

**Extensión:**

## **DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE TEMPERATURA Y HUMEDAD (ITH) PARA VACAS LECHERAS, EN EL DEPARTAMENTO NOGOYÁ, ENTRE RÍOS**

Guillermo LÓPEZ<sup>1</sup>; Armando B. BRIZUELA<sup>2,3</sup>; Guillermo RONDÁN<sup>4</sup>; Cecilia M. A. LISSASO<sup>5</sup>; Alejandra C. KEMERER<sup>2</sup>; Melisa de los SANTOS<sup>6</sup>

Docentes-Investigadores Cátedras: <sup>1</sup>Bovinos de Leche, <sup>2</sup>Climatología Agrícola, <sup>5</sup>Cereales y Oleaginosas. <sup>3</sup>Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). <sup>4</sup>Becario de Extensión y <sup>6</sup>Becaria CIN. Facultad de Ciencias Agropecuarias. UNER. Ruta Prov. 11, Km 10,5 (3101) Oro Verde. Paraná. Entre Ríos.

Autor para correspondencia: armando.brizuela@gmail.com

### **RESUMEN**

La producción láctea en la provincia de Entre Ríos tiene un lugar relevante como fuente de trabajo y por la movilidad económica en muchas localidades. Numerosos estudios dan cuenta de la importancia que tienen las condiciones ambientales, como temperatura y humedad, relacionado al confort de los rodeos y, especialmente, de los cambios en la producción cuando esas condiciones no son favorables. Una alternativa para determinar si se presentan condiciones adversas es el Índice de Temperatura Humedad (ITH) asociado directamente al estrés calórico de las vacas. Hay consenso general que cuando el índice se halla entre 72 y 78 se considera “alerta”, si está entre 78 y 83 “peligro” y si supera 83 “emergencia”. Este trabajo se enmarca en el proyecto de extensión Sistema de alerta por estrés calórico para vacas lecheras: “La vaca bacana” y está orientado a conocer las características del ITH durante la primavera y verano recientes (2014-2015) en Nogoyá. Se utilizaron 3 estaciones meteorológicas de la zona con mediciones, cada 10 minutos, de temperatura y humedad para calcular el ITH. Los resultados indican que el 65% del período analizado (7 meses) el ITH fue menor a 72 y el 35% superó ese valor. Durante los meses de enero y febrero se produjeron la mayor cantidad de casos con  $ITH \geq 72$ . También se encontró que en la zona la persistencia de valores superiores a 72 tiene una duración media de 6 horas y en algunos casos esa situación se mantiene por más de 48 horas.

### **SUMMARY**

**Determination of the temperature and humidity index (THI) for milk cows, in the Nogoyá Department, Entre Ríos**

Milk production in the Entre Ríos province has an important place as a source of employment and economic mobility in many localities. Numerous studies realize the importance of environmental conditions such as temperature and humidity, related to the comfort of cows herds, and especially the changes in

production when those conditions are not favorable. An alternative to determine if adverse conditions occur is the Temperature Humidity Index (THI) directly associated with heat stress in cows. There is general agreement that when the index is between 72 and 78 is considered "alert", "danger" if it is between 78 and 83 and "emergency" if it exceeds 83. This work is part of the extension project 'Alert system heat stress for dairy cows: "The bacana cow" and is aimed to know the THI characteristics during the recent Spring and Summer (2014-2015) in Nogoyá. Three meteorological stations in the area were used with measurements every 10 minutes of temperature and humidity to calculate the THI. The results indicate that 65% of the analyzed period (7 months) the THI was under 72 and 35% exceeded that value. During the months of January and February most cases with  $\geq 72$  THI occurred. We also found that in the persistent values above 72 have an average duration of 6 hours and in some cases it continues for more 48 hours.

### Introducción

En la provincia de Entre Ríos, la producción láctea es una actividad relevante en el sector agropecuario ya que, además de contribuir diariamente a la oferta de un alimento de alta calidad biológica para la población, tiene un protagonismo importante como dinamizador laboral así como diversificador de la actividad económica.

