

## EFFECTOS DE UN SISTEMA DE ENFRIAMIENTO/COOLING EN VACAS LECHERAS EN UN SISTEMA DE ORDEÑO VOLUNTARIO EN LA CUENCA LECHERA SANTAFESINA DURANTE EL PERÍODO ESTIVAL

GHIANO, J.<sup>1\*</sup>; COSTAMAGNA, D.<sup>1</sup>; TAVERNA, M.<sup>1</sup>; WALTER, E.<sup>1</sup>; GALEANO, G.<sup>1</sup>;  
DESTEFANI, R.<sup>1</sup>; LEVA, P.<sup>2</sup>; TOFFOLI, G.<sup>2</sup>; LEEUW, A. S.<sup>2</sup>; MILLAPÁN, L.<sup>3</sup>; ARIAS,  
M.B.<sup>3</sup>; POYO, E.<sup>3</sup>; LARROQUE, F.<sup>3</sup>; CARBONE, L.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>INTA EEA Rafaela; <sup>2</sup>FCA-UNL; <sup>3</sup>FAUBA; <sup>4</sup>DeLaval

\*Autor de contacto: [ghiano.jorge@inta.gob.ar](mailto:ghiano.jorge@inta.gob.ar)

### INTRODUCCIÓN

Desde el mes de agosto de 2015 está funcionando en INTA EEA Rafaela un Sistema de Ordeño Voluntario (VMS Voluntary Milking System) con el objetivo de evaluar el impacto de esta tecnología en aspectos sociales, económicos, productivos y ambientales en un tambo pastoril intensificado.

El VMS, mediante su software DelPro<sup>®</sup> DeLaval<sup>®</sup>, realiza de manera automática todas las tareas ligadas al ordeño, la detección de mastitis y la alimentación con concentrados. La particularidad del sistema es que el tráfico de las vacas es voluntario, ya que se mueven mediante incentivos, sin necesidad de ser arreadas. Los diferentes estímulos (alimento, agua, descanso y confort) permiten el movimiento en forma individual o en pequeños grupos, y no en forma gregaria como en los tambos convencionales.

El tambo está basado en un sistema tipo pastoril intensivo con suplementación en corrales. El concentrado es asignado en forma individual, en el VMS y en una casilla de alimentación.

El predio está dividido en 3 sectores o “vías”: pastoreo norte, pastoreo sur y corral. La particularidad es que el operario puede decidir el horario de acceso y permanencia de los animales en los diferentes lugares mediante la configuración de puertas inteligentes. Dependiendo la época del año y la oferta de pasturas, se puede configurar el tiempo de permanencia de los mismos en cada sector.

El período estival afecta negativamente el bienestar y la performance animal. El estrés calórico afecta directa e indirectamente el consumo de alimento, la temperatura corporal del animal, los requerimientos de mantenimiento, procesos metabólicos, la eficiencia de conversión de alimento a leche, la producción, la performance reproductiva, el estado sanitario y el comportamiento y bienestar animal (Thatcher, 1974; Cook et al., 2007; Tucker et al., 2007; Rhoads et al., 2009).

En sistemas VMS en pastoreo, el impacto negativo del estrés térmico, es de suma importancia ya que afecta directamente la frecuencia de ordeño de los animales, debido a una disminución del tráfico, y consecuentemente la producción de leche.

Uno de los métodos más difundidos y mejor evaluados a nivel mundial para mitigar los

efectos del estrés calórico, es el enfriamiento directo de los animales con combinación de ventilación y humedecimiento (Hahn, 1981).

El objetivo del presente trabajo fue realizar un seguimiento del tambo VMS del INTA EEA Rafaela con sistema de enfriamiento/cooling BSC® Barn System Controller DeLaval® sobre parámetros productivos, de comportamiento y bienestar animal en condiciones estivales.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el VMS, ubicado en las instalaciones del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Rafaela, Santa Fe, Argentina (latitud Sur 31° 15,09' 12" y longitud oeste 61° 29,30' 32") durante el verano (Enero-Febrero) 2017.

El sistema de enfriamiento/cooling BSC® consistió en ciclos consecutivos de 20 segundos de aspersión de agua y 240 segundos de ventilación forzada, sobre el sector de comedero y a la entrada de la unidad de ordeño robotizado VMS (Figura 1). El caudal aplicado fue de 21 litros de agua por aspersor por hora, lo que equivale a 300 cm<sup>3</sup> por yaca por ciclo de refrescado. El tamaño de gota generado era de 5 milímetros, lo que posibilitaba un mojado completo del cuerpo del animal. El caudal de aire generado por los ventiladores era de 34.000 metros cúbicos por hora, con una velocidad de viento de 2 metros por segundo (Taverna et al, 2014). El sistema de ventilación y mojado se encendía automáticamente mediante el sistema BSC® cuando el Índice de Temperatura y Humedad (ITH) superaba el umbral de estrés calórico de 68. El ITH es el índice mundialmente utilizado para medir el impacto del estrés calórico en bovinos (Thom, 1958) y se calcula como:

$$ITH = (1,8 Ta + 32) - (0,55 - 0,55hr) (1,8 Td - 26)$$

donde Ta es la temperatura del aire, Td es la temperatura del punto de rocío y hr es la humedad relativa expresada en forma decimal.

