A.** 1995. Interactions between body condition at calving and cooling of dairy cows during lactation in summer. *J Dairy Sci*78:2221-2229.
- 19.- GALLARDO, M. R. Y VALTORTA, S. E.** 2011a. La vaca y su entorno En: *Producción y Bienestar Animal*. Ed. Hemisferio sur. pp:7-28.
- 20.- GALLARDO, M. R. Y VALTORTA, S. E.** 2011b. Respuestas fisiológicas y de comportamiento En: *Producción y Bienestar Animal*. Ed. Hemisferio sur. pp: 29-48.
- 21.- GHIANO, J.; LEVA, P. E.; WALTER, E.; TAVERNA, M.; TOFFOLI, G. Y GARCÍA, M. S.** 2015. Mitigación del estrés calórico en vacas lecheras en un clima subhúmedo. *Revista FAVE, Ciencias Agrarias* 15 (1):1-9.
- 22.- HAHN, G. L.** 1999. Dynamic responses of cattle to thermal heat loads. *J. Dairy Sci.* 82 (Suppl. 2):10-20.
- 23.- HÖTZEL, M. J. Y PIHEIRO MACHADO, L. C. FILIO.** 2000. Estresse, factores estressores e ben estar na criação animal. *Anais de Etología*. Cristina V. Santos y Mauro L. Vieira, editores. Anais do XVIII Encontro Anual de Etologia, Florianópolis Brasil; p. 25.
- 24.- INGVARSEN, K. L. Y ANDERSEN, J. B.** 2000. Integration of metabolism and intake regulation: A review focusing on periparturient animals. *J. Dairy Sci.* 83:1573-1597.
- 25.- LOWMAN, B. G., DEAS, D. W. Y PRESCOT, J. H.** 1980. The importance of length of calving period in the management of suckler cows. The east of Scotland College of Agriculture. Technical Note N° 241-246.
- 26.- MADER, T. L.; HUNGERFORD, L. L.; NIENABER, J. A.; BUHMAN, M. J.; DAVIS, M. S.; HAHN, G. L.; CERKONEY, W. M. Y HOLT, S. M.** 2001. Heat stress mortality in Midwest feedlots. *J Anim Sci* 79 (Suppl. 2), 33.
- 27.- MARTIN, P. Y BATESON, P.** 1991. La medición del comportamiento. Alianza Universidad. Versión española de Fernando Colmenares, 1° edición. Ed. Alianza. Madrid, España. 215 p.
- 28.- MOORE, R. B.; FUQUAY, J. W. Y DRAPALA, W. J.** 1992. Effects of late gestation heat stress on postpartum milk production and reproduction in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 75:1877-1882.
- 29.- MULLER, C. J. C.; BOTHA, J. A., COETZER, W. A. Y SMITH, W. W.** 1994. Effect of shade on various parameters of Friesian cows in a Mediterranean climate in South Africa: 2. Physiological responses. *S. Afr. J. Anim. Sci.* 24, 56-60.
- 30.- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (COMMITTEE ON ANIMAL NUTRITION, SUBCOMMITTEE ON ENVIRONMENTAL STRESS).** 1981. Feed intake. En: *Effect of environment on nutrient requirements of domestic animals*. National Academy Press, Washington, DC. pp. 27-34.
- 31.- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (COMMITTEE ON ANIMAL NUTRITION, SUBCOMMITTEE ON ENVIRONMENTAL STRESS).** 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. National Academy Press, Washington, DC. pp. 184-214.