En cuanto a la participación del sector lechero, la provincia ocupa el cuarto lugar aportando el 3,1% de la producción nacional, observándose una disminución del volumen producido en los últimos tres años según informó el Ministerio de Producción de Entre Ríos. En el sector se cuenta con aproximadamente 1200 tambos, distribuidos en dos cuencas. La primera de ellas (Cuenca A) concentra a más del 60% de los tambos de la provincia, comprendiendo los departamentos Paraná, La Paz, Diamante, Victoria y Nogoyá. La cuenca B incluye los tambos situados en los departamentos Gualeguaychú, Uruguay, Colón y Rosario del Tala.

El departamento Nogoyá es caracterizado particularmente como zona tradicionalmente tampera, siendo el de mayor capacidad industrial instalada y contado con un elevado número de establecimientos tamperos que elaboran su producción.

En los sistemas a pastoreo de producción lechera como los de Entre Ríos, los animales están expuestos al ambiente, cuyas características afectan tanto las respuestas fisiológicas como productivas. Durante la época estival principalmente, las condiciones ambientales no se encuentran dentro del rango óptimo de temperatura y humedad del aire requerido para lograr una alta productividad lechera (Valtorta y Gallardo, 1996; Leva *et al.*, 1996).

En los animales homeotermos, los factores bioclimáticos son determinantes para producir situaciones de confort o estrés, afectando la producción y por ende la rentabilidad de los establecimientos, que se traduce en pérdidas económicas relevantes para el productor. Además de las consecuencias productivas, sanitarias y muertes, se produce una caída en la concentración de proteína y grasa de la leche.

El rango normal de temperatura corporal de la vaca lechera oscila los  $38,6\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Esta condición es esencial para que el conjunto de condiciones fisiológicas y reacciones metabólicas se realicen en óptimas condiciones (García, 2010).

El ambiente meteorológico óptimo para el ganado lechero Holando (Holstein) es caracterizado como aquel que presenta temperaturas entre  $13\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 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).

Ante un aumento de la temperatura ambiente, la vaca trata de eliminar el exceso de calor por vasodilatación subcutánea y evaporación de agua a nivel respiratorio. Si esto no es suficiente, la vaca continúa minimizando sus movimientos y por último disminuyendo el consumo de alimentos. A partir de cierta temperatura ambiental se considera que la vaca no podrá manejar su homeostasia y entrará en estrés calórico (García, 2010).

Cuando la temperatura del aire supera el valor máximo de confort de un animal (27°C), comienzan a tener importancia otros elementos del clima como es el caso de la humedad del aire. Si la temperatura del ambiente es elevada, disminuyen en forma rápida las pérdidas de calor que dependen fundamentalmente del gradiente de temperatura entre el animal y el ambiente, en tanto que se elevan las pérdidas evaporativas, que se transforman en el único proceso importante de eliminación de calor. Si el aire se encuentra saturado o presenta un alto contenido de vapor de agua, esta vía de disipación se verá frenada y el ambiente se tornará más estresante para el animal (Valtorta y Gallardo, 1996).

Los signos asociados al estrés calórico son: aumento de la frecuencia cardíaca superior a 80 pulsaciones por minuto (valor normal 50 pul/min), incremento de la temperatura corporal (mayor a 39°C), jadeo, excesiva salivación, disminución de la rumia, reducción del consumo de materia seca e incremento del consumo de agua entre otros. (Wiersma, 1990; Ghiano *et al.*, 2014).

Sobre la base de lo expuesto, el Índice de Temperatura y Humedad (ITH) permite definir, en función de la combinación de las variables temperatura y humedad, el grado de estrés calórico que pueden estar sufriendo los animales.

El valor considerado como límite entre situaciones de confort y estrés varía según los autores. Sin embargo, existe coincidencia en el valor crítico de 72 determinado por Johnson *et al.*, (1961). Por encima de este valor comenzarían a sufrir estrés especialmente las vacas de alta producción.

