

BIENESTAR EN SISTEMAS DE ENGORDE DE CORDEROS: INDICADORES DE FISIOLÓGICOS Y DE COMPORTAMIENTO

LEVA, P.E.¹; GARCÍA, M.S.¹; FERNÁNDEZ, G.²; TOFFOLI, G.¹;

CERNOTTO, C.²; SOSA, J.³ & BOGGERO, C.³

RESUMEN

Durante el verano 2013 se llevó a cabo un ensayo de engorde de corderos con el objetivo de evaluar el bienestar en dos sistemas de manejo: 1.- A corral; 2.- en box. Se seleccionaron aleatoriamente 8 corderos a cada sistema, manteniéndose similares características de peso y edad en cada uno. Las mediciones realizadas semanalmente y cada 4 horas fueron: Temperatura rectal y Frecuencia respiratorias, utilizándose un termómetro y un estetoscopio. Paralelamente se evaluó la ganancia de peso. Además se realizaron observaciones comportamentales: Parado y en decúbito: jadeando, rumiando en la sombra y el sol, además de conductas alimenticias. El análisis de varianza fue utilizado para determinar diferencias significativas. La frecuencia respiratoria y la temperatura rectal no presentaron diferencias entre los tratamientos. Al detectarse variación horarias, se aplicó la metodología del cosinor para determinar ritmo circadiano. Para evaluar las diferencias en la ganancia de peso se utilizó la t de Student. No se detectó efecto del tratamiento sobre la ganancia de peso. Durante 3 días consecutivos y todas las semanas se realizaron observaciones de conducta con la metodología de Martín y Batenson. Se confeccionaron tablas de contingencias y se analizó con un chi cuadrado. El ajuste a ritmo circadiano, solo se observó un día en el tratamiento en box. Se detectó un efecto significativo del tratamiento y la conducta ($p < 0,001$). Con los resultados alcanzados en este ensayo no nos permite inferir una diferencia entre los sistemas propuestos.

Palabras claves: Ritmos circadianos; sistema de manejo; comportamiento.

1.- Cátedra de Agrometeorología. Facultad de Ciencias Agrarias, UNL. Kreder 2805. (3080) Esperanza, provincia de Santa Fe. Email: pleva@fca.unl.edu.ar

2.- Cátedra de Anatomía y Fisiología Animal. Facultad de Ciencias Veterinarias (UNL). Kreder 2805. (3080) Esperanza, provincia de Santa Fe.

3 Cátedra de Producción Ovina. FCV (UNL).

Manuscrito recibido el 2 de julio de 2014 y aceptado para su publicación el 2 de febrero de 2015.

SUMMARY

Welfare system fattening lambs: physiological indicators and behavior

During summer 2013 conducted a test fattening lambs in order to assess welfare in both management systems: 1. A poultry; 2. in box. Were randomly selected eight lambs to each system, maintaining similar weight and age in each. Weekly and measurements taken every 4 hours were: rectal temperature, respiratory frequency, using a thermometer and a stethoscope. Same weight gain was evaluated. Standing and lying: In addition behavioral observations were performed panting, ruminating in the shade and sun, besides eating behaviors Analysis of variance was used to determine significant differences. The respiratory rate and rectal temperature did not differ between treatments. At the time variation detected, cosinor methodology was used to determine circadian rhythm. Student t test was used to assess differences in weight gain. No treatment effect on weight gain was detected during 3 consecutive days every week behavioral observations were performed using the methodology of Martin and Bateson. They contingency tables were prepared and analyzed with chi square. Adjustment to circadian rhythm, only seen one day treatment box. A significant effect of treatment and behavior ($p < 0.001$) was detected. With the results obtained in this study does not allow us to infer a difference between the proposed systems.

Key words: Rhythm circadian; management systems; behavior.

INTRODUCCION

La tendencia mundial del mercado de carnes está orientada a poner mayor énfasis en satisfacer los requerimientos de los consumidores en términos de la calidad del producto. Por ello, hay que revalorizar los productos a través de procesos que aseguren calidad, seguridad y trazabilidad certificada, sustentabilidad de los sistemas y bienestar animal (BA), sin afectación del medio ambiente, basado en la utilización de Buenas Prácticas en los sistemas productivos, y obteniéndose un valor agregado en los productos provenientes de tales prácticas. La producción ovina no escapa a esta nueva situación.

