

# PRODUCCIÓN LECHERA: EVALUACIÓN DE DOS ÍNDICES DE ESTRÉS PARA ANALIZAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Silvia E. VALTORTA<sup>1</sup>, Perla E. LEVA<sup>2</sup>, Miram R. GALLARDO<sup>3</sup>, Horacio C. CASTRO<sup>4</sup>,  
Olga E. SCARPATI<sup>5</sup>

## RESUMEN

En la Estación Experimental Rafaela del INTA, se compararon el índice de temperatura y humedad, utilizado internacionalmente, y el índice de bienestar, desarrollado para la llanura pampeana, en orden a determinar su capacidad para evaluar el impacto de las condiciones estivales sobre la producción y composición de la leche de vacas Holando argentino. Se concluyó que el índice de bienestar sería adecuado para estimar dichos efectos.

## INTRODUCCIÓN

Uno de los aspectos de interés en los estudios de Biometeorología Animal es el análisis de diferentes formas de evaluar los impactos del ambiente sobre las respuestas productivas y fisiológicas (Valtorta y Leva, 1998). El índice de temperatura y humedad (ITH), desarrollado a partir de los estudios de Thom en Estados Unidos (1958), es uno de los indicadores más difundidos. En Argentina, Quintela et al. (1987) propusieron un índice de bienestar (IB) aplicable para la llanura pampeana entre los 30 y 40° de latitud sur y los 57 y 65° de longitud oeste. Ambos índices fueron determinados en estudios de Biometeorología Humana. Dado que el ITH demostró ser efectivo para evaluar el ambiente para la producción de leche (Hahn y McQuigg, 1970), en el presente trabajo se compara la potencialidad del IB con el ITH para evaluar el impacto ambiental sobre la productividad del ganado lechero en verano en la mayor cuenca de la región pampeana.

---

<sup>1</sup> Investigadora CONICET, Profesora Asociada Agroclimatología FCA-UNL. R. P. Kreder 2805(3080) Esperanza, Santa Fe – Argentina. E-mail: [svaltort@unl.edu.ar](mailto:svaltort@unl.edu.ar)

<sup>2</sup> Profesora Adjunta Agroclimatología FCA-UNL. E-mail: [pleva@unl.edu.ar](mailto:pleva@unl.edu.ar)

<sup>3</sup> Técnica EEA Rafaela INTA, Profesora Asociada Nutrición FCV-UNL. CC 22 (2300) Rafaela, Santa Fe – Argentina. E-mail: [mgallardo@inta.gov.ar](mailto:mgallardo@inta.gov.ar)

<sup>4</sup> Técnico EEA Rafaela INTA, Profesor Adjunto Zootecnia FCA-UNL CC 22 (2300) Rafaela, Santa Fe – Argentina. E-mail: [hcastro@inta.gov.ar](mailto:hcastro@inta.gov.ar)

<sup>5</sup> Investigadora CONICET, Profesora Titular Climatología UNLaPlata. Serrano 669 piso 6° (1414) Buenos Aires – Argentina. E-mail: [olga@mpero.cyt.edu.ar](mailto:olga@mpero.cyt.edu.ar)

## MATERIALES Y MÉTODOS

La experiencia se llevó a cabo en el tambo de la Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Rafaela del INTA (latitud 31° 11' S; longitud 61° 33' W) durante los meses de enero y febrero de 1999. Se trabajó con la información de producción de leche (PL) y porcentajes de grasa butirosa (GB) y proteína bruta (PB) de 70 vacas Holando argentino en lactancia media ( $135 \pm 28$  días). Los animales se manejaron sobre una pastura base alfalfa ofrecida en franjas diarias. Se ordeñaron dos veces por día, recibiendo balanceado comercial en cada ordeño. Se contó con la información de la estación meteorológica de la EEA, de la cual se obtuvieron los datos diarios de temperatura máxima y mínima, humedad relativa media y nubosidad. Con esta información se calcularon dos índices: el ITH, basado en los estudios de Thom (1958) y IB desarrollado en Argentina por Quintela et al. (1987). Estos índices responden a las siguientes ecuaciones:

$$\text{ITH} = 1,8 t + 32 - (0,55-0,55 \text{ hr}) \times (1,8 t_s - 26) \quad \text{siendo:}$$

t: temperatura media (°C)

hr: humedad relativa media en base decimal

$$\text{IB} = 1,4 t + 0,3 \text{ HR} - 0,4 \Delta t - 0,25 n \quad \text{donde:}$$

