

# EVALUACIÓN DE ÍNDICES FISIOLÓGICOS EN TERNEROS LACTANTES DURANTE DOS INVIERNOS EN LA CUENCA LECHERA SANTAFESINA

LEVA, P. E.<sup>1</sup>; GARCIA, M. S.<sup>1</sup>; SOSA, J.<sup>1</sup>;  
TOFFOLI, G.<sup>1</sup>; FERNANDEZ, G.<sup>2</sup> & VALTORTA, S. E.<sup>3</sup>

## RESUMEN

Con la finalidad de identificar índices fisiológicos que puedan ser utilizados como indicadores de bienestar para terneros Holando en su etapa lechal, se llevo a cabo una experiencia durante dos inviernos. Se utilizaron 12 terneros cada invierno, en dos sistemas de crianza diferentes: a) en estaca y b) estaca modificado y provisto de capas de protección. Los terneros recibían 4 litros de leche por día, balanceado iniciador y agua *ad libitum*. Se pesaron los animales dos veces: al nacer y a los 50 días. Cada 15 días y 4 veces se realizaron las mediciones de ritmo cardíaco y ritmo respiratorio. Se utilizó el cosinor para detectar ritmos circadianos. Se detectaron diferencias significativas para los dos índices y para ganancia de peso en el primer invierno. Se concluye que el sistema modificado presenta beneficios cuando el invierno es anormalmente frío. El comportamiento de los índices fisiológicos fueron muy diferente en ambos años.

*Palabras clave:* bienestar animal, ritmos circadianos, sistemas de crianza.

## SUMMARY

### **Evaluation of physiological indexes in suckling calves in the Santa Fe milking area, during winter.**

Twenty four suckling Holsetin calves were subjected to trials during two winters, in order to identify physiological indexes that could be utilized as well-being indicators. Twelve animals were included each winter, and were assigned to two rearing systems: a) stake system and b) modified stake + protective capes. All calves received milk (4 L/day) and starter and water *ad libitum*. Animals were weighed at birth and at 50 days. Heart and respiration rates were measured once every 15 days at four different times, to analyze circadian rhythms by cosinor. Significant Differences were detected for both rates and for body weight gain during the first winter. It was concluded that the modified system is advantageous when winters are colder. The physiological parameters responded quite differently during both trials.

*Key words:* animal wellbeing; circadian rhythms, rearing systems.

---

1.- Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Litoral. Kreder 2805. Esperanza, provincia de Santa Fe. Email: pleva@fca.unl.edu.ar

2.- Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional del Litoral. Kreder 2805. Esperanza, provincia de Santa Fe.

3.- Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), con lugar de trabajo en el Instituto de Patobiología, INTA Castelar, Buenos Aires, Argentina. / Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Litoral.

Manuscrito recibido el 7 de octubre de 2009 y aceptado para su publicación el 12 de noviembre de 2009.

## INTRODUCCION

Definir bienestar animal resulta complejo y difícil. Según Broom (1986) el bienestar animal (BA) es el estado de un individuo en relación a sus intentos por adaptarse al medio ambiente. Esta adaptación depende de muchos factores tales como la sanidad, el alojamiento y el manejo, las interacciones sociales entre animales y la posibilidad de llevar a cabo determinadas pautas de conducta.

Garantizar el BA en los sistemas de crianza artificial de terneros no es tarea fácil. La crianza es una actividad de alto riesgo, donde las condiciones ambientales juegan un papel importante durante las primeras semanas de vida. Esto es particularmente cierto en los meses de condiciones climáticas desfavorables. Los terneros son más sensibles a la hipotermia cuando los inviernos son muy fríos y húmedos (Azzem *et al.*, 1993). Ofrecer confort ambiental a los animales debe ser un objetivo en los sistemas lecheros y esto constituye una forma efectiva de reducir el estrés inducido por la cautividad al proporcionar a los animales un incremento de las opciones comportamentales para responder a estímulos amenazantes o molestos de su ambiente (Berra & Estol, 1996).

Los sistemas de crianza artificial (SCT) distan mucho de la vida natural de un ternero criado al pie de la madre. La alimentación de los animales es con leche o sucedáneos que se suministran en cantidades limitadas para estimular el desarrollo del rumen y lograr el destete precoz. Cuando hace demasiado frío o demasiado calor, los animales deben usar energía para mantener su temperatura corporal interna. Esto ocurre a costa de la energía requerida para el crecimiento, por lo que puede tener un efecto negativo sobre el BA.