El BA no es un concepto fácil de definir. El BA es claramente la característica de un animal individual y trata con los efectos de todos los aspectos del ambiente sobre el individuo. El BA es su estado en relación a sus

intentos para afrontar su ambiente (6). Este estado incluye varias respuestas fisiológicas, de salud y conductuales. En relación a la conducta, los cambios observados en los patrones de comportamiento de los animales son los primeros indicadores de estrés. (12, 40, 45). Por lo tanto, la utilización de etogramas ayuda a analizar el comportamiento y así crear ambientes mejores para los animales en producción (4, 21). Por otro lado la Farm Animal Welfare Council (14), un órgano asesor del gobierno británico en asuntos relacionados con el bienestar de los animales domésticos, propuso que el BA queda garantizado cuando se cumplen cinco requisitos (14): a) nutrición adecuada, b) sanidad adecuada, c) ausencia de incomodidad física y térmica, d) ausencia de miedo, dolor y estrés, y e) capacidad para mostrar la mayoría de conductas propias de la especie. La propuesta del FAWC se conoce habitualmente como las “cinco libertades”.

De acuerdo a FWAC, el BA, está relacionado con la Zona termoneutralidad (ZTN). La ZTN se define como el intervalo de temperaturas ambientales dentro del cual el animal no utiliza energía adicional para mantener su temperatura corporal. El límite de la temperatura del aire (TA) para corderos de engorde es de 10-15 °C (11,12). En este rango térmico no ocurren cambios apreciables en el patrón fisiológico y metabólico. No obstante, cuando el medio físico supera la ZTN se genera el estado de estrés calórico (EC) que produce un aumento de la temperatura corporal y de la frecuencia respiratoria, lo cual incrementa los requerimientos para mantenimiento de un 7 a un 25% (32). Esta energía adicional es el costo de los animales para por hacer adaptaciones fisiológicas y de comportamiento en estrés calórico. Además en estrés calórico el ganado ovino disminuye la ingesta (1) especialmente cuando se les ofrece alimento de baja calidad (11) debido tanto al esfuerzo para reducir la producción de calor (44,46) y el pasaje más lento del alimento por el tracto digestivo (7). Por lo tanto, en condiciones de EC se afectaría negativamente el BA.

Por otro parte, la ritmicidad de la temperatura del cuerpo es un importante proceso biológico y un conveniente y confiable marcador del funcionamiento del reloj biológico (25), así como también, un indicador de la salud general de un animal y de su metabolismo energético (10). En relación a la ritmicidad diaria de la temperatura rectal de la oveja, la información disponible es muy variable con respecto al momento en que se presenta el valor máximo (acrofase), y del patrón de ritmicidad (20).

Los sistemas modernos de producción han impuesto severas restricciones de espacio, lo cual produce sufrimiento en el animal, principalmente ba-

jos condiciones extremas (13, 15, 43).

El objetivo de este ensayo fue describir indicadores del BA tanto biológicos y de comportamiento en dos sistemas intensivos de engorde de corderos: a corral con acceso a sombra artificial y en box durante la época estival, en la región central santafesina.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio experimental y duración

El ensayo se llevó a cabo, durante estación estival desde el 2 de febrero hasta el 7 de marzo del año 2013 en los corrales y boxes de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la UNL, ubicada en el departamento Las Colonias (-31° 26' -60°56'). El clima de esta región es templado con verano caluroso (9)

Durante la primer semana (02/02-08/02) se llevó a cabo el período de adaptación suministrándole la dieta en forma paulatina y creciente con la finalidad de producir los cambios en la flora ruminal y estandarizar la misma.

Animales y tratamiento

Para el ensayo se utilizaron 16 corderos de la raza Pampinta, 6 machos enteros y 10 hembras, todos sin descolar. La edad de los mismos era de aproximadamente 4 meses. A todos los animales se les realizó un coproparasitológico. Posteriormente de acuerdo al resultado de dicho análisis se les suministró un antiparasitario (ivermectina 1 cm³ / 30 kg) en la dosis correspondiente. Como tratamiento previo al ensayo además, se les aplicó dos dosis de la vacuna triple (mancha gangrena y enterotoxemia 2ml por animal,

de aplicación subcutánea con la finalidad de proteger a los animales de patologías asociadas a los cambios de alimentación.