HR: humedad relativa media (%)

$\Delta t$ : Amplitud térmica (°C)

n: nubosidad (0 – 8)

Los datos de producción lechera fueron corregidos por covarianza, siendo la covariable la producción media individual de los 5 días anteriores al período analizado. Para estudiar el efecto ambiental se llevaron a cabo análisis estadísticos de regresión y varianza, por el método de los mínimos cuadrados.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La temperatura media de todo el período fue de  $23,4 \pm 2,7^\circ\text{C}$  y la humedad relativa de  $71 \pm 10\%$ . En relación con el ITH y el IB, sus promedios fueron de  $73,3 \pm 4,6$  y  $47,8 \pm 4,9$ , respectivamente. En ambos casos el ambiente es considerado no confortable, ya que para el ITH se considera que el valor crítico varía, según los autores entre 70 (Hahn y Mc Quigg, 1970) y 72 (Armstrong, 1994), en tanto que para Quintela et al. (1987) el ambiente es caluroso cuando el IB alcanza un valor de 45. La PL corregida por covarianza, por su parte, tuvo un valor medio de  $22,0 \pm 2,5$  litros/vaca/día, con  $3,4 \pm 0,16\%$  de GB y  $3,1 \pm 0,9\%$  de PB.

En la figura 1 se presenta el análisis de regresión de la PL en función del ITH. Como puede observarse, existe un efecto altamente significativo.

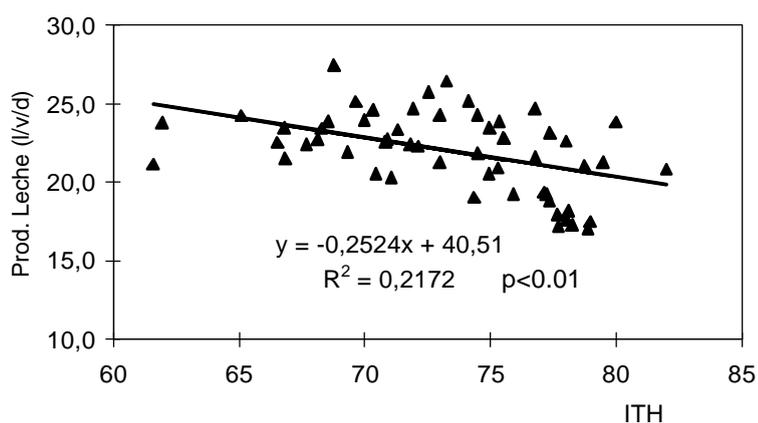


Figura 1. Análisis de regresión de la producción de leche en función del índice de temperatura y humedad (ITH).

Cuando se realizó el mismo análisis, pero utilizando al IB como indicador de estrés, se obtuvieron los resultados que aparecen en la figura 2.

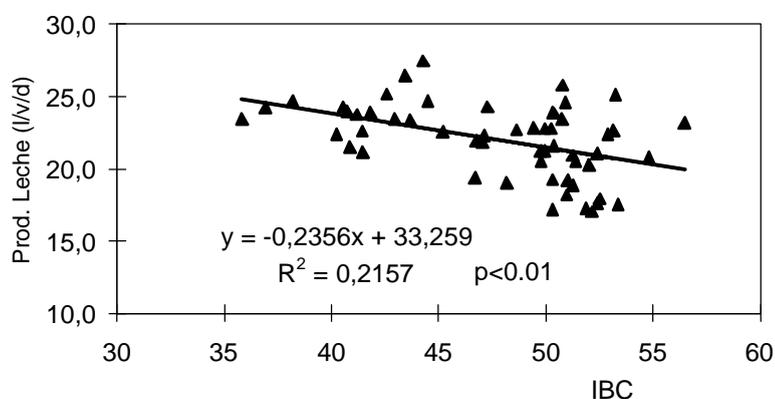


Figura 2. Análisis de regresión de la producción lechera en función del índice de bienestar (IB).

