

# GANADO LECHERO EN LA CUENCA CENTRAL DE SANTA FE-CÓRDOBA: EFECTO DEL ESTRÉS ESTIVAL E IMPACTO ESPERADO DEL CAMBIO GLOBAL<sup>1</sup>

LEVA, P. E.<sup>2</sup>, GARCÍA, M. S.<sup>2</sup>, VELES, M. A.<sup>2</sup> & VALTORTA, S. E.<sup>2,3</sup>

## RESUMEN

Se estimaron la disminución de la producción lechera (DPL), la temperatura rectal (TR) y la tasa de concepción (TC) actual y en un escenario de cambio global, durante enero, en función del índice de temperatura y humedad en la cuenca central de Santa Fe-Córdoba. La DPL se estimó para vacas de 15, 20 y 25 kg/día de producción. Fluctuaría entre 8 kg/mes para vacas de 15 kg/día en el sur y 78 kg/mes para animales de 25 kg/día en el norte. Con el impacto del cambio global estos valores serían 24 y 104 kg/mes, respectivamente. La TR siempre estaría por encima de la normal, siendo la mínima de 38,96°C para la situación actual y de 39,13 °C para el cambio global. Para la TC, los valores máximos serían 39,6% y 33,12%, respectivamente. Se concluyó que las condiciones actuales en verano son estresantes para vacas Holando argentino y se transformarían en más rigurosas.

*Palabras clave:* cambio global, tasa de concepción, temperatura rectal, producción lechera, estrés térmico.

## SUMMARY

### Dairy cattle in the milk supply area of Santa Fe-Córdoba: effect of summer stress and expected impact of global warming

Milk production decline (MPD), rectal temperature (RT) and conception rate (CR) for January were determined as functions of temperature humidity index in the milk supply area of Santa Fe-Córdoba. MPD was estimated for cows yielding 15, 20 and 25 kg milk/d. It would range from 8 kg/mo for cows producing 15 kg/d in the South to 78 kg/mo for animals producing 25 kg/d in the North. For global warming scenarios, these values would be 24 and 104 kg/mo, respectively. RT

1.- Proyecto subsidiado por CAI-D (UNI).

2.- Docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Litoral, Kreder 2805, (3080) Esperanza, provincia de Santa Fe. Telefax: (03496) 426400 - Email: facagra@unl.edu.ar

3.- Investigadora del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

Manuscrito recibido el 25 de octubre de 1999 y aceptado para su publicación el 14 de febrero de 2000.

would always be above normal, the minimum value being 38.96°C for the present situation and 39.13°C for global warming. Maximum CR values would be 39.6 and 33.12%, respectively. It was concluded that present summer conditions are stressful for Dutch Argentine cows, and that they could become worse.

*Key words:* global warming, conception rate, rectal temperature, milk yield, thermal stress.

## INTRODUCCIÓN

El ambiente cálido afecta el confort y la eficiencia reproductiva de las vacas lecheras (Badinga *et al.*, 1985). El estrés térmico se produce cuando la combinación de diferentes elementos del tiempo, fundamentalmente temperatura, humedad y velocidad del viento, determinan una temperatura efectiva mayor que el límite superior de la zona de termoneutralidad del animal (Buffington *et al.*, 1981). Existen índices que combinan dos o más de estos elementos para evaluar el grado del estrés sufrido por los animales lecheros. Uno de los más difundidos es el índice de temperatura y humedad (ITH) (Thom, 1958; Hahn, 1976). Este índice puede calcularse con los valores de temperatura y humedad relativa del aire, dos datos de fácil obtención. Cuando el ITH supera el valor de 72 se ven afectados los parámetros fisiológicos y productivos de las vacas tipo Holstein, como la raza Holando argentino, especialmente cuando se trata de animales de alta producción (Armstrong, 1994; Valtorta & Leva, 1998 a). En la cuenca central de Santa Fe-Córdoba el menor ITH medio estimado para el periodo estival es de 72,2 (Valtorta & Leva, 1998 b), hecho que indica que los animales que conforman los rodeos lecheros de la región no se encontrarían en su zona de confort.

