

## VERIFICACIÓN DE ALERTAS DE ESTRÉS CALÓRICO EN VACAS LECHERAS EN NOGOYÁ, ENTRE RÍOS

Brizuela, A.<sup>1,2</sup>; Rondán, G.<sup>2\*</sup>; Kemerer, A.<sup>2</sup>; López, G.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). <sup>2</sup>Facultad de Ciencias Agropecuarias,  
Universidad Nacional de Entre Ríos.

\*Contacto: [grondan035.gr@gmail.com](mailto:grondan035.gr@gmail.com)

**Palabras clave:** ITH pronosticado; olas de calor, verano.

### INTRODUCCIÓN

El departamento Nogoyá se caracteriza por concentrar buena parte de la producción lechera de la provincia de Entre Ríos.

El estrés calórico afecta el confort animal y esto repercute en la producción del rodeo lechero (Valtorta y Gallardo, 1996). El índice de temperatura y humedad (ITH) permite conocer bajo qué condiciones comienza a ser afectada la performance animal, pudiendo caracterizar de esta manera la productividad de distintas zonas geográficas (Cony *et al.*, 2004; Gallardo y Valtorta, 2011). En el área de estudio, los meses con mayor probabilidad de ocurrencia de eventos de estrés (ITH>72) son diciembre, enero y febrero; mientras que en septiembre y marzo son menos frecuentes y de menor duración (López *et al.*, 2015).

Existen diferentes estrategias que el productor lechero puede adoptar para atenuar los efectos del estrés calórico en los animales. Entre ellas se encuentran el manejo nutricional, del agua, de la sombra y ventilación (Armstrong, 1994; Gallardo y Valtorta, 2011; Ghiano *et al.*, 2011). Para aplicar estas estrategias de forma eficiente es importante que los productores puedan conocer con antelación si se presentarán condiciones de estrés calórico. En este sentido, INTA elabora un informe de monitoreo semanal de estrés calórico, a nivel de cuencas lecheras (Monitoreo semanal del estrés calórico. INTA Lechero).

Se ha realizado un proyecto de extensión que permite contar con un "Sistema de alerta por estrés calórico para vacas lecheras" desarrollado y puesto en marcha para productores de leche de Nogoyá, sobre la base de los trabajos de Kemerer *et al.* (2015) y Brizuela *et al.* (2016). En el primero se proponen dos métodos para estimar el ITH con datos pronosticados de temperatura del aire máxima y mínima; mientras que en el segundo se compararon las temperaturas extremas pronosticadas, con los valores observados en estaciones meteorológicas de Nogoyá, en el período septiembre 2014 a marzo de 2015.

El objetivo del presente trabajo es verificar el pronóstico del sistema de alerta de ITH, para el departamento Nogoyá, durante el período diciembre 2015-marzo 2016.

### MATERIALES Y MÉTODOS

El área de trabajo corresponde al Dpto. Nogoyá, Entre Ríos. La temperatura media anual es de 18,1°C, la humedad relativa media anual es de 73,5% y la precipitación anual es de 1200 mm (<http://siga2.inta.gov.ar>).

Para el cálculo del ITH se utilizaron los datos pronosticados de temperatura máxima y mínima, tomados del sitio 'Meteored' (<http://meteored.com.ar>), el método senoidal propuesto por Kemerer *et al.* (2015) y la ecuación propuesta por Valtorta y Gallardo (1996), obteniéndose el ITH pronosticado.

La verificación fue realizada, posteriormente, con datos provenientes de la estación automática Nogoyá (32°24,8'S59°48,8'O) -de la Bolsa de Cereales de Entre Ríos-.

Para conocer la variación diaria de la temperatura se utilizó la ecuación 1.

$$T_a = (T_{\max} - T_{\min}) \times \text{sen}(\omega \times (t - \alpha)) + T \quad (1)$$

donde:

T<sub>a</sub>: Temperatura del aire (° C)

T<sub>max</sub>: Temperatura máxima diaria (° C)

T<sub>min</sub>: Temperatura mínima diaria (° C)

$$\omega = 0,2618 \text{ h} \quad \text{y} \quad \alpha = 9,5 \text{ h}$$

T= Temperatura media diaria.

Para calcular la tensión de vapor de saturación se utilizó la ecuación 2.

$$e_s = 0,6108 \times e^{\left(\frac{17,27 \times T_a}{T_a + 237,3}\right)} \quad (2)$$

donde:

e<sub>s</sub>: Tensión de vapor de saturación (kPa)

T<sub>a</sub>: Temperatura del aire (°C)

La tensión de vapor real se estimó utilizando la ecuación 3.

$$ea = 0,6108 \times e^{\left(\frac{17,27 \times T_{\min}}{T_{\min} + 237,3}\right)} \quad (3)$$

$$HR = \frac{ea}{es} \times 100 \quad (4)$$

Con los datos horarios estimados de temperatura del aire y HR se calculó el ITH utilizando la ecuación 5, propuesta por Valtorta y Gallardo 1996.

$$ITH = (1,8 \times Ta + 32) - \left(0,55 - 0,55 \times \frac{HR}{100}\right) \times (1,8 \times Ta - 26) \quad (5)$$

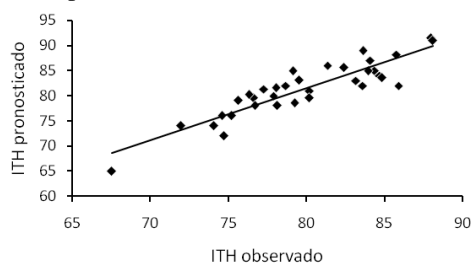
A partir de estos resultados se evaluó la ocurrencia de eventos de estrés y su duración.