Comisión de Publicaciones 25/8/17 10:25

Eliminado:



Figura 1: Sistema de refrescado/cooling BCS en comedero

Se realizó el seguimiento de 51 vacas en ordeño raza Holando Argentino, 32 de primera lactancia y 19 de dos o más lactancias, con las características que se describen en la Tabla 1.

Tabla 1: Características físicas y productivas de las vacas al inicio del estudio

Variable evaluada	Promedio $\pm$ desvío estándar
Días en leche (días)	192 $\pm$ 99
Número de lactancias	1,49 $\pm$ 0,5
Producción de leche (kg vaca <sup>-1</sup> día <sup>-1</sup> ) Producción de leche al 4% GB (kg vaca <sup>-1</sup> día <sup>-1</sup> )	29,59 $\pm$ 1,69 28,9 $\pm$ 0,96
Grasa Butirosa (g/100ml)	3,64 $\pm$ 0,09
Proteína (g/100ml)	3,2 $\pm$ 0,04

Recuento células somáticas (log10)	5,3±4,69
UFC/ml	17.750±10.000
Score corporal	2,78±0,25

Las vacas permanecieron encerradas de 7 a 21 horas en un Corral Estabilizado para Alimentación (CEA) con una asignación de 75 m<sup>2</sup> de superficie y 70 cm de frente de comedero por animal. El tiempo nocturno lo pasaron pastoreando las respectivas franjas de asignación diaria.

EL CEA disponía de estructuras de media sombra móviles en el extremo opuesto al sector de comedero. La malla plástica de la media sombra era de 80% y la estructura estaba orientada en dirección norte-sur, logrando una superficie sombreada de 4 m<sup>2</sup> por animal. Todos los animales tenían libre acceso a esta sombra. La oferta de agua era *ad libitum*, en bebederos plásticos con alta capacidad de llenado, que se encontraban en las inmediaciones del VMS. El sector de comedero, consistía en una platea de hormigón armado.

La dieta estaba formulada para alcanzar los requerimientos de los animales (National Research Council, 2001). En la tabla 2 se muestra la composición física de la dieta. El balanceado se suministraba individualmente en el VMS y en una estación de alimentación ubicada en el sector de comedero, según producción y período de lactancia. El acceso de los animales a la estación de alimentación era libre. El resto de la Ración Total Mezclada RTM se distribuía con mixer a las 7 hs.

Tabla 2: Composición física de la dieta ofrecida a los animales durante el período de ensayo

Alimento	Oferta (kg MS/VO/día)
Expeller de soja	1,7
Silaje maíz	7
Pellet de girasol	1,7
Heno pastura	2
Soja pastoreo	3

Balanceado	6,1
Semilla de algodón	1,7
TOTAL	23,2

Proteína Bruta de la dieta: 16,5%

Energía Neta de Lactación: 1,58 Megacalorías por kg de MS

Relación forraje:concentrado: 52/48

Durante el seguimiento del sistema VMS con enfriamiento/cooling, se monitorearon parámetros ambientales, fisiológicos y comportamentales que se detallan a continuación.

#### *Mediciones ambientales*

La información meteorológica, temperatura media diaria (TMd, °C) y humedad relativa media diaria (HRd, %) fueron suministradas por la Estación Agrometeorológica de INTA EEA Rafaela.

Se colocaron esferas de globo negro (GN) o esferas de Vernon (Berbigier, 1988) en el sector de comederos, VMS, media sombra y a la intemperie, en los que se registraban en forma horaria, la temperatura con los aportes del calor por convección y radiación, mediante dispositivos “thermobutton datalogger”. Su importancia radica en que representa un valor que combina los efectos de la temperatura, la radiación y la velocidad del viento, expresando las ganancias o pérdidas de calor del ambiente (Hertig, 1972).

Con los datos diarios de TMd y HRd se calculó el Índice de Temperatura y Humedad ITH (Thom, 1958).

#### *Mediciones en los animales. Mediciones fisiológicas*

##### *Frecuencia respiratoria*

La frecuencia respiratoria se midió a las 9, 12, 15, 18 y 21 horas, a 13 animales. La misma fue determinada en forma visual por el conteo de los movimientos respiratorios por minuto en la zona del flanco de los animales.

##### *Consumo de agua*

El consumo de agua se midió con caudalímetros colocados en cada uno de los bebederos presentes en las instalaciones del VMS, una vez por semana.

##### *Temperatura corporal*

La temperatura corporal fue registrada en forma horaria mediante dispositivos

Comisión de Publicaciones 25/8/17 10:29

Eliminado:

Comisión de Publicaciones 25/8/17 10:30

Eliminado:

“thermobutton datalogger” colocados en un dispositivo intravaginal para la regulación del ciclo estral de vacas y vaquillonas, sin progesterona, a los mismos 13 animales a los cuales se les registraba la frecuencia respiratoria (Figura 2)



| Figura 2: “Termobutton Datalogger”

#### | Producción de leche y frecuencia de ordeño

La producción de leche de todos los animales fue medida y registrada diariamente a través del sistema Delpo DeLaval®.