El impacto esperado por el calentamiento global, consecuencia del aumento de la concentración de los gases de invernadero en la atmósfera, se puede predecir mediante modelos de simulación como el NCAR-CCM- Community Models del National Center of Atmospheric Research, Colorado, USA (Washington & Meehl, 1983, 1984) y el GISS-Goddard Institute of Space

Science, New York USA (Hansen *et al.*, 1984, 1987), o a través de modelos empíricos paleo-climáticos, como el de Budyko *et al.* (1994).

De producirse los escenarios que surgen de la aplicación de dichos modelos, las condiciones de la cuenca podrían ser aún más desfavorables para producir leche con vacas Holando argentino.

Los objetivos del presente trabajo son:

- 1) Estimar los efectos del ambiente actual a través de este índice sobre la producción lechera, la temperatura rectal (TR) y la tasa de concepción (TC) de vacas Holando argentino en la cuenca lechera central del país para el mes más cálido (enero).
- 2) Reestimar los mismos parámetros mediante la aplicación de un modelo de predicción de escenarios futuros de cambio global.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El área donde se realizó el estudio es la Cuenca central de Santa Fe-Córdoba, la cuenca industrial más importante del país (Fig. 1). Se encuentra ubicada entre los -29,5 y los -32,5° de latitud y los 60,5 y 63° de longitud. Su clima ha sido definido por Panigatti (1968) como templado de transición. La temperatura media para el mes más cálido, enero, es de 24,8°C y la humedad relativa de 71%, los valores correspondientes para el mes de julio son 11,8°C y 79%.

Los rodeos de esta cuenca están conformados con animales de raza Holando argentino. El ambiente meteorológico óptimo para este ganado es aquel que presenta temperatura entre 13 y 18°C, humedad relativa hasta 60-70%, velocidad del viento

de 5 a 8 km/hora y radiación no superior a 700 ly/día (Mc Dowell, 1972).

Durante la estación cálida las condiciones meteorológicas de la cuenca se encuentran fuera de este rango óptimo de temperatura y humedad, perjudicando la performance productiva y reproductiva del ganado.

En un trabajo previo (Valtorta & Leva, 1998 b) se determinó la distribución

de los ITH para la cuenca y se encontró que estos aumentaban desde 74,2 en el sur hasta 76,6 en el norte en el mes de enero. Básicamente, la metodología utilizada para el cálculo de los índices puede resumirse de la siguiente manera:

Se estiman los ITH por medio de la ecuación:

