

Estrés Calórico en Ganado lechero. ¿Qué pasa en Uruguay?

*Inq. Agr. PhD. Alejandro La Manna¹ * Inq. Agr. PhD. Pablo Chilibroste²*

1- INIA La Estanzuela

2- EEMAC.

* alamanna@inia.org.uy

Resumen

Uruguay se encuentra en una región que si bien no es de condiciones mayormente de estrés calórico severo este si lo es para afectar producción de leche, reproducción, inmunidad y bienestar de la vaca lechera entre otros. El acceso a sombra mejora la producción de leche: en vacas de alta producción (más de 30 kg/día) provoca aumentos de alrededor de 5,4 kg/día con respecto a las que no tienen acceso. En vacas de lactancia avanzada (más de 200 días post parto y 30 kg leche) las mejoras en producción son de alrededor de 2 kg/día. En vacas primíparas en lactancia temprana, el acceso a sombra provocó aumentos de 1,5 kg/día de leche corrida por sólidos. En vacas secas que tuvieron acceso a sombra durante el período seco, la mejora fue de 0,9 kg/día de leche corregida por sólidos en la siguiente lactancia y por último en vacas en lactancia avanzada, de más de 200 días de paridas y producciones cercanas a los 20 litros, la sombra no aumentó la producción, aunque disminuyó la pérdida de reservas corporales y mejoró el estatus inmunitario, con las consecuentes implicancias que esto podría tener en la lactancia futura de esos animales

Summary

Uruguay is in a region that, although it does not have severe heat stress conditions, it does affect milk production, reproduction, immunity, and welfare of the dairy cow, among others. Access to shade improves milk production: in high production cows (more than 30 kg/day) it causes increases of about 5.4 kg/day with respect to those without access. In advanced lactation cows (more than 200 days post parturition and 30 kg) the improvements in production are

around 2 kg/day. In primiparous cows in early lactation, access to shade caused increases of 1.5 kg/day of milk run solids. In dry cows that had access to shade during the dry period, the improvement was 0.9 kg/day of milk corrected for solids in the following lactation and finally, in cows in advanced lactation, more than 200 days after calving and yields close to 20 liters, shade did not increase production. However, it decreased the loss of body reserves and improved the immune status, with the consequent implications that this could have on the future lactation of these animals.

Introducción

El estrés térmico se define como la suma de fuerzas internas y externas que actúan sobre un animal para provocar un aumento de la temperatura corporal y provocar una respuesta fisiológica en este (Yousef, 1985). De esta manera el calor recibido y producido por el animal debe de ser igual al perdido en el ambiente y cuando esto no puede ocurrir el animal pierde su equilibrio térmico y entra en estrés calórico. El estrés calórico produce:

- Reducción en producción de leche,
- Reducción de grasa y proteína
- Reducción en consumo de materia seca,
- Menor performance reproductiva
- Reducción de la tasa de crecimiento en terneros
- Incremento en la incidencia de retención de placenta, metritis y laminitis

- Menor desarrollo del feto con un menor peso al nacimiento y menor producción en la lactancia futura cuando afecta a vacas durante el período seco
- Reduce la inmunidad,
- Reduce el tiempo de descanso
- Aumenta temperatura corporal
- Aumenta la tasa respiratoria.
- Aumenta la tasa de jadeo

En Uruguay cerca del 22% de la leche se produce en los meses de diciembre, enero y febrero (DIEA 2020), considerando estos como los meses de verano y en donde por lo general los eventos de estrés calórico ocurren con mayor frecuencia. En el país, las razas lecheras en mayor o menor medida sufren de estrés térmico en algún momento del verano, cuando la temperatura excede su rango óptimo (entre 4 y 18 °C). Sin embargo, no solo la temperatura del aire es responsable de la aparición de estrés térmico, sino que además se debe considerar la humedad relativa. Para esto se desarrolló el Índice de Temperatura y Humedad (ITH) que combina ambos elementos. Tradicionalmente, se asume que a partir de un ITH de 72 la performance de vacas lecheras se ve afectada (Johnson et al., 1961). Sin embargo, en los últimos años se ha definido un ITH menor para vacas de alta producción y este es de 68 (Zimbelman et al., 2009). Además, diversos estudios presentan pruebas que las vacas de climas más templados pueden estar menos aclimatadas al calor que las vacas de climas tropicales, por lo que las pérdidas de producción que experimentan las vacas en los umbrales más bajos del ITH pueden ser mayores (Beede y Collier, 1986 y Hammami et al., 2013)

Unas de las estrategias posibles, que solas o combinadas permiten minimizar el efecto del estrés calórico (Beede y Collier, 1986) son:

- La modificación física del ambiente (som-

bra, mojado ventilación)

- Modificaciones en la dieta
- Biotipos

Para el caso de Uruguay la modificación del ambiente es la que nos brinda mayor respuesta y permite mejor atenuar el efecto del estrés calórico.