El estrés, como indicador de falta de BA,

es un factor que juega un papel fundamental en la salud de los terneros. Los animales pueden padecer de estrés psicológico por restricción de movimiento, prácticas de manejo o por el efecto de las novedades; o estrés físico por hambre, sed, fatiga, lesiones o extremos térmicos (Grandin, 1997).

El objetivo de este trabajo fue identificar posibles indicadores del BA utilizando índices fisiológicos, en terneros Holando lechales criados bajo dos diferentes sistemas: el sistema tradicional de la región y un sistema modificado donde el animal posee más movilidad y protección para el frío y la humedad. El experimento se llevó a cabo durante dos inviernos consecutivos en la cuenca lechera santafesina.

## MATERIALES Y MÉTODOS

*Sitio experimental y períodos de experimentación:* Los ensayos se llevaron a cabo en un tambo comercial ubicado en la cuenca lechera santafesina (31° 26' S 60° 56' W), durante los inviernos 2007 y 2008 entre el 10 de julio al 25 de agosto y del 4 julio al 20 de agosto, respectivamente. Cada período comprendió la etapa lechal de los animales (50 días de vida).

*Animales y tratamientos:* Se trabajó con un total de 24 terneros Holando argentino (12 terneros en cada invierno), distribuyendo, en igual proporción machos y hembras en los dos tratamientos: el sistema tradicional de la región (ST) y el sistema modificado (SM). A todos los terneros se los sometió a la prueba de glutaraldeído para evaluar la absorción de las inmunoglobulinas del calostro. Solamente aquellos animales que resultaron con una buena absorción se incluían en el ensayo.

*Manejo:* El sistema de crianza artificial

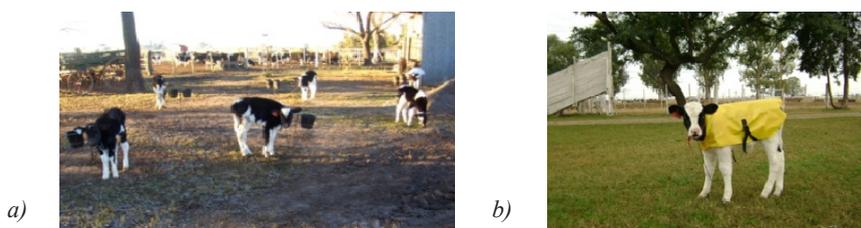


Fig. 1: Terneros en los dos diferentes sistemas de crianza: a) sistema tradicional en estaca (ST), b) sistema modificado con protección y con mayor movilidad para el ternero. (SM)

utilizado es el denominado en “estaca”, que consiste en una estaca con dos aros para los baldes destinados a la alimentación, leche, balanceado y agua. La cantidad de balanceado iniciador diario ofrecido se ajustó de acuerdo a los consumos de días anteriores.

En el tratamiento tradicional de la región (ST) los animales se sujetaron con un collar y una cadena de aproximadamente 1,5m a la estaca, sin ningún tipo de protección (Fig. 1 a).

En el tratamiento modificado, crianza en corredizo (SM), los animales se sujetaron con collar y cadena provista de un aro que se desliza en un alambre sostenido entre dos estacas separadas 10m. Los terneros fueron protegidos individualmente con una “capa” impermeable y forrada con polar (Fig.1b).

### Mediciones

*Ritmo respiratorio (RR).* Una vez cada 15 días, y cuatro (4) veces por día (8, 14, 20 y 02 horas), se registró el ritmo respiratorio por observación de los movimientos de los flancos, durante un minuto.

*Ritmo cardíaco (RC).* Una vez cada 15 días, y cuatro (4) veces por día (8, 14, 20 y 02 horas), se registró el ritmo cardíaco, por medio de un estetoscopio.

*Información meteorológica* fue obtenida

de la estación automática de la FCA-UNL Esperanza distante del tambo comercial 11Km.

*Peso:* los animales se pesaron al nacer y a los 50 días de vida.

*Análisis estadístico:* Los datos fisiológicos (RC y RR) fueron analizados en un diseño en parcelas divididas con mediciones repetidas en el tiempo, y la comparación de medias se realizó a través de un prueba de Duncan (InfoStat, 2007).

En cuanto a la ganancia de peso se realizó un análisis utilizando como covariable el peso inicial.

Los parámetros, RR Y RC, se sometieron al análisis del cosinor (Halberg *et al.*, 1972).