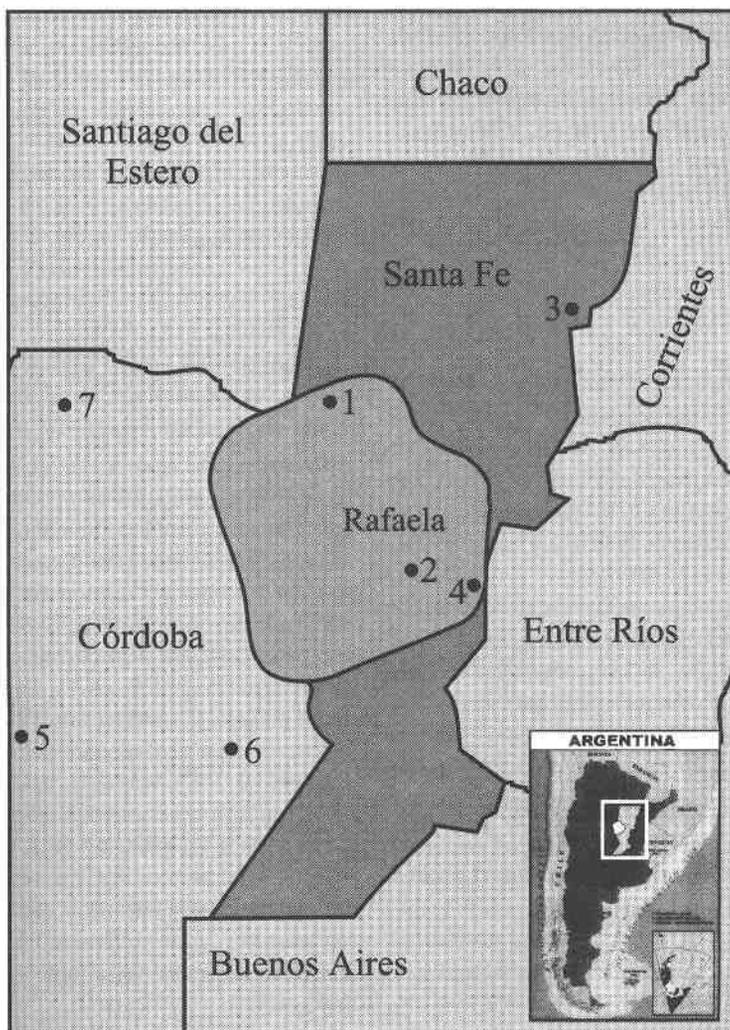


Fig. 1: Ubicación de la cuenca lechera central de Santa Fe-Córdoba. Referencias: 1, Ceres; 2, Rafaela; 3, Reconquista; 4, Sauce Viejo; 5, Manfredi; 6, Marcos Juárez; 7, Villa María del Río Seco.

$$ITH = 1,8 * t_s + 32 - (0,55 - 0,55 * h_r) * (1,8 * t_s - 26)$$

Donde:

$t_s$ : es la temperatura del bulbo seco

$h_r$ : es la humedad relativa en base decimal

Para el cálculo del ITH se utilizó la información de temperatura y humedad relativa medias del mes de enero extraídas de las estadísticas meteorológicas para el período 1971-80 de 7 estaciones de la red del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), ubicadas dentro o alrededor de la cuenca: Ceres, Rafaela, Reconquista y Sauce Viejo, en la provincia de Santa Fe, y Manfredi, Marcos Juárez y Villa María del Río Seco, en la provincia de Córdoba (Fig. 1). Hahn & Mc Quigg (1970) compararon las distribuciones del ITH obtenidas a partir de 5, 10, 15 y 20 años de registro y concluyeron que 5 años eran suficientes para un análisis satisfactorio.

Para estimar los valores correspondientes a toda el área de estudio, se generó una grilla de cuadrados de 10 km de lado. Por interpolación lineal se obtuvieron los valores de temperatura y humedad correspondientes a cada punto de la grilla y luego se calcularon los ITH respectivos.

En el presente análisis se utilizaron los ITH calculados anteriormente, para estimar la disminución de la producción lechera (DPL), en kg/vaca/mes, utilizando la función propuesta por Berry *et al.* (1964), que se adapta para ganado de origen europeo:

$$DPL = -1,075 - 1,736 * NN + 0,0247 * NN * ITH$$

donde:

NN nivel normal de producción (kg/vaca/día).

Se consideraron tres niveles de producción 15, 20 y 25 kg de leche /vaca/día

También se estimaron las distribuciones en la cuenca de las TR (°C) y la TC (%) para rodeos manejados con inseminación artificial, utilizando la metodología de Ingraham (1974) y Hahn (1981):

$$TC = 388,3 - 4,71 * ITH$$

$$TR = 29,31 + 0,13 * ITH$$

En el caso de TC, la ecuación original fue ajustada sobre la base de datos locales, (Vicentini *et al.*, 1991) obteniéndose una ligera variación en el valor del coeficiente que afecta al ITH.

Con respecto al impacto del calentamiento global debido al aumento de la concentración de los gases de invernadero, la mayor parte de la información disponible corresponde a datos elaborados a partir de modelos de simulación desarrollados para el hemisferio norte como el NCAR CCM- Community Climatic Models del National Centre of Atmospheric Research, Boulder, Colorado, USA (Washington & Meehl, 1983, 1984) y el GISS - Goddard Institute of Space Science, New York, USA- (Hansen *et al.*, 1984, 1987).