¿Qué pasa en Uruguay?

A nivel nacional se ha evaluado el efecto de acceso a sombra encontrando tanto resultados favorables en producción de leche (Padula y Rovira, 1999, Azanza y Machado, 1997) como no efecto en la misma (González, 2004, Saravia, 2009). Padula y Rovira (1999) observaron que el acceso a sombra no tuvo efecto en el contenido de sólidos (grasa y proteína) y el peso corporal. Sin embargo, Azanza y Machado (1997) encontraron efectos positivos en la composición de la leche (5% y 6% más de grasa y proteína para el tratamiento sombra) y en las respuestas fisiológicas de los animales con acceso a sombra (menor temperatura rectal y frecuencia respiratoria), pero sin efecto en peso corporal.

En el verano 2012/13 en INIA La Estanzuela se inició una serie de experimentos para determinar el uso de estructuras como sombra y el uso de mojado y ventilación en vacas en diferentes etapas de y niveles de producción.

1. Vacas de alta producción (Román et al, 2017)

El primero de ellos fue realizado en animales en dos etapas de lactancia contrastantes: temprana y tardía (10 y 201 días en lactancia al inicio del experimento). Fueron evaluadas diferentes medidas de mitigación del estrés calórico, en los siguientes tratamientos:

- SOL: sin acceso a medida de mitigación del estrés por calor.

Disertantes

- SOM: con acceso a sombra artificial (09:00 a 5:00 horas).
- SAV: con acceso a sombra artificial (09:00 a 5:00 horas) asociado a dos sesiones de aspersión y ventilación en el corral de espera de 30 minutos de duración (9:00 y 4:30 horas).

La sombra consistió en redes plásticas negras (80% intercepción de la radiación solar, disponibilidad de 4,5 m²/vaca, orientada de este-oeste, altura de 3,5 m). Durante la sesión de aspersión y ventilación los animales eran continuamente ventilados a través de dos ventiladores colocados en la sala de espera del tambo, mientras que la aspersión fue realizada durante 2 minutos en dos momentos: al inicio y al minuto 15 de iniciada la sesión de aspersión y ventilación. La misma fue realizada a través de

aspersores de un caudal de 300 l/hora y permitían el completo mojado de los animales.

Durante el período en que se realizó el ensayo la temperatura del aire media fue de 22,6 ± 2,96 °C y la temperatura máxima y mínima de 28,3 ± 6,78 °C y 17,1 ± 3,07 °C, respectivamente. El ITH promedio para el periodo fue de 70,1 ± 4,46. A pesar de que el ITH promedio fue inferior al umbral crítico (72) se observó mayor frecuencia respiratoria y temperatura rectal en los animales del tratamiento SOL. Esto evidenciaría que los animales no son capaces de perder el calor ganado durante el día y muestran síntomas de estrés calórico, lo que afectó el desempeño productivo de los mismos. En el cuadro 1 se observa el efecto de las diferentes medidas de mitigación evaluadas (SAV, SOM y SOL) en las diferentes etapas de lactancia sobre la producción de leche corregida por sólidos

Cuadro 1. Variables productivas: producción de leche (PL), leche corregida por sólidos (LCS), contenido de grasa (G), proteína (P), lactosa (L) urea en leche (MUN) y producción de grasa (Gkg), proteína (Pkg) lactosa (Lackg) según ambiente (A; SAV, SOM, SOL) y según etapa de lactancia (EL; EL1: temprana y EL2: tardía).

