

## **Manejo del estrés térmico y composición de la leche**

Silvia Valtorta  
CONICET-FCA, INTA Rafaela

### **1.- Efecto del estrés térmico sobre la composición de la leche**

Cuando la temperatura aumenta, se produce una disminución de la producción de leche en las vacas que conforman la gran mayoría de los rodeos de la cuenca central santafesina, dado que es común que las condiciones ambientales se encuentren fuera del rango de confort para este tipo de animales.

Sin embargo, no es sólo la producción la que se ve afectada. La composición de la leche también sufre los efectos de las altas temperaturas. El estrés térmico afecta los contenidos de la grasa, proteína, lactosa, calcio y potasio.

La estación o época del año ha sido señalada como uno de los factores determinantes de las variaciones en la concentración de sólidos en leche. Así, se ha observado una disminución en los porcentajes de proteína y materia grasa en la leche durante el verano en tambos de la cuenca central santafesina. Estos resultados se han observado también en otros lugares del mundo, como por ejemplo el Valle de San Joaquín en California, Estados Unidos o la zona de Queensland, en Australia.

En la EEA Rafaela se han llevado a cabo análisis de las respuestas de la producción y la composición de la leche a las variables ambientales durante diferentes épocas del año. Se ha encontrado que el contenido de proteína se ve afectado por la temperatura mínima. Se observa una disminución en el porcentaje de proteína a medida que aumenta la temperatura mínima en primavera y en verano. Estos resultados indican la importancia del período de recuperación nocturno para los animales.

Si la temperatura durante la noche no disminuye a niveles que permitan la pérdida de calor del animal y, por lo tanto, la recuperación de un balance térmico adecuado, se producirán situaciones de estrés inmanejables que determinarán variaciones en la respuesta productiva, tanto en lo que hace al rinde como a la calidad de la leche obtenida. Este tipo de situación es común en el caso que se desarrollen olas de calor, durante las cuales las condiciones son tales que se ven disminuidas las posibilidades de que los animales eliminen los excesos de calor por contar con muy pocas horas con ambiente confortable a lo largo de día.

De esta manera, se hace necesario pensar en la introducción de sistemas de manejo que consideren o bien la disminución de la carga calórica recibida o el aumento de las pérdidas de calor por parte del animal a lo largo del día.

### **2.- Alternativas de manejo**

Existe abundante bibliografía acerca de las diferentes maneras de introducir modificaciones físicas del ambiente para manejar el estrés térmico. Simplemente como resumen, los diferentes métodos de modificación del ambiente más utilizados para aumentar las pérdidas de calor incluyen las sombras, la ventilación y la combinación de ventilación y humedecimiento del animal.

## 2.1. Sombras

Las sombras son el método más sencillo para reducir el impacto de la radiación solar. Pueden ser naturales o artificiales. Las sombras de árboles han demostrado ser más eficientes, en relación con la disminución de la temperatura del aire bajo ellas. Cuando no se dispone de suficiente sombra natural, hecho bastante común en los tambos argentinos, se pueden construir estructuras artificiales. Las características más importantes a tener en cuenta para su diseño son los materiales utilizados, la altura, la orientación y la disponibilidad de espacio por animal.

En un estudio llevado a cabo en la EEA Rafaela, en el que se analizaron los efectos del acceso a sombra y la suplementación durante los ordeños, se encontró que los animales protegidos presentaban temperatura rectal y ritmo respiratorio más bajos durante la tarde que los animales que no tenían protección. Los animales con acceso a sombra eran enviados a un potrero donde se había construido una estructura artificial de red 80% (figura 1) desde las 9:00 hasta las 17:00 horas. No sólo se observó un efecto positivo sobre el confort, sino que, además, las vacas manejadas con sombra produjeron mayor cantidad de leche con mayor contenido de proteína, que las que se encontraban bajo el sol. El efecto de la sombra sin suplementación fue similar al de la suplementación sin sombra.