Budyko *et al.* (1994) presentaron un trabajo sobre los cambios antropogénicos del clima en América del Sur. La metodología propuesta para la predicción del clima futuro se basó en modelos empíricos que utilizan información paleoclimática, que permite reconstruir climas del pasado. La información generada por estos investigadores se ha empleado en el presente trabajo para caracterizar el escenario correspondiente al primer cuarto del siglo XXI. De acuerdo a dicho trabajo, las temperaturas de los meses de enero y febrero experimentarían aumentos desde 0,9 °C en el norte, hasta 3,2 °C en el Sur de Argentina correspondiendo al área de la cuenca un aumento de 1,5° C. No se consideran las posibles variaciones en la humedad relativa porque, si bien se predice un aumento de las precipitaciones anuales, el mayor incremento se adjudica al semestre frío.

Sobre la base de estas consideraciones se modificaron los valores de temperatura y se recalcularon los ITH. Con los nuevos ITH se reestimaron la DPL, TC y TR para el escenario futuro del cambio global.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores medios actuales de ITH para el mes más cálido (enero), fluctúan entre 74,2 al sur, y 76,6 al norte de la cuenca. Para el mes de diciembre, el que presenta los valores más bajos del periodo estival, el

ITH medio varía entre 72.2 en el sur y 74.0 en el norte (Valtorta & Leva, 1998 b). El límite crítico entre situaciones de confort y de estrés está dado por un ITH de 72 (Armstrong, 1994).