Según estudios realizados en INTA Rafaela, las mermas diarias atribuidas al efecto “estrés calórico” variaron entre 3 y 10%. Por otro lado, algunos estudios dan cuenta del efecto del ambiente en la productividad de rodeos lecheros de alta producción y el impacto negativo que provocan las olas de calor, presentando mermas del 5 al 15% en los volúmenes entregados a la industria (Leva *et al.*, 2008; Valtorta *et al.*, 1997).

Las vacas están expuestas a condiciones de estrés calórico desde pocos días al año hasta más de 120 días, dependiendo de la ubicación geográfica del tambo. Entre Ríos tiene promedios de 60 días al sur de la provincia, extendiéndose hacia el norte alcanzando los 105 días con ITH superior a 72 durante gran parte del día (8 a 12 horas por día) (Ghiano *et al.*, 2014). La producción mensual de leche en la provincia de Entre Ríos, durante el año 2014, fue similar durante agosto, setiembre y octubre (33 millones de litros) mientras en noviembre y diciembre se registró un 10% menos (Amparo, 2014). Es probable que esa disminución sea, al menos en parte, consecuencia del estrés calórico lo que indica la importancia del tema.

Considerando las variaciones de temperatura y humedad debido al calentamiento global (Rodríguez Loustau, 2002) y teniendo en cuenta que esta actividad económica se desarrolla y depende en gran parte de estos factores, el desafío del productor es adaptarse a los cambios y anticiparse, incorporando tecnologías que permitan mitigar los efectos en la producción. En la misma dirección Valtorta y Gallardo (2011) analizan la relación entre

producción y bienestar animal, en cuanto a impactos y mitigación del estrés calórico en rodeos lecheros.

El Proyecto lechero de INTA señala que la infraestructura y las prácticas de manejo aplicadas por los productores de la región de estudio, para limitar el estrés calórico, resultan insuficientes registrándose que menos del 50% de los tambos cuentan con algún tipo de sombra en corral de espera, menos de un 30% en potreros y corrales de esperas y es aún menor el número de tambos que cuentan con instalaciones recomendadas y adecuadas para reducir el estrés calórico.

En el marco del proyecto de extensión Sistemas de alerta por estrés calórico para vacas lecheras: “La vaca Bacana”, llevado adelante por las cátedras de Climatología Agrícola y Bovinos de Leche, Cereales y Oleaginosas y Nutrición Animal de la Facultad de Ciencias Agropecuarias - UNER- con el aval y acompañamiento de la

Cámara de Productores de Leche de Entre Ríos (CAPROLER), se realizó el presente trabajo con el objetivo de determinar las características espaciales y temporales del ITH en el departamento Nogoyá, como paso previo a la implementación de un sistema de alerta que permita a los productores atenuar los efectos del estrés calórico en sus rodeos lecheros.

### Metodología

Como fuente de información de las variables meteorológicas se cuenta con datos provenientes de las estaciones meteorológicas automáticas de la Bolsa de Cereales de Entre Ríos.

En particular, se utilizaron datos provenientes de tres estaciones meteorológicas automáticas: Nogoyá (32° 24,8' S 59° 48,8' W), Tres Esquinas (32° 24,7' S 59° 93,1' W) y Crucecita Tercera (32° 21,1' S 59° 66,6' W); ubicadas en el departamento Nogoyá (Figura 1).



**Figura 1.** Mapa de la provincia Entre Ríos (izquierda) y ubicación de las tres estaciones meteorológicas automáticas en el Departamento Nogoyá (derecha)

Estas estaciones meteorológicas brindan datos de Temperatura del ambiente ( $T_a$ ) y Humedad Relativa (HR) cada diez minutos. Para el presente trabajo, se tomaron los datos correspondientes al periodo comprendido entre el

01 de septiembre de 2014 y el 31 de marzo de 2015. Con estos datos se calculó el ITH para cada medición.