#### Comportamiento animal

El comportamiento animal se observó y registró mediante la metodología de *Scan Sampling* (Martin, 1991) con una frecuencia de 15 minutos de intervalo, entre las 6 y 20 hs.

Las categorías o conductas observadas para comportamiento fueron:

- Comiendo: animal que tenía su cabeza en el interior del comedero, comiendo alimentos
- Bebiendo: animal que tenía introducido su morro en el interior del bebedero ingiriendo agua
- Descansando: animal que estaba en estado de reposo.
- Ordeñándose: animal que se encontraba dentro de la estación VMS.
- Caminando: animal que se encontraba con sus miembros en movimiento.
- Rumianto: animal que realizaba movimientos de re-masticación (desplazamiento del maxilar inferior) con la boca, pudiendo encontrarse parado o echado.
- Jadeando: aquel o aquellos animales que realizaban respiraciones rápidas y superficiales

con la boca abierta y que tenían un patrón respiratorio descrito por la escala de jadeo de Gaughan et al, 2008.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### *Mediciones en el ambiente. Información meteorológica*

El ITH promedio diario durante el período evaluado fue 76 con un máximo de 83. La mayor parte de los días presentaron condiciones estresantes para los animales con ITH superior a 68 (Gráfico1).

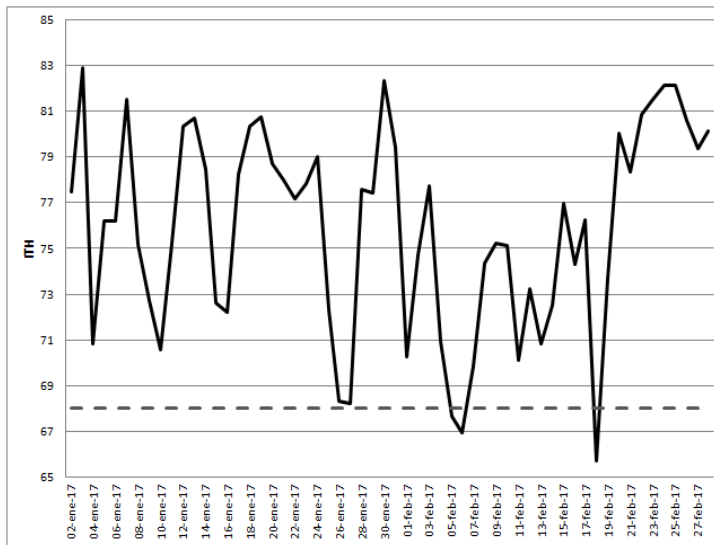


Gráfico 1: ITH medio diario. Período enero-febrero 2017. Umbral ITH: 68

Con respecto a la Temperatura de Globo Negro (TGN), el menor valor se registró en el VMS con el sistema de refrescado BSC. La diferencia entre el VMS y los demás sectores fue 15, 12 y 3°C para aire libre, media sombra y cooling comedero, respectivamente (Gráfico 2). Esta diferencia de 15°C explica el mejor confort que experimentan los animales con el refrescado o cooling.

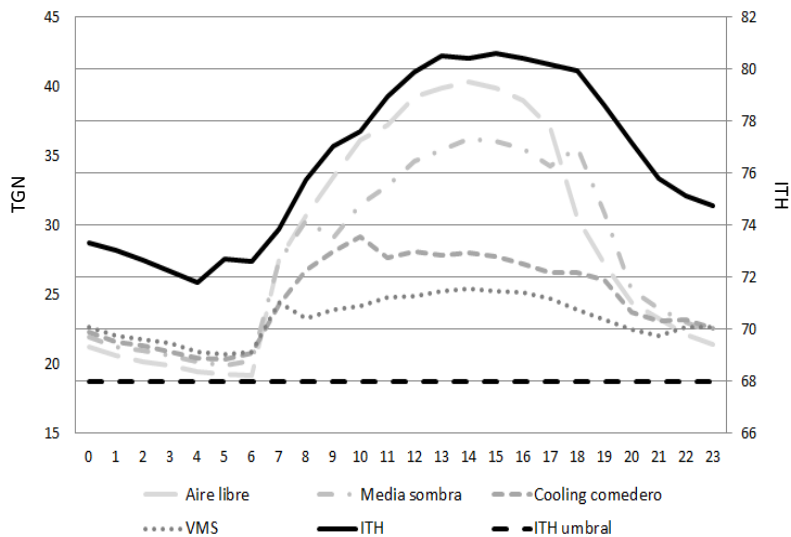


Gráfico 2: Temperatura promedio horaria Globo Negro VMS, “Cooling” comedero, Media sombra y Aire libre (eje izquierdo). ITH promedio horario y umbral (eje derecho).