En los mapas de la Fig. 2 presenta la DPL estimada para el mes de enero. Los

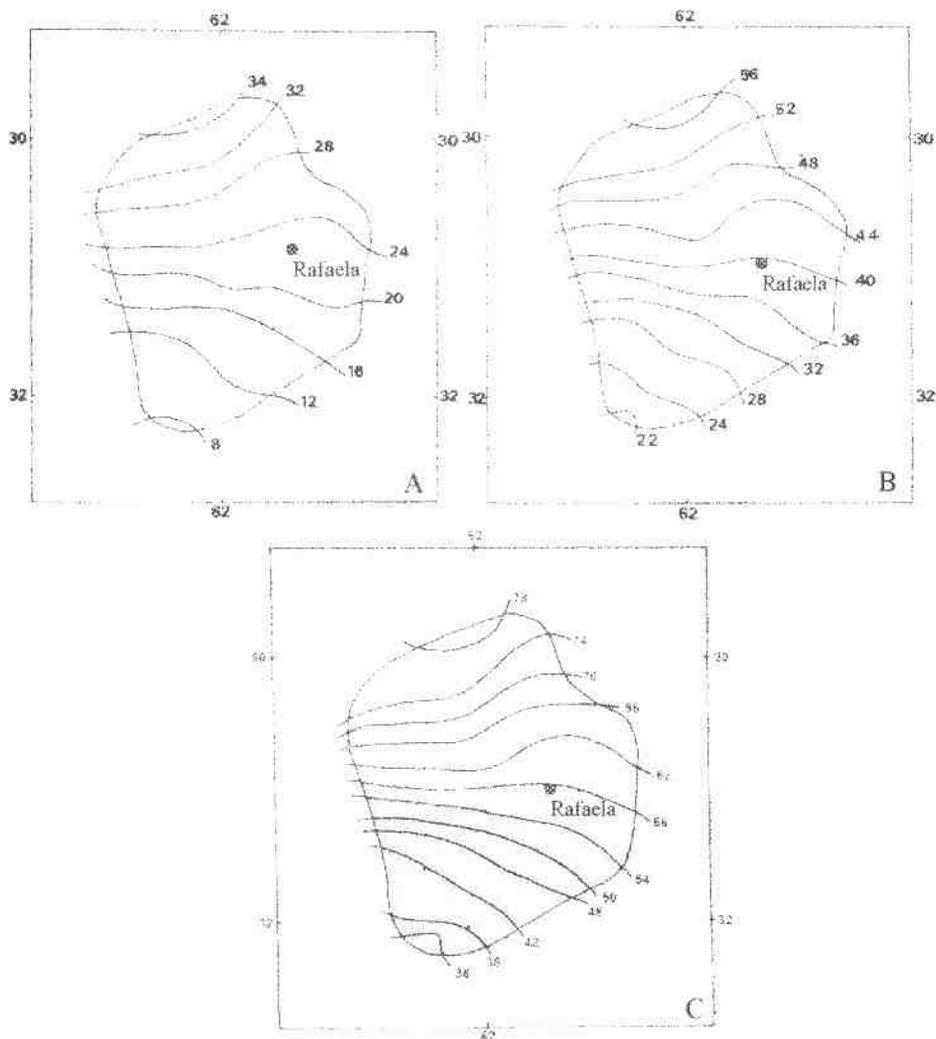


Fig. 2: Disminución de la producción lechera. (kg/v/m) estimada para el mes de enero, para 3 niveles normales de producción: A) 15 kg/vaca/día; B) 20 kg/vaca/día, C) 25 kg/vaca/día.

valores fluctúan entre 8 y 34 kg/vaca/mes para animales que producen 15 kg/día. Para niveles de producción de 20 y 25 kg/vaca/día las pérdidas varían entre 22 y 56 kg/vaca/mes; y entre 38 y 78 kg/vaca/mes, respectivamente. Las vacas de mayor producción lechera son proporcionalmente más afectadas por el ambiente, caracterizado a través del ITH.

La Fig. 3 presenta la distribución de la TC y la TR para el mes de enero. En el norte de la cuenca la TC media alcanza un valor de 28,3% y en el sur de 39,6%. Los valores correspondientes al departamento Castellanos donde se ubica la localidad de Rafaela, son similares a los observados en

trabajos de campo (Vicentini *et al.*, 1991). Estos resultados indicarían que las ecuaciones realizarían una estimación satisfactoria.

Con respecto a la TR, el valor más alto, estimado, que corresponde al norte de la cuenca, es de 39,27° C y el menor de 38,96° C, para el sur. La TR está por encima de la temperatura corporal normal de animales Holstein, que es de 38°C (Ingram & Mount, 1975).

Cuando se consideró el escenario futuro por el calentamiento global utilizando el modelo paleoclimático (Budyko, *et al.*, 1994) se estimó que los ITH variarían entre 75,6 en el sur y 78,0 en el norte de la cuen-

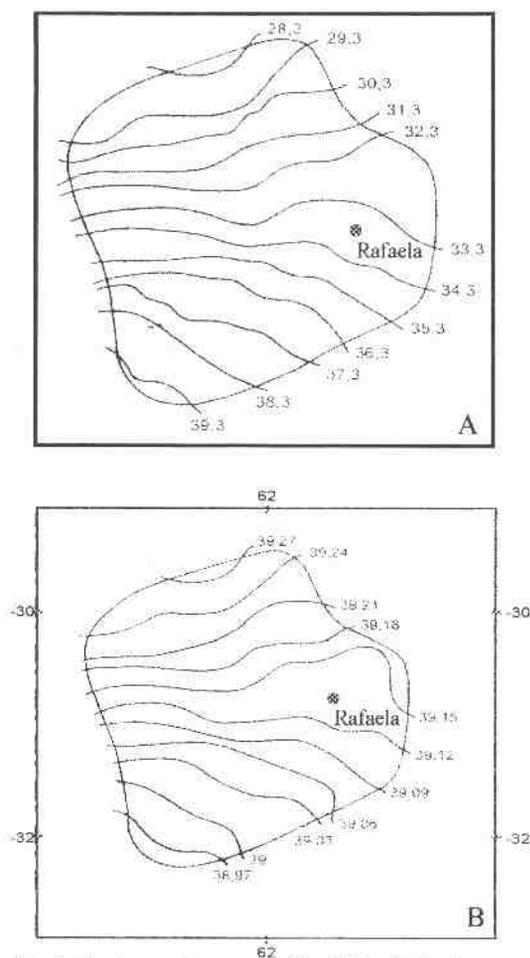


Fig. 3: Distribución de las tasas de concepción (A) y de las temperaturas (B) durante el mes de enero.

ca. Como consecuencia de esto también variarían las respuestas del animal.

Las DPL para el escenario de calentamiento global, se muestran en la Fig. 4. Para animales que producen 15 kg/día las DPL se encontrarían entre 24 kg/vaca/mes en las zonas más frescas y 50 kg/vaca/mes, en las áreas más cálidas.