		SAV	SOM	SOL	EEM	P-valor		
						A	EL	A×EL
PL	E1	30,7 a	28,9 ab	27,5 b	0,60	<0,0001	0,4190	0,0100
(L/a/d)	E2	30,1	28,6	29,6	0,60			
LCS	E1	31,1 a	31,7 a	26,0 b B	0,59			
(kg/a/d)	E2	32,9 a	32,4 a	30,8 b A	0,49	<0,0001	0,0006	<0,0001
	E1	3,88 a	3,91 a	3,56 b	0,038			
G (%)	E2	3,86 ab	3,76 b	3,90 a	0,080	0,0004	0,4133	<0,0001
G	E1	1,28 a	1,16 b	0,93 c B	0,020			
(kg/a/d)	E2	1,24 a	1,17 b	1,21 b A	0,017	<0,0001	0,0002	<0,0001
	E1	2,95 a B	2,76 b B	2,83 b B	0,03			
P (%)	E2	3,22 A	3,23 A	3,18 A	0,03	0,0008	<0,0001	0,0007
P	E1	0,92 a	0,91 a	0,77 b B	0,021			
(kg/a/d)	E2	0,97 a	0,92 ab	0,89 b A	0,018	<0,0001	0,0128	0,0345
	E1	4,90	4,85	4,88	0,025			
Lac (%)	E2	4,94	4,90	4,89	0,033	0,0586	0,1377	0,5601
Lac	E1	1,58 a	1,52 ab	1,36 b	0,048			
(kg/a/d)	E2	1,48	1,42	1,44	0,040	<0,0001	0,8125	0,036
MUN	E1	15,4 b	17,1 a	16,3 ab	0,36			
(mgN/dL)	E2	15,8	16,2	16,3	0,34	0,0205	0,5268	0,2030

Dentro de cada variable medias seguidas de letras minúsculas diferentes muestran diferencias estadísticamente significativas (P<0,05) en la fila (diferencias entre los ambientes). Medias seguidas de letras mayúsculas diferentes muestran diferencias estadísticamente significativas (P<0,05) en la columna (diferencias entre etapas de la lactancia).

dos (LCS) y producción de grasa y proteína en leche. Se observa una mayor sensibilidad de los animales en lactancia temprana al estrés calórico, los que presentaron un descenso de 5,4 kg/día de LCS, 0,28 kg/día de grasa y 0,12 kg/día de proteína en SOL respecto a animales en lactancia tardía en SOL. Además, los animales en lactancia temprana presentaron una mejor respuesta productiva a las medidas de mitigación evaluadas.

2. Vacas de primer parto (Bravo et al. en revisión)

Durante el verano 2013-2014 fue realizado un ensayo que evaluó el efecto de las medidas de mitigación antes planteadas (SOL, SOM y

Cuadro 2. Variables productivas: leche corregida por sólidos (LCS) y concentración y producción de grasa y proteína según medida de mitigación (SAV, SOM, SOL) (Román et al., 2017).

	SAV	SOM	SOL	Error Estándar
LCS (kg/a/d)	30,6 ab	31,5 a	29,9 b	0,35
Grasa (%)	4,00 a	4,03 a	3,98 a	0,047
Grasa (kg/a/d)	1,16 ab	1,21 a	1,13 b	0,018
Proteína (%)	2,94 a	2,97 a	2,98 a	0,028
Proteína (kg/a/d)	0,84 a	0,88 a	0,85 a	0,014

Medias seguidas de letras mayúsculas diferentes muestran diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$)

Cuadro 3. Producción y composición de la leche de vacas Holstein en lactancia avanzada bajo diferentes medidas de mitigación del estrés por calor.

Variable	Tratamiento ¹				Significancia ²		
	CTL	SOM	SAV	EEM ³	Trat	Fecha	Trat x Fecha
Producción de leche, kg/d	19,0	18,9	19,6	0,27	NS	*	NS
LCG 4%, kg/d ⁴	19,4	19,2	19,4	0,26	NS	*	*
Grasa butirosa, %	4,14 ^{AB}	4,16 ^A	3,96 ^B	0,079	†	*	*
Grasa butirosa, kg/d	0,76	0,77	0,75	0,012	NS	*	*
Proteína, %	3,34	3,31	3,35	0,423	NS	*	NS
Proteína, kg/d	0,64 ^a	0,61 ^b	0,67 ^a	0,008	*	*	*
Lactosa, %	4,67 ^b	4,67 ^b	4,92 ^a	0,328	*	*	*
Lactosa, kg/d	0,88	0,87	0,96	0,227	NS	*	†
Urea, mg N/dl	19,87	19,23	19,29	0,491	NS	*	NS

1- Tratamientos: CTL = control; SOM = sombra; SAV = sombra + aspersión y ventilación.