#### Mediciones en los animales. Mediciones fisiológicas Frecuencia respiratoria

El aumento de la Frecuencia Respiratoria FR es uno de los mecanismos fisiológicos de control de la temperatura corporal del animal ante situaciones de estrés calórico. Mediante el mismo, el animal incrementa el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) exhalado, disminuye el ácido carbónico y aumenta el pH sanguíneo.

El incremento de la actividad respiratoria suele ser el primer síntoma visible de la respuesta al estrés térmico. A medida que aumenta la cantidad de aire respirado que puede ser calentado y saturado de humedad, mayor será la pérdida de calor.

El ritmo respiratorio aumenta al elevarse la temperatura del aire. En condiciones de termoneutralidad las vacas respiran unas 20 veces por minuto y el volumen del aire expirado es de 40 a 60 litros, variando con la raza y el tamaño corporal. Sin embargo, a  $40^\circ\text{C}$  pueden respirar 115 veces por minuto con un volumen expirado de 300 litros (Johnston et al., 1959). Esta diferencia representa, aproximadamente, la triplicación de la pérdida de calor. En Israel, Berman et al. (1985) observaron ritmos de 50 y 60 respiraciones por minuto (rpm), cuando la temperatura ambiente superaba los  $25^\circ\text{C}$  y en Argentina, Valtorta et al. (1996) registraron ritmos del orden de 80 rpm, con temperaturas de  $30^\circ\text{C}$ .

La frecuencia respiratoria elevada no indica que los animales mantengan con éxito su equilibrio térmico, más bien señala que poseen una carga excesiva de calor y que tratan de restablecer su equilibrio normal. Los jadeos respiratorios cortos y rápidos pueden ser útiles hasta que la vaca ponga en funcionamiento otros mecanismos de pérdidas de calor.

Unknown  
Con formato: Fuente: (Predeterminado)  
Times New Roman, 12 pt



La pérdida de calor por evaporación tiene lugar en el tracto respiratorio y en la superficie de la piel. Es el mecanismo más eficiente para eliminar calor que posee el organismo, ya que se requieren 600 cal para evaporar un gramo de agua a 20°C.

La frecuencia respiratoria registrada se presenta en el gráfico 3. Estos valores indicaron un estado de confort en los animales, considerando la época del año y los niveles de producción de leche.

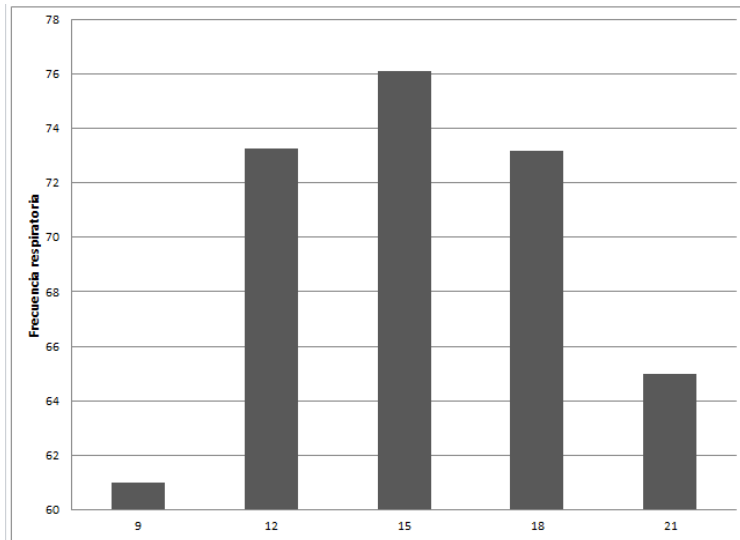


Gráfico 3: Frecuencia respiratoria (movimientos respiratorios por minuto) a las 9, 12, 15, 18 y 21 hs.

#### | Consumo de agua

El agua es el nutriente más importante para cualquier organismo vivo. El agua es sumamente importante para la producción de leche, ya que la misma se reduce el mismo día en que el agua es deficiente o no está disponible en cantidad y calidad suficiente.

Considerando que el potencial genético de las vacas lecheras actuales para producción de leche superan en general los 6000 litros por lactancia, el aporte de agua en cuanto a cantidad y calidad es un aspecto muy importante no sólo desde punto de vista del bienestar de ellas, sino también desde el punto de vista productivo.

El consumo promedio de agua fue de 107,82 ltsVO<sup>-1</sup>día<sup>-1</sup>, con un máximo de 125,05 y un mínimo de 93,42 litros VO<sup>-1</sup>día<sup>-1</sup>, valores similares a lo publicado por Murphy, 1983.

Al analizar el consumo individual de agua entre las 9 y las 20:30 horas, se determinó que los litros promedio consumidos en cada toma correspondieron a 13,24 litros VO<sup>-1</sup> toma<sup>-1</sup>. A su vez el promedio del tiempo que permanecieron bebiendo fue de 5 minutos VO<sup>-1</sup> toma<sup>-1</sup>,

con un máximo de 6 minutos y un mínimo de menos de un minuto. Durante las mediciones realizadas en los distintos momentos del día se observó que el mayor consumo se presentó entre las 12 y las 15 horas (Gráfico 4).