Se emitieron dos informes semanales, lunes y jueves, con el pronóstico para 4 días (lunes a jueves) y 5 días (jueves a lunes) respectivamente, para ser difundido a productores lecheros. En el mismo se informó el ITH máximo, grado de estrés probable y tiempo en horas con ITH superior a 72.

Durante el período de emisión de alertas se recopilaron los datos y posteriormente se realizó un análisis de regresión, entre ITH pronosticado vs. observado. Se utilizó el coeficiente de determinación (r<sup>2</sup>) como indicador estadístico de la variabilidad explicada por el estimador.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Del análisis surge que existe una fuerte relación entre los valores estimados y observados, especialmente para los primeros tres días de pronóstico (Tabla 1). En la figura 1 se muestra la regresión para el día+2.



**Figura 1.** Regresión lineal entre ITH pronosticado y calculado para el día+2.  $ITH_{\text{pron}} = -2,33 + 1,05 \times ITH_{\text{EMA}}$ .  $r^2 = 0,80$

Para el día+3, el ajuste es aceptable pero el error de estimación es elevado ( $EE > 3$ ) con un valor medio de ITH pronosticado de 81.

Se observa que para el quinto día (día+4) el ajuste entre los datos analizados es débil. Esto sugiere la conveniencia de aumentar la frecuencia con que se pronostica, a tres o más veces por semana. En caso de instrumentar un sistema diario de alerta, sería recomendable que el pronóstico cubra hasta tres días.

donde:

e<sub>a</sub>: Tensión de vapor real (kPa)

T<sub>min</sub>: Temperatura mínima diaria (°C)

La evolución de la HR diaria se calculó con los datos estimados de tensión de vapor real y de saturación mediante la ecuación 4.

## CONCLUSIÓN

Se concluye que el pronóstico del sistema de alerta funciona con un grado de acierto aceptable hasta el tercer día.

De esta manera se presenta como una herramienta más que los productores disponen para el manejo de su rodeo lechero cumpliendo con el objetivo para el cual fue planteado.

A partir de estos resultados se abren nuevas perspectivas de investigación que tiendan a relacionar situaciones de estrés con pérdidas de producción en rodeos lecheros de Entre Ríos.

## REFERENCIAS

- Armstrong, D.V. 1994. Heat stress interaction whit shade and cooling. *J. DairySci.* 77: 2044.
- Brizuela, A.; Rondán, G. Comparación de dos sitios web de pronóstico del tiempo para temperatura máxima y mínima en Nogoyá, Entre Ríos. Inédito.
- Cony, P; Casagrande, G.A.; Vergara, G.P. 2004. Cuantificación de un índice de estrés calórico para vacas lecheras en Anguil, provincia de La Pampa (Argentina). *Rev.Fac. Agronomía - UNLPam* Vol. 15 N°1/2. ISSN: 0326-6184.
- Gallardo, M.; Valtorta S. 2011. Producción y bienestar animal: estrés por calor en ganado lechero: impactos y mitigación. *HemisferioSur.* Buenos Aires, Argentina. 128 p.
- Ghiano, J.; García, K.; Gastaldi, L.; Dominguez, J., Sosa, N.; Massoni, F.; Ferreira M.; Walter E, Taverna, M. 2011. Manejo del estrés calórico en el tambo. INTA. Ficha técnica N° 17 y 18.
- Kemerer, A.; Maltese, N.; Aguirre, C.; Lissaso, C.; López, G.; Brizuela, A. 2015. Comparación de métodos para pronosticar el índice de temperatura y humedad (ITH) diario en el departamento Nogoyá, Entre Ríos. En: IX Reunión de Comunicaciones Científicas y VII Reunión de Extensión de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la UNER, 11 de junio de 2015, Oro Verde, Entre Ríos, Argentina.
- López, G.; Brizuela, A.; Rondán, G.; Lissaso, C.; Kemerer, K.; de los Santos, M. 2015. Determinación del índice de temperatura y humedad (ITH) como indicador de estrés calórico, para vacas lecheras del departamento Nogoyá, Entre Ríos. En: IX Reunión de Comunicaciones Científicas y VII Reunión de Extensión de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la UNER, 11 de junio de 2015, Oro Verde, Entre Ríos, Argentina.
- Valtorta, S.; Gallardo, M. 1996. El estrés por calor en producción lechera. En INTA. *Misceláneas.* 81:173-185.

**Tabla 1.** Resultado de análisis de regresión. Para todos los casos, el valor  $p < 0,01$ .  $r^2$ : coeficiente de determinación; MP-ITH: valor medio del ITH pronosticado; E.E: error de estimación,  $ITH_{pron}$ : ITH pronosticado,  $ITH_{EMA}$ : ITH calculado a partir de datos de la estación meteorológica automática Nogoyá

	Hoy	día+1	día+2	día+3	día+4
Ecuación	$ITH_{pron}=8,79+$ $0,89*ITH_{EMA}$	$ITH_{pron}=8,53+$ $0,91*ITH_{EMA}$	$ITH_{pron}=-2,33+$ $1,05*ITH_{EMA}$	$ITH_{pron}=-0,35+$ $1,02*ITH_{EMA}$	$ITH_{pron}=8,56+$ $0,88*ITH_{EMA}$
$r^2$	0,77	0,67	0,80	0,65	0,50
MP-ITH	81	82	81	81	80
E.E.	2,29	2,73	2,48	3,90	4,56
n	34	34	34	34	17