Para el cálculo de ITH se utilizó la ecuación propuesta por Valtorta y Gallardo (1996)

$$ITH = (1,8 * Ta + 32) - \left[ \left( 0,55 - 0,55 * \frac{HR}{100} \right) * (1,8 * Ta - 26) \right] \quad \text{(Ecuación 1)}$$

Dónde:

HR= Humedad relativa del aire (%)

$T_a$ = Temperatura del aire (°C).

En este trabajo se consideraron cuatro categorías, según el valor del ITH, separadas por los siguientes umbrales:

- $\leq 72$ : Normal (N)
- 72 – 78: Alerta (A)
- 78 – 83: Peligro (P)
- $\geq 83$ : Emergencia (E)

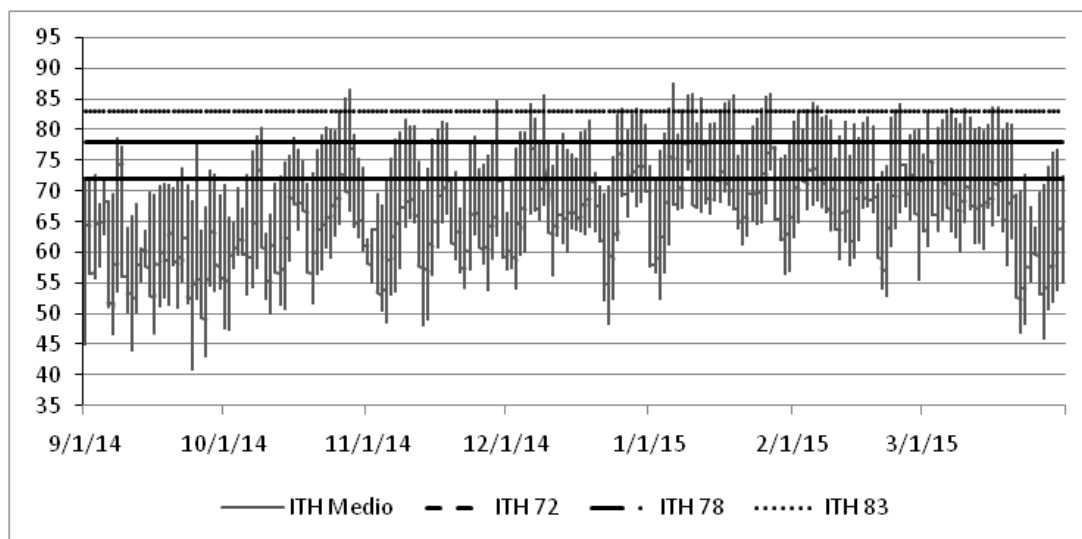
Con los datos obtenidos se analizó el comportamiento espacial y temporal del ITH en el período mencionado. Se analizaron también las horas del día en las que el ITH es elevado, superando el umbral de confort animal, calculando en este caso la duración de las “rachas” (periodos de tiempo en los que el ITH se mantiene por encima de 72), teniendo en

cuenta aquellas que superen las 3 horas por su efecto probable sobre el animal.

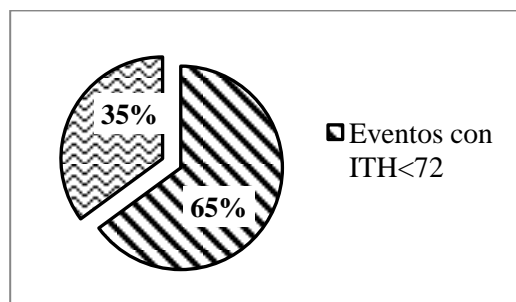
## RESULTADOS

Evolución del ITH en el periodo de septiembre de 2014 a marzo del 2015.

La secuencia cronológica del ITH (Figura 2) muestra que en todo el periodo estudiado se registraron eventos que superaron el umbral crítico, observándose mayor frecuencia de los mismos en el periodo diciembre 2014-marzo 2015.