Los tratamientos fueron a corral (TC; Fig. 1) con acceso a sombra y en box (TB, Fig. 2). En cada tratamiento se alojaron el mismo número de animales (5 hembras y 3 machos). Los boxes estaban cubiertos parcialmente con pisos y paredes de material con chupetes y comederos y con acceso a un patio. La superficie total de los boxes, con el patio incluido, fue de 64 m². Por lo tanto, cada animal disponía de 8 m². En cuanto al corral las dimensiones fueron de 5m x 8m, red de media sombra orientada de N-S, que cubría el 25% de la superficie. Los comederos fueron ubicados debajo de la sombra. En cuanto al bebedero su sombreado varió a lo largo del día. Cada animal disponía en total de 5m².

Alimentación

En ambos tratamientos se le suministró heno de alfalfa ad libitum y alimento balanceado comercial. La cantidad de balanceado se estimó de acuerdo al peso medio del lote TC, TB. El TC consumió en promedio 1,200 kg / día, y el TB fue de 1,225 Kg/día que representan el 4% del peso promedio de cada lote. En la Tabla 1 se presenta la composición de estos alimentos.

La alimentación se realizaba diariamente por la mañana a la hora 7.00.

Datos meteorológicos

La información meteorológica: temperatura del aire máxima (°C) y mínima (°C), radiación solar (MJ/día), precipitación (mm), humedad relativa (%) y velocidad del viento (m/s), se obtuvo de la estación meteorológica inalámbrica automática Pegasus

EP2000 (Argentina) de Facultad de Ciencias Agrarias. Con esta información se estimaron los índices de temperatura y humedad (ITH) con la siguiente expresión (41):

$$ITH = 1,8 \text{ tm} + 32 - (0,55 - 0,55 \text{ rh}) \\ (1,8 \text{ tm} - 26),$$

donde

tm: temperatura diaria, °C

hr: humedad relativa diaria, en base decimal.

Además, in situ, en los días en que se realizaron las mediciones fisiológicas y de comportamiento se registraron la temperatura del globo negro (TGN). Los TGN fueron ubicados en sombra (bajo la red), en los boxes y también para poder evaluar la mitigación de la utilización de sombras (red plástica, ubicada en los corrales y techo de zinc, de los box) se colocó también un TGN directamente al sol, o sea a la intemperie.

Las mediciones fisiológicas se efectuaron cada 4 horas, desde 06:00 hs. hasta 02:00 hs. En esos mismos horarios se registró la temperatura de los TGN. En los días que se realizaron las observaciones de comportamientos, las lecturas de los TGN se realizó cada hora de desde las 09:00 hasta las 18:00 hs.

Mediciones Fisiológicas

Peso vivo. Se realizaron 2 pesadas al ingreso al ensayo (PI), y al egreso en forma individual (PF). El PI y el PF, se utilizaron para estimar la GPD, utilizándose la media del lote a fin de evaluar el promedio de las variaciones de los pesos observados.

Temperatura rectal (TR). Una vez por semana y seis (6) veces por día (06:00, 10:00, 14:00, 18:00, 22:00 y 02:00 horas), se



Figura 1: Corderos alojados en el sistema de corral (TC)



Figura 2: Corderos alojados en el sistema box (TB)

Tabla 1: Composición del balanceado comercial y del heno de alfalfa utilizado en la dieta de los corderos en engorde.

Alimento	Composición	Valor
<i>Balanceado</i>	EMe	2,8 Mgal
	PB	14%
	FB	18%
	Ca	0,82%
	P	0,35%
	MS	90%
<i>Heno de alfalfa</i>	EMe	2,2 Mgal
	MS	80%

medió la TR con termómetro clínico digital. **Frecuencia respiratoria (FR).** Una vez por semana y seis (6) veces por día (06:00, 10:00, 14:00, 18:00, 22:00 y 02:00 horas), se registró la FR, durante un minuto con estetoscopio. Tanto la temperatura como la frecuencia respiratoria se midieron conjuntamente

Comportamiento

Las observaciones de comportamiento se realizaron semanalmente y durante 3 días consecutivos. La metodología de observación de conductas fue muestreo por barrido con registro temporal censando rápidamente al grupo completo de individuos (28). El tamaño del intervalo de muestreo fue de 5 minutos, con 10 minutos de descanso entre cada observación, empleando un cronómetro. Las ovejas son animales principalmente diurnos, presentando un repertorio de conductas muy variado (33). Razón por lo cual, los registros del comportamiento se llevaron a cabo desde las 09:00 horas hasta las 18:00 horas. Se realizaron anotaciones en papel. Las conductas registradas se presentan la Tabla 2.