2- Significancia del tratamiento, fecha e interacción tratamiento x fecha: NS, $P > 0,05$; *, $P < 0,05$; †, $P < 0,10$.

3- Error estándar de la media.

4- Leche corregida por grasa al 4%.

Medias seguidas de letras distintas difieren. Letras mayúsculas indican tendencias ($P < 0,10$) y minúsculas indican diferencias significativas con $P < 0,05$.

SAV) pero en animales de primera lactancia en lactancia temprana. Durante el período en que se realizó el ensayo la temperatura media fue de 23,5 °C, la temperatura máxima de 28,8 y la mínima de 18,6. El ITH promedio de 71,6, fue superior al del verano 2012-2013. Se observó un efecto positivo del acceso a sombra en la producción de leche corregida por sólidos y grasa, sin efectos en la concentración de grasa y proteína y producción de proteína en leche (cuadro 2).

3. Vacas de lactancia tardía con baja producción (Martínez et al., 2021)

En el verano del 2015 se llevó a cabo en la Unidad de lechería un ensayo probando el efecto de la sombra y la sombra combinada con 2 sesiones de aspersión y ventilación en vacas en lactancia avanzada (+ de 200 días en leche) y bajo nivel productivo (alrededor de 20 l/día). Durante el período experimental el ITH promedio fue de 69,8.

No hubo diferencias en leche corregida entre los tres tratamientos. En este experimento se estudió la expresión génica de PCK1, PDK4, HP, NFKB1, SOCS2 y HSPA1B. Sin embargo, se observó que vacas sin acceso a

sombra e incluso con acceso a sombra pero sin aspersión y ventilación presentaron mayores variaciones de peso, alteraciones en sus perfiles sanguíneos y en la expresión de algunos genes que indican que estaban sufriendo algún grado de estrés y activación del sistema inmune. Estas alteraciones indican falta de bienestar en los animales y pueden afectar negativamente la reproducción, la producción en la lactancia siguiente y la salud.

4. Vacas Próximas (Román et al, 2021)

Se ha observado que el estrés por calor en este período puede repercutir negativamente en la producción de leche y sólidos de la siguiente lactancia. Es por esta razón que en el verano 2013-2014 en la Unidad de Lechería de INIA La Estanzuela fue realizado un trabajo evaluando el efecto del acceso a sombra artificial durante el periodo seco (60 días). El ambiente térmico para estos 60 días fue similar a los restantes ensayos con un el ITH de $70,7 \pm 4,88$, una temperatura media de $22,7 \text{ }^\circ\text{C} \pm 3,49$. No se observó efecto del acceso a sombra artificial durante los últimos 60 días de gestación en ninguna de las variables al parto estudiadas: largo de gestación, condición corporal y peso vivo de la vaca al parto, peso de placenta, peso de cotiledones, peso del ternero, altura

de la cruz, altura de la cadera, largo de tronco, circunferencia torácica y ancho de cadera del ternero (cuadro 4). Esto mostraría que el acceso a sombra artificial no mejoró el desarrollo y crecimiento de la placenta ni el peso del ternero, ni el peso y condición corporal de la vaca alcanzada al parto.

Pero si mejoro la producción de leche en 0,9 kg de leche corregida por sólidos en la lactancia siguiente.

La sombra no modifica la temperatura del aire, pero si incide en reducir la incidencia directa del sol sobre el animal, pero a la vez reduce la temperatura de los pisos con los cuales los animales reciben menos calor y además tiene la posibilidad de echarse en la sombra con temperaturas de piso menor a la del animal.