## RESULTADOS Y DISCUSION

Los datos meteorológicos registrados durante los dos inviernos en que se realizaron los ensayos, se presentan en el Cuadro 1.

En el Cuadro 1 se puede apreciar que las condiciones meteorológicas fueron bien disímiles en los dos inviernos en que se llevaron a cabo los ensayos. La temperatura media del mes de julio del primer año fue de 7,29

$\pm 1,15$  °C y la del segundo fue de  $12,3 \pm 1,19$  °C. En el invierno 2008 se presentaron dos días consecutivos con temperaturas máximas de 32 y 31°C.

Los pesos medios de los animales al nacimiento y al alcanzar los 50 días de vida registrados durante los dos inviernos en los

dos sistemas se presentan en el Cuadro 2.

En el cuadro 3 se presentan las ganancias de peso (GP) para los dos años, discriminadas por sistema, ST y SM.

Los terneros del ST en el 2007 presentaron la menor la GP (cuadro 3;  $p < 0,05$ ). Es posible que los animales del ST destinaran

*Cuadro 1: Temperatura mínima (Tm), temperatura máxima (TM), radiación solar (RS), humedad relativa media (HR), precipitación (Pp) y velocidad media del viento (Vv), registradas en los días de mediciones en los inviernos 2007 y 2008.*

Año	Día	Tm (°C)	TM (°)	RS (W/m2)	HR (%)	Pp (mm)	Vv (km/h)
2007	1	-3,90	6,0	234	76	0,0	8,2
	2	-4,60	15,0	270	63	0,0	7,9
	3	3,8	11,0	128	87	4,0	18,4
2008	1	10,9	17,3	31	98	0,2	10,7
	2	5,0	12,9	40	89	0,2	13,9
	3	7,2	15,9	43	90	0,0	11,9

*Cuadro 2: Pesos medios iniciales y finales de los terneros criados bajo los dos sistema de crianza: sistema tradicional (ST) y modificado (SM) durante dos inviernos.*

Año	Sistema	Peso Inicial (Kg)	Peso Final (Kg)
2007	ST	33,2 $\pm$ 4,09	46,6 $\pm$ 6,5
	SM	30,1 $\pm$ 5,19	52,6 $\pm$ 3,5
2008	ST	34,1 $\pm$ 7,16	53,3 $\pm$ 7,69
	SM	33,5 $\pm$ 1,49	53,4 $\pm$ 3,48

*Cuadro 3: Ganancia de peso (GP) en los dos años discriminados por sistema de crianza: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM).*

Año	Sistema	GP(Kg)
2007	ST	0,27 $\pm$ 0,09 <sub>a</sub>
	SM	0,42 $\pm$ 0,13 <sub>b</sub>
2008	ST	0,40 $\pm$ 0,09 <sub>b</sub>
	SM	0,41 $\pm$ 0,07 <sub>b</sub>

Letras distintas indican diferencias significativa al 5%.

parte de su energía a mantener su temperatura corporal, en desmedro de su desarrollo (National Research Council, 1981), determinándose así la diferencia en GP.

En el cuadro 4 se presentan los valores de RR y RC registrados durante el desarrollo de los ensayos.

En el primer invierno se observa efecto significativo del sistema de crianza para los dos parámetros fisiológicos en estudio.

Según Berra *et al.* (1996) el RR normal de terneros Holando está en el rango de 30 a 45 respiraciones/min. En estos ensayos el RR estuvo siempre por debajo de ese rango. Sin embargo, los RR durante el primer invierno presentaron valores coincidentes con lo informado por Scibilia *et al.* (1987). En su trabajo los RR medios fueron de 19,4 y 25 respiraciones/min. a temperaturas de -4 y 10°C, respectivamente.

Los terneros del primer año presentaron valores de RC inferiores a lo informado por Berra *et al.*, (1996) quienes indican que los valores normales del RC se encuentran entre 80 y 120 latidos/min. Por otro lado, Holmes *et al.* (1976), en un trabajo realizado con terneros, encontraron que el RC medio disminuía cuando los días eran muy fríos. En el presente trabajo durante el primer in-

vierno, se registraron días con temperatura muy bajas (Cuadro 1) inclusive el último día de medición se presentó muy nublado y con llovizna persistente.

En el cuadro 5 se presentan las variaciones diarias de RR y RC.

Las variaciones circadianas del RC fueron diferentes para ambos años. A las 08:00 se registraron los mínimos para el primer año y los máximos para el segundo, en ambos sistemas de crianza.