Los resultados, como se desprende de la figura 2, fueron semejantes a los obtenidos al utilizar el ITH. Esto indica que el IB podría ser utilizado con similar grado de eficiencia para evaluar los efectos del ambiente estival sobre la producción de leche.

El mismo tipo de análisis se llevó a cabo para los componentes de la leche. La GB aumentó significativamente en función tanto del ITH (valor crítico de  $F = 0,01$ ) como del IB (valor crítico de

F = 0,02). Estos resultados indican que existiría un efecto de dilución, ya que a medida que aumenta la PL, en bajos índices, disminuye el porcentaje de GB. La PB, en cambio, mostró una tendencia a disminuir (ITH, valor crítico de F = 0,39; IB, valor crítico de F = 0,11). En un trabajo previo se observaron resultados similares al analizar los efectos de una ola de calor sobre estos componentes de la leche (Valtorta et al., 1997).

La figura 3 presenta la producción lechera diaria durante el período analizado.

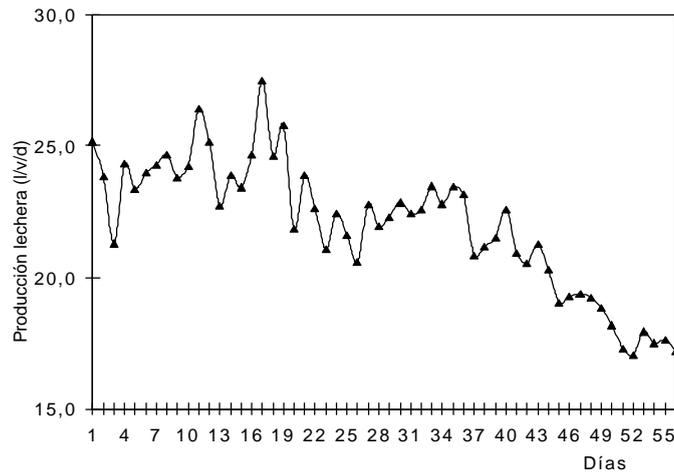


Figura 3. Producción lechera diaria, corregida por covarianza, durante los meses de enero y febrero.

Se observa una marcada disminución hacia el final, con un aparente punto de inflexión a fines del mes de enero. Esta observación llevó a que se hiciera un análisis de las condiciones meteorológicas de ambos meses por separado. Los resultados se ven en el cuadro 1.

Cuadro 1. Temperatura (t), humedad relativa (HR), índice de temperatura y humedad (ITH), índice de bienestar (IB) y temperatura máxima (TM) para los meses de enero y febrero. Los valores representan la media y el desvío.

	t (°C)	HR (%)	ITH	IB	TM (°C)
Enero	23,3 ± 2,7	68 ± 11	73 ± 4	46 ± 5	29,8 ± 3,6
Febrero	23,4 ± 2,8	74 ± 7	74 ± 5	49 ± 4	29,9 ± 3,1

Como puede observarse, no se presentaron diferencias significativas en los valores medios mensuales. Sin embargo, los datos de producción de leche, que fueron corregidos por covarianza para eliminar los posibles efectos de disminución debidos a la curva de lactancia, mostraron la

distribución de la figura 3. Por esta razón se decidió realizar un análisis semanal, cuyos resultados se presentan en la figura 4 para la PL y en la figura 5 para la GB y la PB. En ambos casos se incluyen el ITH y el IB.