**Figura 2.** Evolución del ITH en el período Sep2014-Mar2015 para la estación meteorológica Nogoyá, siendo similar para las otras estaciones. En el mismo se indican los límites de los umbrales del “Índice de Seguridad Medioambiental para el Ganado” (LWSI)

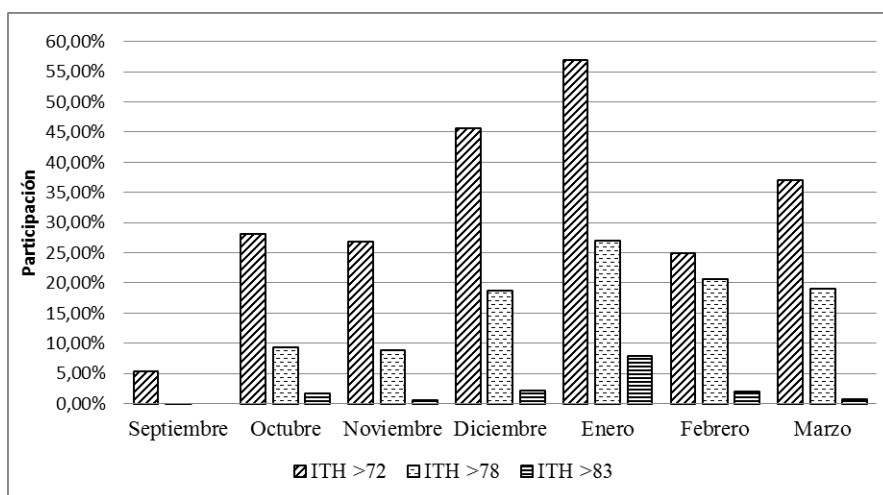


**Figura 3.** Distribución porcentual del ITH en el período Sep2014-Mar2015

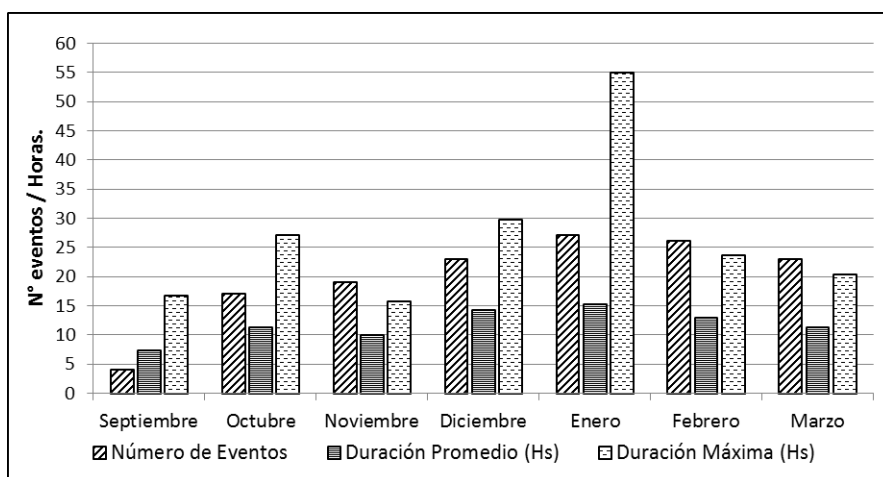
Del análisis del ITH en el periodo en estudio surge que el 65% de los datos RCA. Rev. cient. agropecu. 20(1-2): 57-65 (2016)

(tomados cada 10 minutos) el valor se encuentra por debajo del umbral crítico y un 35% supera el ITH=72 (Figura 3).

La evolución del ITH en el periodo de septiembre a marzo muestra que desde el mes de octubre más del 20% de los casos se encuentran por encima del valor crítico (ITH>72), siendo los meses de diciembre y enero los que muestran mayor cantidad de eventos. Es importante destacar que en el mes de enero se registró la mayor cantidad de eventos de Emergencia (ITH>83). Esto puede observarse en la Figura 4.