5. Temperatura de diferentes superficies al sol o sombra (Román, L.C., La Manna, A., 2015)

El trabajo fue realizado desde 22 de enero al 25 de febrero de 2015, en la Unidad de Lechería de INIA La Estanzuela, Uruguay. La temperatura del aire media (Tmed), máxima (Tmax) y mínima (Tmin) (medias \pm DE) junto con el Índice de Temperatura y Humedad (ITH; Thom,

Cuadro 4: Variables determinadas al parto

VARIABLES	SOL	SOM	EEM
Largo gestación (días)	280	283	2,40
Condición corporal	3,8	3,6	0,11
Peso Vivo Vaca (kg)	612	601	12,1
Peso placenta (kg)	5,60	5,50	0,82
Número cotiledones	106	114	13,1
Peso cotiledones (kg)	2,33	2,28	0,29
Peso ternero (kg)	45,1	45,2	2,11
Eficiencia placentaria (kg/kg)*	8,30	8,70	1,09
Ternero:			
Altura a la cruz (cm)	76,5	77,6	1,33
Altura cadera (cm)	80,9	82,9	1,57
Largo de tronco (cm)	55,6	55,8	4,25
Circunferencia torácica (cm)	85,4	83,9	1,65
Ancho de cadera (cm)	18,2	19,6	1,08

SOL = sin acceso a sombra artificial; SOM = con acceso a sombra artificial. *Eficiencia Placentaria = kg ternero/kg placenta.

1959) (media \pm DE), calculado a partir de los registros diarios de temperatura y humedad del aire de la estación meteorológica de La Estanzuela (sensor: HMP45C, Campbell Scientific, Inc.) fueron utilizados para caracterizar el ambiente térmico.

Se evaluó la temperatura de diferentes superficies al sol y sombra en 10 oportunidades. Las superficies evaluadas fueron: planchada de la sala de espera (Sol y sombra (chapa; 4,5 m de altura, caucho negro (Animal Inc. Canada) (sol y sombra (chapa, 3 m de altura), planchada de corrales (sol, 2 niveles de heces (bajo y alto)), tierra (sol), y la temperatura de la cobertura vegetal a nivel del suelo de las sombras (nylon (240 micrones tricapa, blanco en la parte superior y negro en la inferior, Pacifil SA, 4,5 m de altura), y red plástica (negra, 80% intercepción de la radiación solar, 4,5 m de altura). Las temperaturas fueron registradas uti-

lizado un termómetro manual infrarrojo (CONTROL COMPANY; Traceable, Texas, USA) a las 13:00 horas.

En la figura 1 se pueden ver las temperaturas alcanzadas por la radiación directa sobre diferentes superficies.

A pesar de que la sombra disminuye la acumulación de calor producido por la radiación solar, no disminuye la temperatura ni la humedad relativa del aire, por lo que en algunos casos es necesario enfriamiento adicional. Para ello, la aspersión y ventilación puede ser alternativas muy útiles.

Conclusiones

A pesar de que Uruguay no está en una zona de estrés calórico severo si tiene durante el verano condiciones de estrés suficiente para determinar efectos negativos en las vacas tanto en producción como en metabolismo, salud y bienestar de estas. La sombra además de reducir la incidencia directa de la radiación sobre el animal reduce la temperatura del piso mejorando el confort. El uso de sombras asociadas o no a otras formas de mitigación (mojado y aspersión) mejora la producción de leche, la inmunidad y el bienestar del ganado en Uruguay.

Cuadro 5: Efecto del acceso a sombra sobre las variables productivas (media \pm EEM)

	SOM	SOL	EEM
LCS (kg)	30,4 a	29,5 b	0,31
Grasa (%)	3,75	3,73	0,103
Grasa (kg)	1,48a	1,43b	0,040
Proteína (%)	3,14	3,15	0,041
Proteína (kg)	1,12a	1,03b	0,015

SOM = sombra; SOL = sol; Trat = tratamiento; (LCS (kg) = (12.3 (grasa) + 6.56 (solidos no grasos) - 0.0752 (producción de leche) Medias seguidas de letras mayúsculas diferentes muestran diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$)