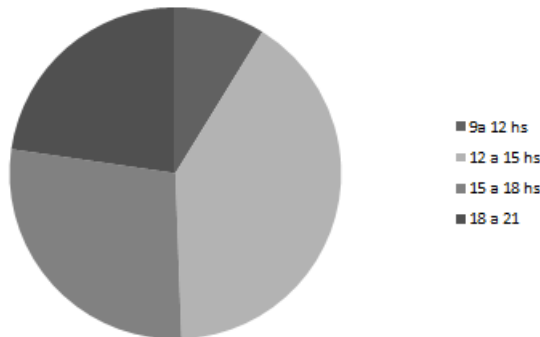


Gráfico 4: Consumo de agua en los intervalos de tiempo: 9:00 -12:00 hs; 12:00 -15:00hs; 15:00 - 18:00 y 18:00 - 21:00 hs.

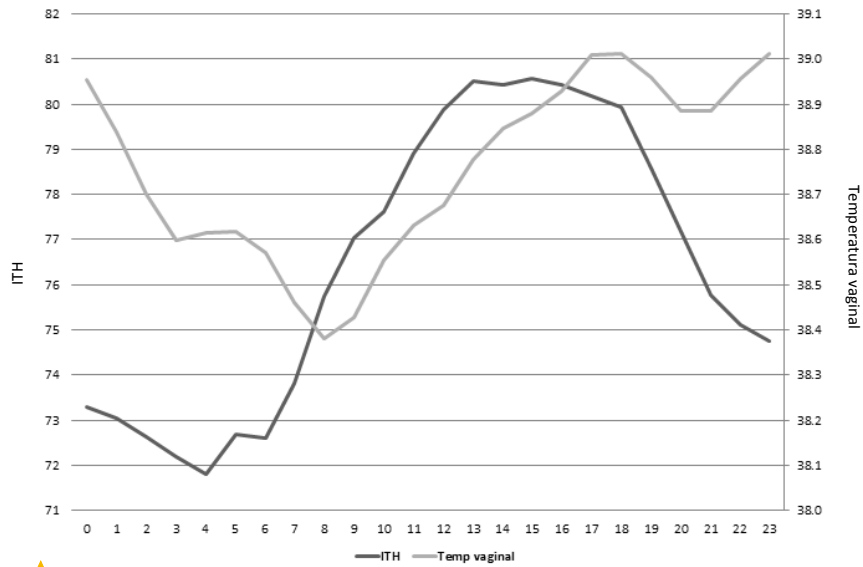
#### *Temperatura corporal*

La temperatura vaginal de los animales presentó valores por debajo del umbral de estrés calórico para el ganado lechero que es 39 °C (Reneau et al., 2012) (Gráfico 5).

Esto coincide con lo informado por Flamenbaun (2010) donde vacas de alta producción manejadas con sistemas de refrigeración, son capaces de mantener su temperatura vaginal dentro de rangos de normalidad.

Comisión de Publicaciones 25/8/17 10:37

Eliminado:



Unknown

Con formato: Fuente: (Predeterminado)  
Times New Roman, 12 pt

Gráfico 5 ITH horario (eje izquierda) y temperatura vaginal °C (eje derecho). Período enero/febrero 2017.

El sistema de refresco tanto en el VMS como en el sector de comedero mantuvo la temperatura corporal de los animales por debajo del umbral de 39°C en condiciones de elevados ITH.

#### *Producción de leche y frecuencia de ordeño*

La producción de leche promedio por animal en el período Enero-Febrero 2017 fue  $29,4 \pm 2,0$  litros  $\text{VO}^{-1} \text{ día}^{-1}$ , con un máximo de 34,4 y un mínimo de 23,8 litros  $\text{VO}^{-1} \text{ día}^{-1}$  (Gráfico 6).

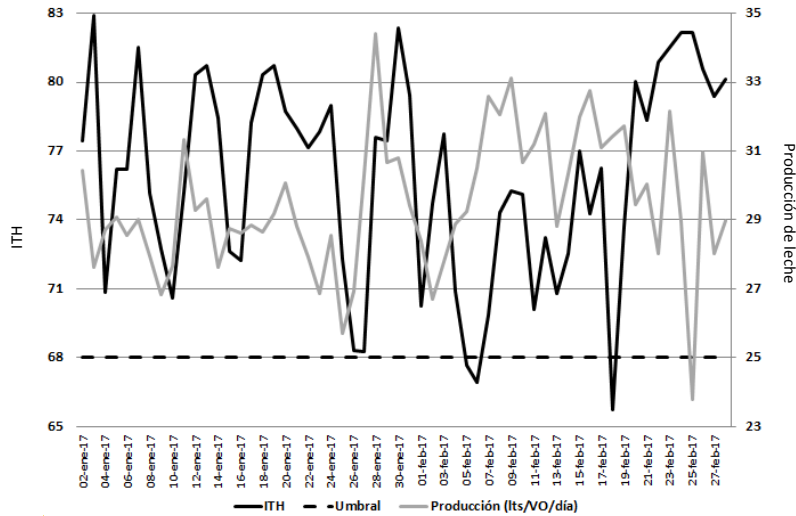


Gráfico 6: Producción de leche lts VO<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> (eje derecho), ITH promedio diario e ITH umbral (eje izquierdo), período Enero-Febrero 2017.