Las DPL para animales cuya producción está entre 20 y 25 kg/día, se ubicarían entre 44 y 62 kg/vaca/mes en el sur y 78

y 108 kg/vaca/mes en el norte, respectivamente.

La actual DPL representa una pérdida máxima en la producción de leche entre 7,6 y 10,4% por vaca durante el mes de enero, considerando a las de menor y mayor nivel de producción. Si se produjera el calentamiento global, de acuerdo a las predicciones de los modelos, esos porcentajes se incrementarían, alcanzando valores entre 11,1 y 14,4%.

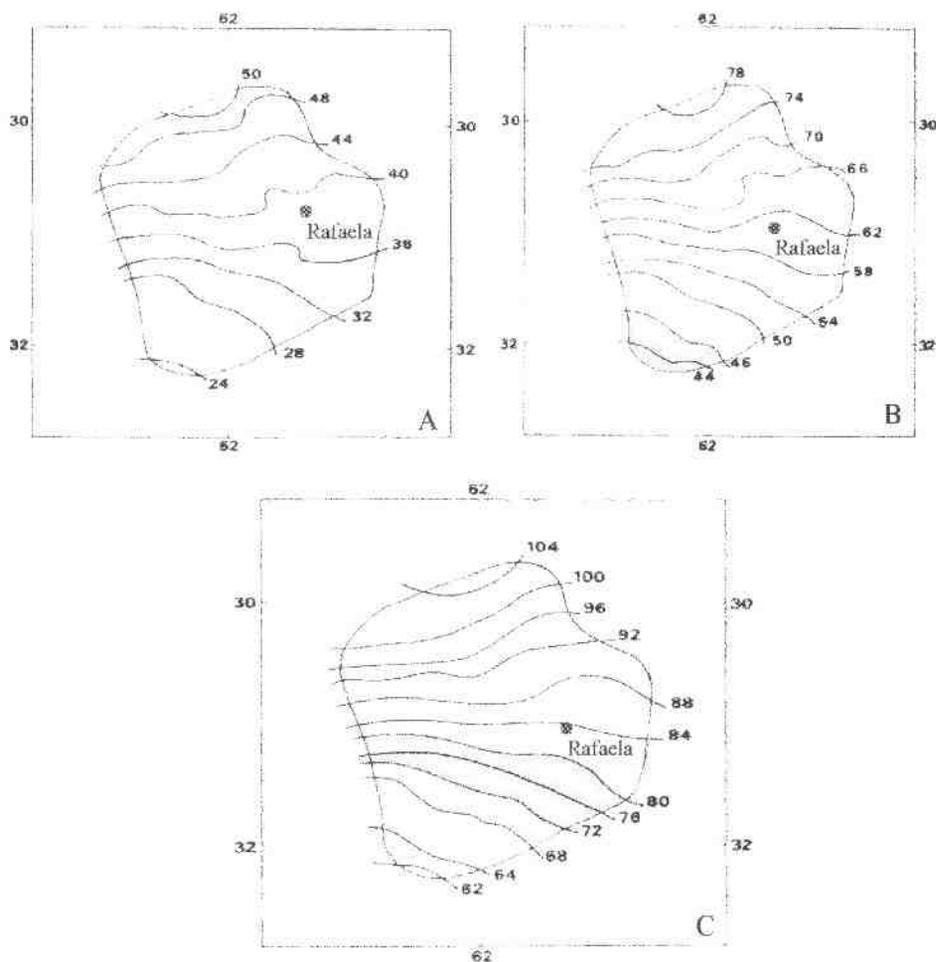


Fig. 4: Disminución de la producción lechera (kg/v/m) estimada para el mes de enero, para 3 niveles normales de producción: A) 15 kg/vaca/día; B) 20 kg/vaca/día. C) 25 kg/vaca/día.

En la Fig. 5 se observan las distribuciones estimadas de TC y TR, considerando el efecto del cambio global. Para el norte de la cuenca la TC sería de 21,84% y

para el sur de 33,12%.

La TR fluctuaría entre 39,45°C y 39,13 °C en el norte y en el sur respectivamente.