**Figura 4.** Frecuencia mensual del ITH en el periodo septiembre 2014-febrero 2015



**Figura 5.** Cantidad de rachas (ITH>72 por más de tres horas) y duración (media y máxima) de los eventos en el periodo septiembre2014-febrero 2015

Con respecto a las rachas (el valor de ITH supera y se mantiene por encima de 72 durante más de 3 horas), se observa una tendencia similar a la evolución del ITH, siendo notorio que el mes de enero se registró la mayor cantidad de eventos y dentro de estos, el de mayor duración para todo el período (Figura 5). Analizando comparativamente los meses diciembre y

febrero se observa que si bien este último mes presenta mayor número de eventos, en el mes de diciembre los eventos tienen una duración media superior.

Del análisis estadístico surgen las medidas de resumen que se incluyen en la Tabla 1. Las diferencias en el recuento de datos se deben a periodos de tiempo en que las estaciones quedaban fuera de servicio.

**Tabla 1.** Resumen estadístico del ITH para las tres estaciones meteorológicas analizadas

	Nogoyá	Tres Esquinas	Crucecita Tercera
Recuento (n)	30276	27265	28139
Media	70,04	68,39	68,72
Desvío Estándar (D.E.)	8,05	8,11	8,39
Coefficiente de Variación (C.V.)	11,5	11,86	12,2
Mínimo (Min)	41,81	39,97	40,87
Máximo (Max)	88,28	88	87,94
Rango	46,47	48,03	47,07

En la Tabla 1 se presenta el número de observaciones (n) y estadísticos descriptivos del ITH de las estaciones Nogoyá, Tres Esquinas y Crucecita Tercera. Los valores medios en los tres casos son similares, algo mayor en Nogoyá, y se encuentran próximos al umbral inferior de 72 lo cual se puede interpretar que hay riesgo importante de superar ese valor. A su vez el desvío

estándar da cuenta de una dispersión relativamente baja, respecto del promedio, que se confirma con el coeficiente de variación cercano al 12 %. Los valores extremos, máximo y mínimo, reflejan lo mismo en cuanto a dispersión pero además señalan que en las tres estaciones se presentaron condiciones de ‘emergencia’, es decir ITH>83.

**Tabla 2.** Análisis de regresión simple entre las estaciones meteorológicas

Localidades	Ecuación de regresión	r <sup>2</sup> (%)	Error Estándar
Tres Esquinas(3E)-Crucecita Tercera(CT)	ITH 3E = 2,29+0,96*ITH CT	97,86%	1,18
Nogoya(Nog)-Crucecita Tercera(CT)	ITH Nog = 9,53+0,89*ITH CT	95,42%	1,62
Nogoya(Nog)-Tres Esquinas(3E)	ITH Nog = 7,70+0,92*ITH 3E	96,61%	1,4

Del análisis de regresión de ITH, entre las estaciones meteorológicas, surge que en todos los casos existe una relación estadísticamente significativa, con un nivel de confianza del 95%, Se presenta la Tabla 2 como resumen de los resultados obtenidos. Hay un alto grado de asociación entre los valores de ITH entre las estaciones, por lo que se pueden obtener estimaciones certeras.

También estos resultados indican que el ITH tiene un comportamiento espacial relativamente homogéneo y por lo tanto representativo del departamento Nogoyá.

## Discusión

Analizando el comportamiento temporal del ITH, se observa que desde el mes de septiembre se registran eventos que superan el umbral crítico ITH>72. Considerando la ocurrencia de rachas y su vinculación con el

estrés animal, se hacen mucho más importantes a partir del comienzo del verano, disminuyendo los periodos de tiempo entre cada racha, lo que dificulta la capacidad de recuperación de los animales de 8 horas como mínimo citada por Leva *et al.*, (2008). También Cony *et al.*, (2004) indicaron que en Anguil (La Pampa, Argentina) existen condiciones de estrés térmico en los meses de verano.

En estas circunstancias es necesaria la implementación de tecnología que permita a los animales enfrentar estas condiciones meteorológicas para mitigar el estrés y minimizar los impactos negativos en la producción. Entre las tecnologías se encuentran disponibles las relacionadas a manejo, alimentación e instalaciones tales como confección de sombras naturales y/o artificiales, implementación de ventiladores

y/o aspersores entre otras en corral de espera, modificación de los horarios de ordeño, manejo del pastoreo e implementación de dietas frías y aguadas, entre otras.