La correlación entre el ITH y la producción de leche fue de 0,0148 (Gráfico 7). Esta baja correlación es consecuencia de las modificaciones en el ambiente causadas por las estructuras de media sombra y el sistema de refrescado BSC colocado en el VMS y en el sector de comedero, los cuales mejoraron el bienestar animal. La correlación entre estas dos variables durante el verano en distintos sistemas de producción de leche sin modificaciones del ambiente es de 0,7 (Bernabucci, 2014) y 0,8 (Smith, 2003).

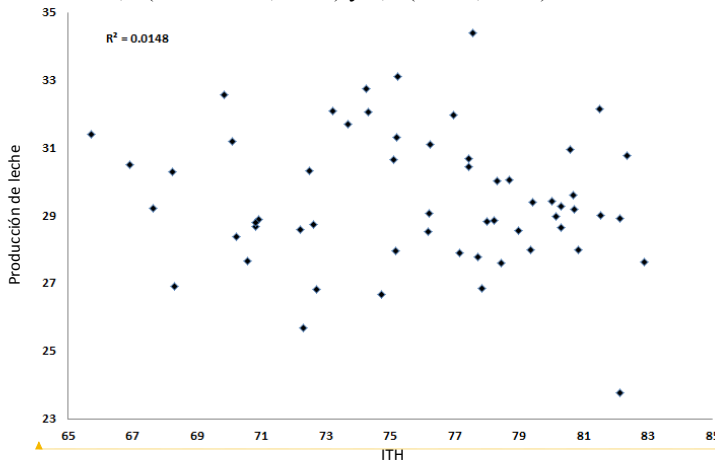


Gráfico 7: Correlación entre la producción de leche e ITH promedio diario.  $R^2=0.0148$

Unknown  
 Con formato: Fuente: (Predeterminado)  
 Times New Roman, 12 pt

Unknown  
 Con formato: Fuente: (Predeterminado)  
 Times New Roman, 12 pt

Se pudo determinar que existe una tendencia positiva entre la frecuencia de ordeño y la producción ( $R^2=0,21$ ) (Gráfico 8 y 9). La frecuencia de ordeño fue  $2,46 \pm 0,15$  durante el período observado.

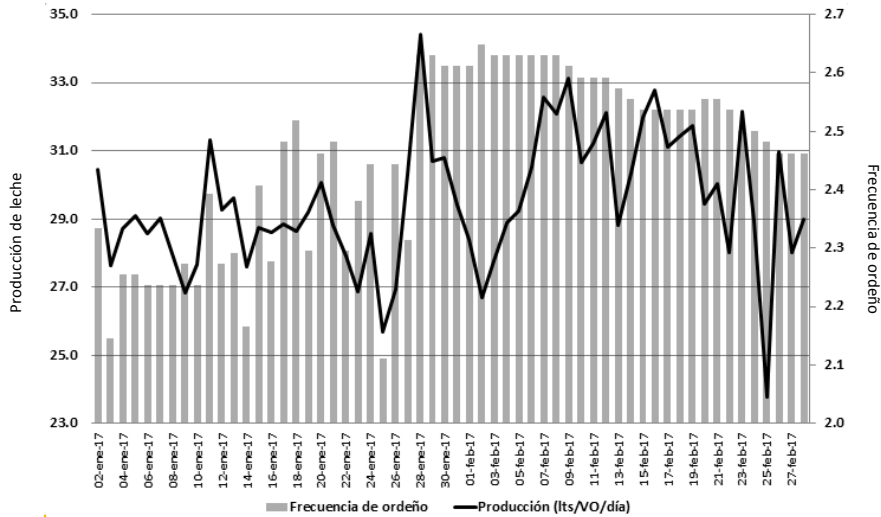


Gráfico 8: Frecuencia de ordeño y producción promedio diaria.

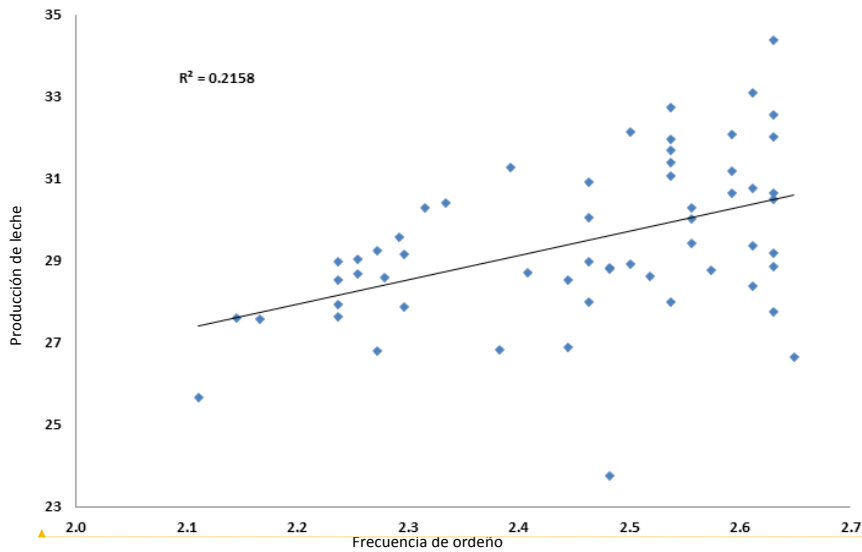


Gráfico 9: Correlación entre la producción de leche y la frecuencia de ordeño diaria.