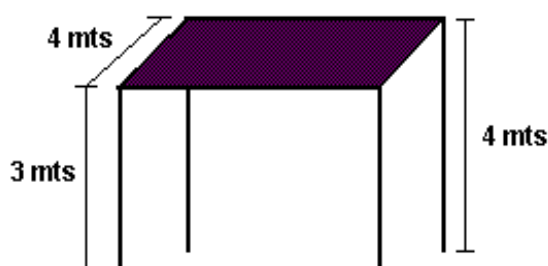


Figura 1. Representación esquemática de una estructura para sombra de red plástica 80%

## 2.2. Ventilación forzada

El movimiento del aire es un factor importante en la disminución del estrés térmico, ya que afecta las pérdidas de calor por convección y, según el contenido de humedad del aire, las pérdidas de calor por evaporación. Si se diseña de manera apropiada, la ventilación forzada podría ser un método efectivo para aumentar las pérdidas de calor.

## 2.3. Humedecimiento de los animales

Durante el verano las temperaturas del aire son elevadas y se hace necesario introducir métodos más eficientes para eliminar calor. Una de las posibilidades es mojar los animales. En algunos trabajos se informa sobre los efectos beneficiosos de humedecer los animales por medio de aspersores. En México, en una región de clima tropical sub-húmedo se observó un aumento de 7% en la producción de leche al asperjar las vacas entre las 12 y las 13 horas, bajo sombra. También se observaron efectos positivos de la aspersión entre las 11:00 y las 17:30 en Missouri durante un verano moderado, en Israel, asperjando las vacas una hora cuatro veces por día y en Australia cuando se asperjó a las vacas cada vez que la temperatura superaba los 26°C.

Sin embargo, cuando se trabaja en zonas donde la humedad del aire es elevada, debe tenerse en consideración que todo sistema que introduzca agua al ambiente puede resultar

contraproducente porque esa agua, al evaporarse, contribuirá a aumentar, aún más, la humedad atmosférica. Es por esta razón que se han diseñado los sistemas que combinan la utilización de agua con la ventilación forzada.

#### 2.4. Combinación de humedecimiento y ventilación forzada

Dentro de los sistemas que combinan agua y ventilación forzada, los más difundidos son los neblineros y la combinación de aspersión y ventilación (figuras 2a y 2b). Ambos sistemas se basan en diferentes principios.

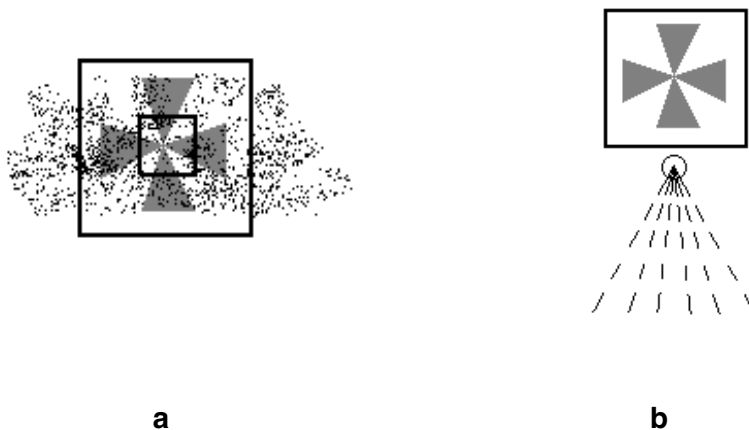


Figura 2. Representación esquemática de los neblineros (a) y del sistema combinado de aspersión y ventilación (b).