La similitud de los valores medios y la fuerte asociación del ITH entre las estaciones indicaría que la variación espacial no lo afecta sustancialmente, sin embargo como el período analizado es relativamente corto no puede considerarse representativo siendo necesario ampliar la base de datos.

### Conclusiones

Según los datos obtenidos para el departamento Nogoyá, se puede concluir que, para las vacas lecheras, se perciben riesgos concretos de sufrir estrés calórico. Los mayores riesgos se producen en los meses de diciembre a febrero, siendo enero el mes que traería mayores complicaciones. Estos resultados muestran la importancia de contar con un sistema de alerta y pronóstico del ITH como estrategia que debería estar disponible para la toma de decisiones por parte de los productores.

Mediante el proyecto de extensión y con esta información, de base, se aportará a la discusión, difusión y extensión de la temática con la participación de los distintos actores en el área de influencia del proyecto.

### Referencias bibliográficas

AMPARO, A.M., (2014) Información sobre producción lechera. Provincia de Entre Ríos, Ministerio de Producción, Dirección General de Ganadería.

CONY, P; CASAGRANDE G; VERGARA, G. (2004). Cuantificación de un índice de estrés calórico para vacas lecheras en Anguil, provincia de La Pampa (Argentina) *Revista Fac. Agronomía. UNLPam* 15 (1-2).

GARCÍA, K.; GASTALDI, L.; GHIANO, J.; DOMINGUEZ, J.; SOSA, N.; MASSONI, F.; WALTER E.; FERREIRA M.; TAVERNA, M. (2010).

Manejo del estrés calórico en el tambo. INTA. Ficha técnica N° 13.

GHIANO, A. J., TAVERNA, A. M. S. M., GASTALDI, M. S. L. Y WALTER, T. E. (2014). Manejo del estrés calórico. Jornada Nacional de Forrajes Conservados. Disponible en: [http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-5\\_jornada\\_nacional\\_de\\_forrajes\\_conservados\\_-\\_m\\_3.pdf](http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-5_jornada_nacional_de_forrajes_conservados_-_m_3.pdf) Consulta [14/3/2016]

JOHNSON, H.D.; KIBLER, H.H.; RAGSDALE, A.C.; BERRY, I.L.; SHANKLIN, M.D. (1961). Role of heat tolerance and production level in response of lactating Holstein to various temperature-humidity conditions. *Journal of Dairy Science*, 44:1191.

LEVA, P.E.; VALTORTA, S. y FORNASERO, L.V. (1996). Disminución de la producción lechera estival: situación actual y efecto del cambio global. Resúmenes del 20° Congreso de Producción Animal, AAPA. Argentina. *Revista Argentina de Producción Animal* Vol. 16 Sup. 1 p. 26.

LEVA, P.E.; GARCÍA, M.S.; RODRIGUEZ, R.O.; VALTORTA, S.E. (2008). Olas de calor y entregas diarias de leche en tambos de la cuenca lechera central argentina. *Revista FAVE – Ciencias Agrarias* 7 (1-2):97-103.

RODRÍGUEZ LOUSTAU, M. (2002). Influencia del cambio climático global sobre la producción agropecuaria argentina. *Revista de Ciencias Agrarias y Tecnología de los Alimentos* Vol. 20. p 15-28.

VALTORTA, S.E.; GALLARDO, M.R. (1996). El estrés por calor en producción lechera. En: *INTA. Miscelánea 81*:173-185.

VALTORTA, S; GALLARDO M.(2011). Producción y bienestar animal, estrés por calor en ganado lechero: impactos y mitigación, (1ª ed), Buenos Aires, Hemisferio Sur, 128 p.



VALTORTA S. E., LEVA P. E.,  
GALLARDO M., FORNASERO L.V.,  
VELES M.A. Y GARCÍA M.S. (1997).  
Producción de leche: respuestas a la alta  
temperatura. *Arch. Latinoam. Prod.  
Anim.*; 5(1): 399-401.