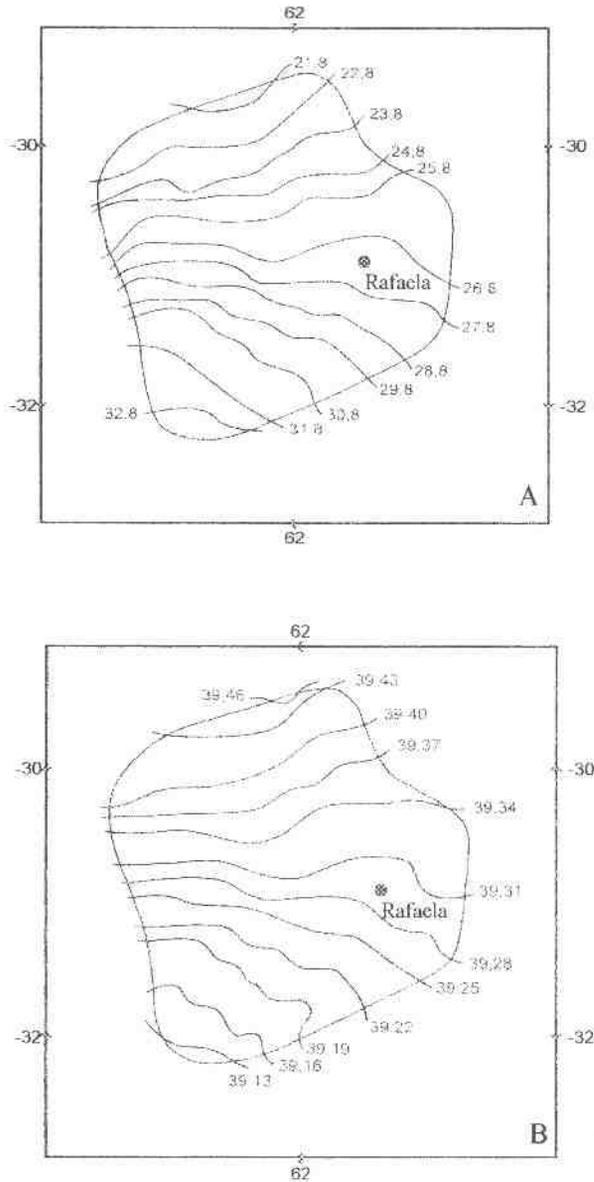


Fig. 5: Distribución de las tasas de concepción (A) y de las temperaturas rectales (B) durante el mes de enero.

## CONCLUSIONES

Las condiciones actuales de la cuenca lechera determinan situaciones de estrés para el ganado de origen europeo durante el mes más cálido con sus consecuentes pérdidas productivas y reproductivas.

De producirse el calentamiento global la situación se tornaría aún más desfavorable, lo cual obligaría a tomar decisiones de manejo tales como: mejorar el confort animal, introducir animales más resistentes al estrés térmico por calor, que podrían ser menos productivos, en la área o bien buscar nuevas regiones productivas.