El principio de los neblineros consiste en provocar finísimas gotas de agua que generan una “neblina”. Esas gotas, al evaporarse, producen un enfriamiento del aire. En consecuencia, se favorece la pérdida de calor por convección, es decir, la pérdida de calor debida a la diferencia de temperatura entre la superficie del animal y el aire. Aplicado en los tambos, para que este proceso sea eficiente, deben tenerse en cuenta un par de premisas básicas: 1. Las gotas deben evaporarse sin llegar a humedecer a los animales y 2. Se debe favorecer la circulación del aire enfriado por medio de ventiladores.

Este sistema podría ser efectivo durante los períodos de mayor temperatura, cuando el aire suele estar más seco. Sin embargo, es para tener en cuenta que podría producir un 20% de aumento de la humedad relativa.

El sistema de aspersores y ventiladores, por otro lado, favorece la pérdida de calor por evaporación. En este caso deben producirse, por medio de microaspersores, gotas que simulen una “lluvia” que pueda penetrar la cubierta y llegar hasta la superficie de la piel. Con este método se favorece la pérdida de calor por evaporación, que es la vía más eficiente cuando la temperatura ambiente es elevada. La eficiencia de esta vía de pérdida de calor depende de la diferencia de contenido de agua entre la superficie evaporante y el aire y, debido a esto, se hace necesaria la remoción constante del aire, por medio de ventiladores, para evitar que llegue a saturarse de humedad y frene así el proceso. Este sistema es ampliamente utilizado en Israel donde ha demostrado su efectividad en términos de mejoras en la producción de leche y en la eficiencia reproductiva.

Si se brinda refrigeración antes de los ordeños o, incluso, sólo antes del ordeño vespertino,

debe seleccionarse el método que asegure la máxima pérdida de calor posible. La combinación de aspersión y ventilación permite la pérdida de 1000 g de agua que, al evaporarse, representan 600 Kcal, por hora.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, en la EEA Rafaela se llevó a cabo un ensayo de refrigeración previo a los ordeños, por medio de aspersores y ventiladores, entre enero y marzo de 2002, con una duración total de 53 días.

Se trabajó con dos grupos de vacas en lactancia, sobre una pastura de alfalfa y que recibían concentrado comercial durante los ordeños. Todos los animales se manejaron en un sistema de encierre estratégico, en el cual estaban encerrados en un potrero con una estructura de sombra y con agua a voluntad, entre las 10:00 y las 17:00. La única diferencia entre los tratamientos fue que el grupo "Refrigerado" recibía un ciclo de enfriamiento evaporativo por medio de aspersores y ventiladores, antes de cada ordeño, con una duración de 20 min por la mañana y 30 min por la tarde. El otro grupo se utilizó como "Control". Los resultados se pueden observar en las figuras 3 a y b, en las que se ve un aumento de la producción de leche y de las concentraciones de grasa y proteína en respuesta a la refrigeración. Estos resultados no coinciden con los informados por otros autores que no encontraron diferencias en las concentraciones de sólidos. Sin embargo, esos investigadores han observado incrementos en los rendimientos de grasa y proteína, en coincidencia con los resultados de nuestro ensayo, en el que hubo aumentos de 115 g/v/d y 71 g/v/d en producción de grasa y proteína, respectivamente.