Unknown  
 Con formato: Fuente: (Predeterminado)  
 Times New Roman, 12 pt

Unknown  
 Con formato: Fuente: (Predeterminado)  
 Times New Roman, 12 pt

Cabe destacar que las frecuencias de ordeño son superiores a los 1,8 ordeños por día informado por Lyons (2014), durante el período estival.

### **Comportamiento animal**

La observación del comportamiento es una herramienta muy valiosa para ayudar a determinar el grado de estrés que sufren los animales en un ambiente dado. Davison et al. (1999) presentaron una lista de los cambios frente al estrés por calor, en orden creciente:

- Alineación del cuerpo con la dirección de la radiación
- Búsqueda de sombra
- Rechazo a echarse
- Reducción del consumo
- Amontonamiento alrededor de las aguadas
- Salpicado del cuerpo
- Agitación e intranquilidad
- Disminución o supresión de la rumia
- Búsqueda de sombra de otros animales
- Boca abierta y respiración trabajosa
- Salivación excesiva
- Inhabilidad para moverse
- Colapso, convulsiones, coma, fallo fisiológico y muerte

Es importante tener en cuenta estos signos, dado que los animales tienen también diferentes prioridades en ambientes adversos que, ordenadas en forma decreciente, son:

- Equilibrio de los fluidos corporales
- Normalidad de la temperatura corporal
- Crecimiento
- Producción de leche
- Reproducción

Se observó que los animales pasaron un 42% del tiempo (5,88 h) comiendo y refrescándose en el sector de comedero, un 33% (4,62 h) descansando y un 19% (2,8 h) rumiando (Gráfico 10). Es importante remarcar que no jadearon durante el día, demostrando el grado de confort con el sistema de refrescado.

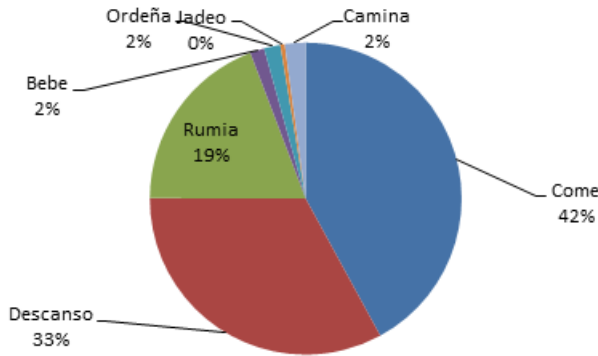


Gráfico 10: Comportamiento animal de vacas en VMS durante el verano entre las 6 y 20 hs.

También se registró el número de animales presentes en el sistema de refrescado BCS en el comedero a las 9, 12, 15, 18 y 21 horas (Gráfico 11). Se observó el mayor número de animales entre las 12 y 15 horas, como consecuencia de los altos niveles de ITH. Cabe remarcar que, al ser un sistema libre o voluntario, las vacas decidían cuando refrescarse. Las vacas dominantes en reiteradas ocasiones expulsaban al resto de los animales de este sector.

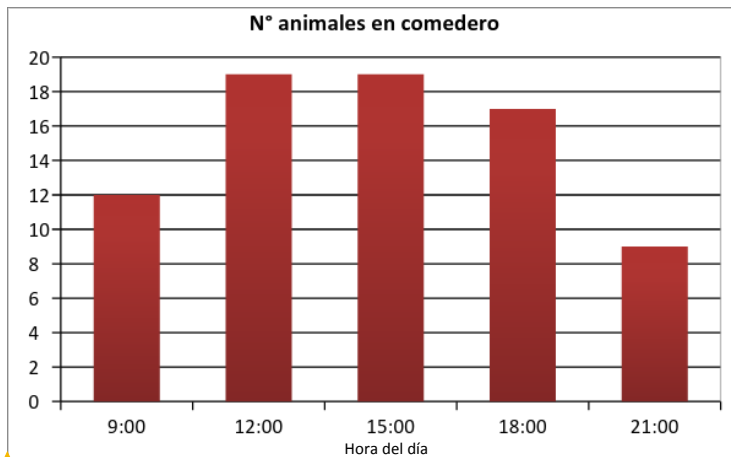


Gráfico 11: Número de animales presentes en el sistema de refrescado BCS en el comedero a las 9, 12, 15, 18 y 21 horas.