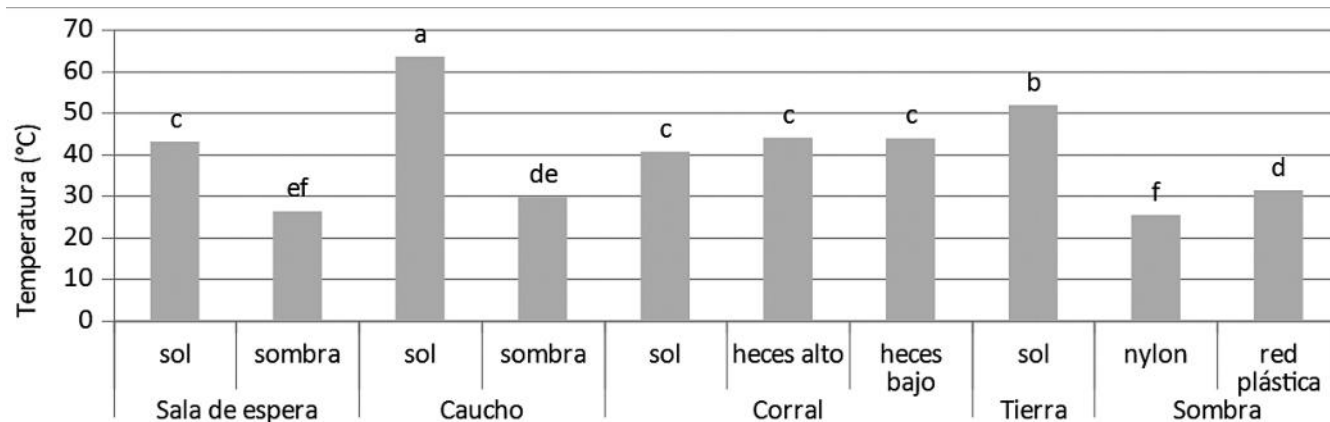


Figura 1: Temperaturas (media \pm EEM; °C) según tipo de superficie al sol o a la sombra. Medias seguidas de letras distintas muestran diferencias significativas ($P < 0,05$).

Bibliografía

Azanza J, Machado E. 1997. Efecto de la disponibilidad de sombra en verano en vacas lecheras con distintos niveles de producción. Tesis. Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 120 p.

Beede DK, Collier RJ. 1986. Potential nutritional strategies for intensively managed cattle during thermal stress. *Journal of Animal Science*. 62: 543-554.

González VF. 2004. Estrategias de manejo para mejorar la producción de sólidos totales en leche de vacas Holando en verano. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 86 p.

Hammami, H., J. Bormann, N. M'hamdi, H. H. Montaldo, and N. Gengler. 2013. Evaluation of heat stress effects on production traits and somatic cell score of Holsteins in a temperate environment. *J. Dairy Sci*. 96:1844–1855.

Martinez, R. Palladino, R.A., Banchemo, G., Fernández-Martín, R., Nanni, M., Juliano, N. Iorio, J. and La Manna, A. 2021. Providing heat-stress abatement to late-lactation Holstein cows affects hormones, metabolite blood profiles, and hepatic gene expression but not productive responses. *Applied Animal Science* 37:490-503

Johnson HD, Kibler HH, Ragsdale AC, Berry IL, Shanklin MD. 1961. Role of heat tolerance and production level in responses of lactating Holsteins to various temperature-humidity conditions. *Journal of Dairy Science*. 44: 1191-1123

Padula GD, Rovira R. 1999. Efecto de la suplementación con un estimulante comercial de la fisiología digestiva ruminal (BOSPRO®) y de la sombra, sobre el rendimiento de leche y sólidos con valor comercial, el recuento de células somáticas y la variación del peso vivo, condición corporal en vacas lecheras en el último tercio de la lactancia. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 81p.

Román, L., Morales-Piñeyrua J.T. Banchemo, G. and A. La Manna. 2021. Access to shade during the dry period improves the performance of multiparous Holstein cows

Anim. Prod. Sci. 61:1706-1714.

Román, L., C. Saravia, L. Astigarraga, O. Bentancur, and A. La Manna. 2017. Shade access in combination with sprinkling and ventilation effects performance of Holstein cows in early and late lactation. *Anim. Prod. Sci*. 59:347–358.

Román, L., and A. La Manna. 2015. Temperaturas de diferentes superficies a sol y sombra. *Revista Argentina de Producción Animal* 35 Supl 1.

Saravia C. 2009. Efecto del estrés calórico sobre las respuestas fisiológicas y productivas de vacas Holando y Jersey. Tesis de Maestría en Ciencias Agrarias. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 140 p.

Yousef, M. K. 1985. *Stress Physiology in Livestock*. Vol. 1. CRC Press,

Boca Raton, FL.

Zimbelman RB, Rhoads RP, Baumgard LH, Collier RJ. 2009. Revised temperature humidity index (THI) for high producing dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 92: E-Suppl. 1-347.