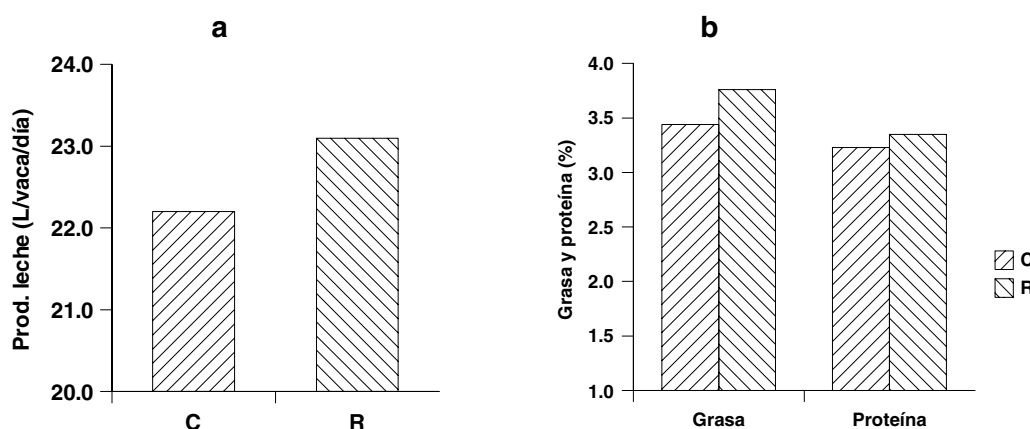


Figura 3. Producción de leche (a) y contenido de grasa y proteína (b) en el grupo control (C) y en el grupo refrigerado (R). El grupo refrigerado recibía aspersión y ventilación por 20 min antes del ordeño matutino y por 30 min antes del ordeño vespertino.

### 3.- Evaluación económica del sistema de refrigerado por aspersión y ventilación

Con los resultados productivos obtenidos y, considerando el sistema de pago de la leche actual (abril 2003), el precio por litro de leche de cada tratamiento fue: 0,37 \$/l para la leche del grupo Control y 0,39 \$/l para la del grupo Refrigerado.

Con respecto a la inversión inicial y a las erogaciones anuales, para el tambo experimental se requirieron ventiladores de 0,63 HP, cuya vida útil se estima en 6 años; microaspersores, de los cuales se considera que la mitad debería cambiarse cada año, para hacer una estimación segura, y manguera para realizar la instalación. Debe considerarse, además un costo extra de electricidad de 0,76 kw/HP/día.

En el cuadro 1 se puede ver a cuánto asciende el ingreso neto anual , considerando la inversión inicial, el ingreso marginal y las erogaciones.

Cuadro 1. Ingreso neto anual, ingreso marginal y erogaciones anuales debidos a la implementación del sistema de refrigeración por aspersión y ventilación. El cálculo se ha hecho para un rodeo de 100 vacas que recibiera la refrigeración durante los meses de diciembre, enero y febrero.

<i>Item</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Valor unit. (\$)</i>	<i>Valor total (\$)</i>
<b><i>Inversión inicial:</i></b>			
Ventiladores	2	575	1150
Apersores	25	2,60	65
Manguera	50 m	0,80	40
<b><i>Total</i></b>			<b>1255</b>
<b><i>Ingreso marginal anual:</i></b>			
Grupo Control	199800 l	0,37	73926,00
Grupo Refrigerado	207900 l	0,39	81081,00
<b><i>Ingreso marginal = Valor Refrigerado – Valor Control</i></b>			<b>7155</b>
<b><i>Erogaciones anuales:</i></b>			
Aspersores	13	2,60	33,80
Electricidad	68 kw en 90 días	0,20	13,60
<b><i>Total</i></b>			<b>47,40</b>
<b><i>Ingreso neto anual = Ingreso marginal - erogaciones</i></b>			<b>7107,60</b>

Sobre la base de esta información y considerando una renta anual del 10% se determinó el Valor Actual Neto (VAN). El VAN representa la ganancia marginal o extra que el productor tendría disponible en el futuro por aplicar esta tecnología, llevada a valores actuales.

Los cálculos de actualización demuestran que el productor recibiría \$ 29700 adicionales durante el lapso de vida útil de los ventiladores, como resultado de la aplicación de éste sistema de refrigeración.