## BIBLIOGRAFÍA

- ARMSTRONG, D. V.** 1994. Heat stress interaction with shade and cooling. *J. Dairy Sci.* 77: 2044-2049.
- BADINGA, L.; R. J. COLLIER; W. W. THATCHER & C. J. WILCOX.** 1985. Effects of climatic and management factors on conception rates of dairy cows in subtropical environment. *J. Dairy Sci.* 68: 78-83.
- BERRY, I. L.; M. D. SHANKLIN & H. D. JOHNSON.** 1964. Dairy shelter design based on milk production decline as affected by temperature and humidity. *Trans. Amer. Soc. Agric. Eng.* 7: 329-331.
- BUDYKO, M. I.; I. I. VORZENKOVA; G. V. MENZHULIN & I. A. SHIKL OMANOV.** 1994. Cambios antropogénicos del clima en América del Sur. *Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria. Argentina.* N° 19. 255 pp.
- BUFFINGTON, D. E.; A. COLAZZO-ARROCHO; G. H. CANTON & D. PITT.** 1981. Black globe-humidity index (B.G.H.) as comfort equation for dairy cow. *Trans. Amer. Soc. Agric. Eng.* 24:711-714.
- HAHN, G. L. & J. D. MC QUIGG.** 1970. Evaluation of climatological records for rational planning of live stock shelters. *Agric. Meteor.* 7: 131-141.
- HAHN, G. L.** 1976. Shelter Engineering for cattle and other domestic animals. (pp. 496-503) En: JOHNSON, H. D. (ed.) *Progress in Biometeorology. Volumen 1, parte 2.* Ed. Swets & Zeitlinger, Amsterdam.
- HAHN, G. L.** 1981. Use of weather data in the rational selection of livestock management practices. (pp. 362-386) In: A. Weiss (ed.), *Proceedings of computer techniques and meteorological data applied to problems of agriculture and forestry: A workshop.*
- INGRAHAM, R. H.** 1974. Discussion of the influence of environmental factors on reproduction of livestock. En: *Proceedings of the 1st International Livestock Environment Symposium.* p. 55-61. Amer. Soc. Agric. Engrs., St. Joseph, MI.
- HANSEN, J.; A. LACIS; D. ROND; G. RUSSELL; P. STONE; L. FUNG; R. RUEDY & J. LERNER.** 1984. Climate sensitivity: analyses of feedback mechanisms. *Geophys. Mono.* 29: 130-163.
- HANSEN, J.; L. FUNG; A. LACIS; D. RIND; G. RUSSELL; S. LEBEDEFF; R. RUEDY & P. STONE.** 1987. Global climate changes as forecasted by the Goddard Institute for Space Studies Three dimensional model. *J. Geophys. Res.* 93: 9341-9364.
- INGRAHAM, R. H.** 1974. Discussion of the influence of environmental factors on reproduction of livestock. (pp. 55-61) In: *Proceedings of the 1st International Livestock Environment Symposium.* Amer. Soc. Agric. Engrs., St. Joseph, MI.

- INGRAM, D. L. & L. E. MOUNT.** 1975. Man and animals in hot environments. Springer Verlag, New York, Heidelberg, Berlín. pp. 215.
- MC DOWELL, R. E.** 1972. Improvement of livestock production in warm climates. W. H. Freeman & Co. San Francisco. 471 pp.
- PANIGATTI, J. L.**, 1968. Consideraciones sobre el clima del centro - oeste de la provincia de Santa Fe. Boletín Interno de divulgación n° 15. EEA INTA Rafaela. 29 pp.
- THOM, E. C.**, 1958. Cooling degree-days. Air conditioning, heating and ventilation 7: 65-72.
- VALTORTA, S. E. & P. E. LEVA.** 1998 a. Respuesta del animal al ambiente. (pp. 21-37). En: Producción de leche en verano. Centro de Publicaciones. Universidad Nacional del Litoral.
- VALTORTA, S. E. & P. E. LEVA.** 1998 b. Caracterización del ambiente físico. (pp. 9-20). En: Producción de leche en verano. Centro de Publicaciones. Universidad Nacional del Litoral.
- VICENTINI, G. R.; S. E. VALTORTA; J. E. B. OSTROWSKI; P. E. WEIDMANN & P. E. LEVA.** 1991. Eficiencia reproductiva de vacas de producción mayor a 4000 kg de leche en la cuenca lechera central de Santa Fe. II: Factores ambientales que afectan la tasa de concepción en tambos comerciales con asistencia veterinaria semanal y control nutricional. Rev. Arg. Prod. Anim. 11: 319-325.
- WASHINGTON, W. M. & G. A. MEEHL.** 1983. General Circulation Model Experiments on the Climatic Effects Ducto a Doubling and Quadrupling of Carbon Dioxide Concentration. J. Geophys. Res. 88: 6600-6610.
- WASHINGTON, W. M. & G. A. MEEHL.** 1984. Seasonal Cycle Experiment on the Climate Sensitivity Due to a Doubling of CO<sub>2</sub> with Atmospheric General Circulation Model Coupled to a Simple Mixed-Layer Ocean Model. J. Geophys. Res. 89: 9475-9503.