- 32.- **OVERTON, M. W.; SISCHO, W. M.; TEMPLE, G. D. Y 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.
- 33.- **SHEARER, J. K. Y BEEDE, D. K.** 1990a. Heat stress. Part I: Thermoregulation and physiological responses of dairy cattle in hot weather. *Agri-Practice.* 11(5):5-18.
- 34.- **SHEARER, J. K. Y BEEDE, D. K.** 1990b. Heat stress. Part II: Effects of high environmental temperature on production, reproduction and health of dairy cattle. *Agri-Practice.* 11 (5):6-17.
- 35.- **SILANIKOVE, N.** 2000. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. *Livest. Prod. Sci.* 67:1-18.
- 36.- **TAPKI, I. Y 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.
- 37.- **THOMPSON, J. A.; BRIMACOMBE, M.; CALVIN, J. A.; TOMASZEWSKI, M. A.; DAVIDSON, T. J. Y MAGEE, D. D.** 1999. Effects of environmental management on seasonal decrease in milk production in dairy cattle. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 214:85-88.
- 38.- **TUCKER, C. B. Y 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. Fecha de acceso: 03/4/2009.
- 39.- **URDAZ, J. H.; OVERTON, M. W.; MOORE, D. A. Y SANTOS, J. E. P.** 2005. Effects of Adding Shade and Fans to a Feedbunk Sprinkler System for Preparturient Cows on Health and Performance. *J. Dairy Sci.* 89:2000-2006.
- 40.- **UZAL, S. Y 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.
- 41.- **VALTORTA, S. E.; GALLARDO, M. R.; CASTRO, H. C. Y CASTELLI, M. E.** 1996. Artificial shade and supplementation effects on grazing dairy cows in Argentina. *Transactions ASAE* 39 (1):233-236.
- 42.- **VALTORTA, S. E.; GALLARDO, M. R.; LEVA, P. E.; CONTI, G. A. Y GREGORRET, R. F.** 2005. Adaptive responses and alleviation of heat stress in grazing dairy cattle. *Deutscher Wetterdienst, Annalen der Meteorologie* 41(1):132-135.
- 43.- **VALTORTA, S. E.; LEVA, P. E.; GALLARDO, M. R.; FORNASERO, L. V.; VELES, M. A. Y GARCÍA, M. S.** 1997. Producción de leche: respuestas a la alta temperatura. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 5(Supl.1):399-401.
- 44.- **VAN NIEKERL, A. Y LOUW, B. P.** 1982. Condition scoring of beef cattle. CEDARA. Dept. of Agriculture Natal Region, Report N° 15.
- 45.- **VERBECK, R. T.; ROSS, T. Y SMITH, J. F.** 1996. Effects of a spray and fan cooling system on milk yield and components, body condition, and respiration rates of early lactation cows in a hot dry climate. *J. Anim. Sci.* 74(Suppl. 1):32.
- 46.- **VITELA, I.; CRUZ VÁZQUEZ, C. Y 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.
- 47.- **WECHSLER, B.; SCHAUB, J.; FRIEDLI, K. Y 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.

G.D. Toffoli *et al.*

- 48.- WEST, J. W. 2003. Effects of heat-stress on production in dairy cattle. *J Dairy Sci* 86, 2131-2144.
49. WIERSMA, F. Y AMSTRONG, D. V. E. 1998. Evaporative cooling dry cows for improved performance. Proceed International Summer Meeting of the Americ. Soc. of Agric Engineers; Rapid City, SD, USA, ASAE: Working paper # 88-4053:1-7.
- 50.- WILDMAN, E. E.; JONES, G. M.; WAGNER, P. E.; BOWMAN, R. L.; TROUTT, H. F. Y LESCH, T. N. 1982. A dairy cow body condition scoring system and its relationship to selected production characteristics. *J Dairy Sci* 65:495-501.
- 51.- WOLFENSON, D.; FLAMENBAUM, I. Y BERMAN, A. 1988. Dry period heat stress relief effects on prepartum progesterone, calf birth weight, and milk production. *J. Dairy Sci.* 71:809-818.
- 52.- YOKOYAMA-KANO, J. S.; ALZINA-LÓPEZ, A.; FARFÁN-ESCALANTE, J. C. Y VALENCIA-HEREDIA, E. R. 2004 Respuestas conductuales termorregulatorias de búsqueda de sombra en bovinos cruzados *Bos taurus* x *Bos indicus* criados en la zona costera y oriente del estado de Yucatán. *Rev Biomed* 15:17-26.