## Consideraciones finales

- El estrés térmico afecta la composición de la leche, determinando la disminución en las concentraciones de grasa y, especialmente, de proteína.
- Existen alternativas de manejo que permiten modificar el ambiente para que este resulte más propicio para la producción de más leche de mejor calidad.
- La sombra, aunque necesaria, no es suficiente para mantener la producción de vacas de alto mérito genético, durante el verano. Es necesario refrigerar los animales antes del ordeño. Sin embargo, se debe ser muy cuidadoso a la hora de elegir el sistema. La combinación de aspersión y ventilación es la que permite las mayores pérdidas de calor, resultando así más eficiente.
- Los resultados del ensayo realizado en la EEA Rafaela en el 2002 muestran la conveniencia económica de ésta práctica. Recordemos, además, que esta mejora en las condiciones productivas durante el verano puede tener un importante efecto residual durante el otoño y también podrían mejorar los índices de eficiencia reproductiva, aspectos que no fueron incluidos en el análisis económico.

## Agradecimientos

Se agradece a los Ings. Agrs. Marcos Berra y Javier Beltramo y el estudiante Pablo González, quienes realizaron una pasantía en la EEA Rafaela del INTA, durante el verano 2002-2003, por su colaboración para el análisis económico del sistema de aspersión y ventilación.

## Bibliografía

- Baccari F, Jr. 2001.** *Manejo da vaca leiteira em climas quentes*. Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Brasil
- Bucklin RA, Turner LW, Beede DK, Bray DR, Hemken RW. 1991.** Methods to relieve heat stress for dairy cows in hot, humid climates. *Appl. Eng. Agric.* 7: 241-247.
- Chen KH, Huber JT, Theurer CB, Armstrong DV, Wanderley RC, Simas JM, Chan SC, Sullivan JL. 1993.** Effect of protein quality and evaporative cooling on lactational performance of Holstein cows in hot weather. *J Dairy Sci* 76: 819-825
- Davison T, McGowan M, Mayer D, Young B, Jonsson N, Hall A, Matschoss A, Goodwin P, Goughan J, Lake M. 1996.** *Managing hot cows in Australia*. Queensland Department of Primary Industry, 58 pp
- DePeters EJ, Ferguson JD. 1992.** Nonprotein nitrogen and protein distribution in milk of cows. A review. *J Dairy Sci* 75: 3192-3209.
- Flamenbaum I, Wolfenson D, Maman M, Berman A. 1985.** Cooling dairy cattle by a combination of sprinkling and forced ventilation and its implementation in a shelter system. *J. Dairy Sci.* 69: 3140-3147
- Gallardo MR, Onetti SG, Castillo AR, Nari JO. 1996.** Proteína en leche y su relación con el manejo nutricional. En: *Temas de producción lechera*. Publicación miscelánea N° 81: 133-151. EEA Rafaela INTA
- Hall AB, Young BA, Goodwin PJ, Gaughan JM, Davison T. 1997.** Alleviation of excessive heat load in the high producing dairy cow. *Livestock Environment V* (vol 2): 928-935
- Tarazón-Herrera M, Huber JT, Santods J, Mena H, Nusso L, Nussio C. 1999.** Effects of bovine somatotrophin and evaporative cooling plus shade on lactation performance of cows during summer heat stress. *J Dairy Sci* 82: 2352-2357
- Valtorta SE, Gallardo MR, Castro HC, Castelli MC. 1996.** Artificial shade and supplementation effects on grazing dairy cows in Argentina. *Trans. ASAE* 39: 233-236
- Valtorta, S.E., Gallardo, M.R. 1998.** Modificaciones del ambiente. En: *Producción de leche en verano*. Centro de publicaciones de la Secretaría de Extensión de la UNLitoral. Santa Fe, Argentina. pp 93-105.
- Valtorta SE, Leva PE. 1998.** Características del ambiente físico. En: *Producción de leche en verano*. Centro de publicaciones de la Secretaría de Extensión de la UNLitoral. Santa Fe, Argentina. pp 9-20
- Valtorta SE, Leva PE, Gallardo MR, Scarpati OE. 2002.** Milk production responses during heat wave events in Argentina. *Proceedings of the 16 Congress of Biometeorology*. Kansas City, Missouri, USA, 27 de octubre al 1 de noviembre. Pp: 98-101.