Unknown  
Con formato: Fuente: (Predeterminado)  
Times New Roman, 12 pt

### Conclusión

La implementación del refrescado/cooling en sistemas de ordeño voluntario VMS, permite mantener condiciones de normotermia en vacas lecheras durante la época estival, manteniendo altos niveles productivos y mejorando el confort animal.

### Bibliografía

- Berbigier, P. 1988. Bioclimatologie des ruminants domestiques en zone tropicale. Paris. INRA. 237 p.
- Berman A, Folman YM, Kaim M, Mamen, Z, Herz D, Wolfenson A, Graber Y. 1985. Upper critical temperatures and forced ventilation effects for high-yielding dairy cows in a tropical climate. *J. Dairy Sci.* 68: 488–495.
- Bernabucci, U., Biffani, S., Buggiotti, L., Vitali, A., Lacetera, N., Nardone, A., 2014. The effects of heat stress in Italian Holstein dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 97 :471–486. American Dairy Science Association. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2013-6611>.
- Cook, N. B., R. L. Mentink, T. B. Bennett, and K. Burgi. 2007. The effect of heat stress and lameness on time budgets of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 90:1674-1682.
- Davison T, McGowan M, Mayer D, Young B, Jonsson N, Hall A, Matschoss A, Goodwin P, Drackley JK. 1999. Biology of dairy cows during the transition period: the final frontier. *J. Dairy Sci.* 82: 2259-2273.
- Gaughan, J., T. L. Mader, S. Holt, and A. Lisle. 2008. A new heat load index for feedlot cattle. Faculty Papers and Publications in Animal Science. Paper 613. <http://digitalcommons.unl.edu/animals.scifacpub/613>.
- Hahn GL. 1981. Housing and management to reduce climatic impacts on livestock. *J. Anim. Sci.* 52: 175-186.
- Hertig, B., 1972. Medición del medio ambiente físico. Principios de la Adaptación Animal. Hafez, E. ed. México:438-456.
- Johnston JE, McDowell RE, Shrode RR, Legates JE. 1959. Summer climate and its effect on dairy cattle in the Southern region. En: Southern Cooperative Series Bulletin No. 63.
- Lyons, N.A., Kerrisk, K.L., Garcia S.C., 2014. Milking frequency management in pasture-based automatic milking systems: A review. Dairy Science Group, Faculty of Veterinary Science, The University of Sydney, Camden, 2570 NSW, Australia. *Livestock Science* 159 (2014) 102–116.
- Martin, P.; Bateson, P., 1991. La medición del comportamiento. Alianza Universidad. Versión española de Fernando Colmenares, 1º edición. Ed. Alianza. Madrid - España. Pp:215.
- Murphy, M. R., Davis, C.L., McCoy, G. C., 1983. Factors Affecting Water Consumption by Holstein Cows in Early Lactation. *Journal of Dairy Science.* Volume 66, Issue 1, January 1983, Pages 35–38.
- NRC (National Research Council), 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th rev. ed. National Academy of Science Press, Washington, DC.
- Reneau J. Easing milking time heat stress. University of Minnesota Extension Web site. <http://www.extension.umn.edu/agriculture/dairy/health-and-comfort/easing-milking-time-heat-stress/>. Published July 28, 2012. Accessed February 25, 2016.

Comisión de Publicaciones 25/8/17 10:51

Eliminado:

Jorge Emanuel Jesús Gh..., 30/8/17 11:49

Eliminado: -

Jorge Emanuel Jesús Gh..., 30/8/17 11:49

Eliminado: -



- Rhoads, M. L., Rhoads, R. P., VanBaale, J. J., Collier, R. J., Sanders, S. R., Weber, W. J., Crooker, B. A., Baumgard, L. H., 2009. Effects of heat stress and plane of nutrition on lactating Holstein cows. I. Production, metabolism, and aspects of circulating somatotropin. *Journal of Dairy Science*.
- Smith JF, Brouk MJ, Harner JP. Heat abatement strategies for optimal dairy cattle performance. In: *Proceedings of the Four-State Dairy Nutrition and Management Conference*; 2003: 99-108.
- Taverna, M., Ghiano, J., Walter, E., Gastaldi, L., Solis, F., Pairola, M., 2014. Estrés calórico. Enfriamiento de vacas mediante la combinación de mojado y ventilación forzada. Web page: <http://inta.gob.ar/documentos/estres-calorico.-enfriamiento-de-vacas-mediante-la-combinacion-de-mojado-y-ventilacion-forzada/>
- Thatcher, W. W. 1974. Effects of season, climate, and temperature on reproduction and lactation. *J. Dairy Sci.* 57:360-368.
- Thom, E.C. 1958. The discomfort index. *Weatherwise* 12: 57-59.
- Tucker, C. B., A. R. Rogers, and K. E. Shutz. 2007. Effect of solar radiation on dairy cattle behaviour, use of shade and body temperature in a pasture-based system. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 109:141-154.
- Valtorta SE, Gallardo MR, Castro HC, Castelli M. 1996. Artificial shade and supplementation effects on grazing dairy cows in Argentina. *Trans. ASAE.* 39: 233-236.