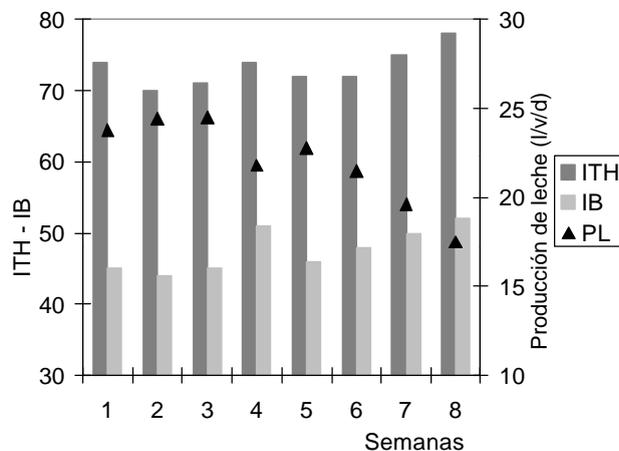


Figura 4. Producción de leche (l/v/d), índice de temperatura y humedad (ITH) e índice de bienestar (IB) durante las 8 semanas analizadas.

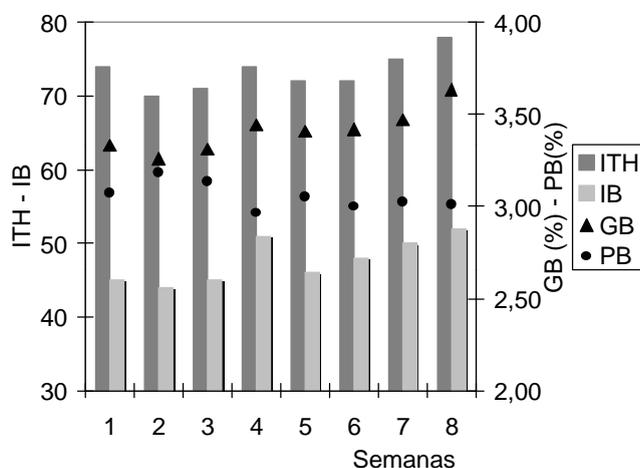


Figura 5. Porcentajes de grasa butirosa (GB) y proteína bruta (PB), índice de temperatura y humedad (ITH) e índice de bienestar (IB) durante las 8 semanas analizadas

Las diferencias entre semanas fueron altamente significativas ( $p < 0,01$ ) para todas las variables analizadas. Las 4 semanas con mayor estrés fueron, en orden decreciente, la 8ª, 7ª, 1ª y 4ª en

función del ITH y la 8°, 4°, 7° y 6° en función del IB. La PL y la PB fueron más bajas, y la GB más alta, durante las semanas más adversas, según el IB.

## CONCLUSIONES

Los resultados de este análisis indican que el IB sería un índice adecuado para estimar los impactos del ambiente estival sobre animales lecheros sensibles al estrés térmico en la llanura pampeana, y que sería importante continuar estudiando sus potencialidades como predictor de respuestas productivas y fisiológicas.

## BIBLIOGRAFÍA

ARMSTRONG, D.V. Heat stress interaction with shade and cooling. *J. Dairy Sci.* 77: 2044. 1994

HAHN, G.L.; McQUIGG, J.D. Expected production losses for lactating Holstein cows as a basis for rational planning of shelters. *Int. J. Farm Build. Res.* 4:2. 1970

QUINTELA, R.; FORTE LAY, J.; TROHA, A.; SPESCHA, L. Introducción al estudio bioclimático de la ciudad de Buenos Aires y su conurbano. *GEOACTA* 14 (1). 1987

THOM, E.C. Cooling degree-days. *Air conditioning, heating and ventilation*: 65-72. Julio 1958

VALTORTA, S.E.; LEVA, P.E.; GALLARDO, M.R.; FORNASERO, L.V.; VELES, M.A.; GARCÍA, M.S. Producción de leche: respuestas a la alta temperatura. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal* 5 (supl. 1): 399. 1997

VALTORTA, S.E.; LEVA, P.E. Respuestas del animal al ambiente. Cap. 2 en : *Producción de leche en verano*. Centro de Publicaciones – Secretaría de Extensión UNL. 1998