En relación al RR, los valores mínimo y máximo ocurrieron a las 14:00 y 20:00 horas, respectivamente, en los dos sistemas del primer invierno y en el ST del segundo año. Para SM del segundo año los valores mínimo y máximo se registraron a las 14:00 y 02:00 horas.

Los datos fisiológicos (RC, RR) se sometieron a un análisis de varianza para detectar diferencias horarias. Las variables, RC y RR resultaron con diferencias significativas entre horas. En consecuencia, sus datos se analizaron por el cosinor para determinar si las variaciones ajustaban a ritmos circadianos. Los RC del primer invierno del ST y SM presentaron variaciones rítmicas, y el RR en los dos sistemas presentaron variaciones rítmicas en el segundo año (Cuadro 6).

Cuadro 4. Ritmo respiratorio medio (RR, respiraciones /minuto) y ritmo cardíaco medio (RC, latidos/minuto) en los dos inviernos discriminados por sistema de crianza: ST (sistema tradicional) SM (sistema modificado).

Año	Sistema	PR (respiraciones/min)	RC (latidos/min)
2007	ST	20,4±4,1 <sub>b</sub>	64,4±18,8 <sub>a</sub>
	SM	24,2±7,8 <sub>c</sub>	68,7±21,7 <sub>b</sub>
2008	ST	18,5±4,2 <sub>a</sub>	116,2±11,5 <sub>c</sub>
	SM	18,8±4,7 <sub>ab</sub>	114,2±10,0 <sub>c</sub>

Letras distintas indican diferencias significativa al 5%.

Cuadro 5. Ritmo respiratorio (RR, respiraciones/minuto) y ritmo cardiaco (RC, latidos/minuto) observados en los terneros bajo dos sistemas de crianza: ST (sistema tradicional) y SM (sistema modificado) durante los dos inviernos analizados.

HORA	2007			2008				
	ST	SM	SM	ST	ST	SM		
08:00	RC 55,9±9,0	PR 20,4±3,2	RC 58±13,7	PR 23,6±6,7	RC 117,6±11,4	PR 18,8±3,6	RC 122,2±13,5	PR 18,84±3,6
14:00	RC 63,4±16,1	PR 20,0±4,2	RC 62,8±12,2	PR 21,4±6,1	RC 114,6±10,7	PR 16,2±3,6	RC 111,8±4,4	PR 18,0±3,6
20:00	RC 72,8±27,3	PR 20,9±4,5	RC 76,7±29,3	PR 26,6±7,5	RC 117,2±14,4	PR 21,4±4,2	RC 110,7±9,8	PR 21,1±6,5
02:00	RC 68±15,0	PR 20,6±4,8	RC 78,3±20,7	PR 25,6±10,5	RC 113,6±9,4	PR 17,4±3,7	RC 114,6±6,0	PR 17,7±3,9

Cuadro 6. Análisis circadiano de los valores de ritmo cardiaca (RC, latidos/minuto) y ritmo respiratorio (RR, respiraciones /minuto) para terneros criados bajo dos sistemas: tradicional en estaca (ST) y modificado (SM) para los dos inviernos en estudio.

Variable	Tratamiento	Año	Mesor	Amplitud	Acrofase	r
RC	ST	2007	65,5	9,7	-62°(19:51)	0,56
	SM	2008	71	13,2	-27°(22:10)	0,56
RR	ST	2008	18,4	1,4	-32°(21:40)	0,17
	SM	2008	18,9	1,1	-67°(19:31)	0,43

Veerman *et al.* (1995) encontraron que la presión sanguínea y el RC en humanos son más altos durante el día y más bajos durante la noche. En trabajos con cría de renos, Eloranta (2002) observó que los mínimos de RC se presentaban a la mañana (entre 06:00 y 08:00 horas) y eran más altos durante la tarde. En ese trabajo se utilizó un dispositivo automático que permitió la obtención de registros continuos del RC observándose una gran variabilidad de los mismos.

Existe evidencia de que la temperatura ambiente elevada provoca un aumento del tráfico de impulso simpático en seres humanos (Beini *et al.*, 1980). Esto se refleja en el incremento de diferentes funciones gobernadas por el simpático tales como el RC (Arya *et al.*, 1997). En cambio, en ratones el aumento de la temperatura provocaría una disminución del RC (Ishii *et al.*, 1996). En pollos parecería existir una influencia de la edad sobre la repuesta del RC a la temperatura (Khan-dohar *et al.*, 2004.) Mientras el RC aumenta con la temperatura en animales jóvenes, esta repuesta se invierte al aumentar la edad.

Cabe esperar un 50% de aumento en las muertes de terneros cuando las bajas temperaturas se combinan con lluvia y viento (Berra *et al.*, 1996).

## CONCLUSIONES

Las modificaciones introducidas, sobre todo las referidas a la protección contra el frío, demostraron ser beneficiosas cuando el invierno se presenta con temperaturas muy bajas. Las ventajas de estas modificaciones se evidenciaron durante el primer año donde se observó una ganancia de peso significativamente superior en los animales protegidos.

Los parámetros fisiológicos analizados,

ritmo cardíaco y respiratorio, presentaron un comportamiento diferente en los años analizados. Debido a la variabilidad observada en este y en otros estudios, parecería que estos parámetros no son concluyentes como indicadores de bienestar.

## BIBLIOGRAFIA

- ARYA, D. K.; R. W. LANGLEY; E. SZABADI; C. M. BRADSHAW.** 1997. Comparison of the effects of high ambient temperature and clonidine on autonomic functions in man. *Naunyn-Schmiedeberg's Arch Pharmacol.* 355:376-383.
- AZZAM, S. M.; J. E. KINDER; M. K. NIELSEN; L. A. WERTH; K. E. GREGORY; L. V. CUNDIFFT & R. M. KOCH.** 1993. Environmental effects on neonatal mortality of beef calves. *J Anim Sci* 71(2): 282-290.
- BERRA, G.; J. E. CARRILLO & L. ESTOL.** 1996. Enemigo N° 1: El Frío. *Infotambo* .Pag. 60-64 – Año X – N°90.1996
- BINI, G.; K. E. HAGBARTH; P. HYNNIKEN & B.G. WALLIN.** Regional similarities and differences in thermoregulatory motor and sudomotor tone. *J Physiol.* 1980;306:553-565
- BROOM, D.M.** 1986. Indicators of poor welfare. *British Veterinary Journal*, 142: 524 - 526.
- ELORANTA, E.; H. NORBERG; A. NILSSON; T. PUDAS & H. SÄKKINEN.** 2002. Individually coded telemetry: a tool for studying heart rate and behaviour in reindeer calves. *Acta Vet. Scand.* 43: 135-144.
- GRANDIN, T.** 1997. Assessment of Stress During Handling and Transport. *J. Anim. Sci.* 75:249-257
- HALBERG, F.; E. A.; JOHNSON; W. NELSON; W. RUNGE; R. SOTHERN.** 1972. Autorhythmometry procedures for physiological self measurements and their analysis. *Physiol. Teacher* 1: 1-11
- HOLMES, C.W. ; D. B. STEPHENS & J. N. TONER.** 1976 Heart rate as a possible indi-

- cator of the energy metabolism of calves kept out-of-doors. *Livestock Production Science*, Volume 3, Issue 4, December 1976, Pages 333-341.
- INFOSTAT/P.** 2007. Software estadístico. Estadística y Diseño F.C.A. Universidad Nacional de Córdoba.
- ISHII, K.; M. KUWAHARA; H. TSUBONE & S. SUGANO.** 1996. The telemetric monitoring of heart rate, locomotor activity, and body temperature in mice and voles (*Microtus arvalis*) during ambient temperature changes. *Laboratory Animals* 30,7-12
- KHANDOKER, A. H.; K. FUKAZAWA; E. M. DZIALOWSKI; W. W. BURGGREN & H. TAZAWA.** 2004. Maturation of the homeothermic response of heart rate to altered ambient temperature in developing chick hatchlings (*Gallus gallus domesticus*) *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 286: R129–R137, 2004. First published October 2, 2003; 10.1152/ajpregu.00316.2003
- NRC.** 1981. Nutrient requirements of ruminants. National Academy Press. Washington D.C, U.S.A. 91 p.
- SCIBILIA, L. S.; L. D. MULLER; R.S. KENSINGER; T. F. SWEENEY & P.R. SHELLENBERGER.** 1987. Effect of environmental temperature and dietary fat on growth and physiological responses of newborn calves. *J Anim Sci* 70: 1426-1433
- VEERMAN, D. P.; B. P. M. IMHOLZ; W. WIELING; K. H. WESSELING & G. A. VAN MONTFRANS.** 1995. Circadian profile of systemic hemodynamics. *Hypertension* 26: 55–59.