Análisis estadístico

A todas las variables, excepto los datos de comportamiento, se determinó su normalidad con la prueba de Shapiro-Wilk (36). Los resultados se presentaron con su valor media y el error estándar.

Para el análisis de los datos de comportamiento se confeccionaron tablas de contingencia entre los dos tratamientos. Con las tablas de contingencia se procedió a efectuar una prueba de Chi-cuadrado (χ^2), según la metodología de Mader *et al.* (27).

En todos los casos se consideraron diferencias como significativas cuando se tenía ($p < 0,05$).

RESULTADOS

Datos meteorológicos

- Índices meteorológicos obtenidos en la estación meteorológica automática

Durante las semanas en que se llevó a cabo la investigación la temperatura máxima media semanal y la temperatura media semanal se mantuvieron por debajo de los 30°C. Solamente en la semana de previa al

Tabla 2: Conductas registradas durante el período de ensayo en los corderos, tanto en el tratamiento corral (TC) como el tratamiento box (TB).

Conducta a observar	Definición
Parado a la sombra	El animal se mantiene en cuadripedación dentro de la sombra
Parado al sol	El animal se mantiene en cuadripedación fuera de la sombra, expuesto a la radiación solar.
Echado a la sombra	El animal se mantiene en decúbito ventral bajo la sombra
Echado al sol	El animal se mantiene en decúbito ventral fuera de la sombra, expuesto a la radiación solar.
Parado rumiando a la sombra	El animal se mantiene en cuadripedación dentro de la sombra, y realizan movimientos de re-masticación (desplazamiento del maxilar inferior) con la boca.
Parado rumiando al sol	El animal se mantiene en cuadripedación fuera de la sombra, y realizan movimientos de re-masticación (desplazamiento del maxilar inferior) con la boca.
Echado rumiando a la sombra	El animal se mantiene en decúbito ventral bajo la sombra y realizan movimientos de re-masticación (desplazamiento del maxilar inferior) con la boca.
Echado rumiando al sol	El animal se mantiene en decúbito ventral bajo al sol y realizan movimientos de re-masticación (desplazamiento del maxilar inferior) con la boca.
jadeo	Animal que realiza respiraciones rápidas y superficiales con la boca abierta.
bebiendo	Animal que baja la cabeza dentro del bebedero o en el caso del sistema de bebedero con chupete animal que succiona el chupete.
comiendo	Animal que introduce la cabeza en el comedero y toma la comida con la boca y mastica.

ensayo la temperatura máxima media fue superior a los 30°C. Por otro lado, la temperatura mínima media semanal fue igual o inferior a los 20°C (Tabla 3). En las semanas del ensayo se registraron precipitaciones y días con alta nubosidad, o sea bajo RS (Tabla 3). El ITH medio semanal en los días del ensayo se mantuvo dentro del rango de confort (ITH=72). Solo la última semana de ensayo el ITH medio semanal fue de 81. En las tres últimas semanas se presentaron precipitaciones generando en los corrales abundante barro y charcos (Fig. 3).

- Índices meteorológicos obtenidos en los días que se realizaron las mediciones: de comportamiento y fisiológicas.

En las fechas que se efectuaron las mediciones de comportamiento y fisiológicas, la temperatura máxima se mantuvo por debajo de los 30°C (Tabla 3). Sólo dos días la tem-

peratura máxima superó los 30°C (Tabla 4). Durante el período de observación, 5 días el ITH se presentó sobre los 72. Además, se puede apreciar que durante tres días consecutivos se registró muy bajo radiación solar.

En las Figs. 4 y 5 se presentan las temperaturas medidas horarias obtenidas en el TGN, ubicados a la intemperie (al sol), bajo la red de media sombra y en los boxes en los días que se llevaron a cabo los registros comportamentales (Fig. 4) y las mediciones fisiológicas (Fig. 5). La diferencia de temperatura registra en el TGN en la sombra y al sol fue de alrededor de 8°C, en las horas de máxima redición solar (Fig. 5) en los días que se realizó las observaciones fisiológicas. Por otro lado, en los días que se llevó a cabo los registros de conducta la diferencia fue de 12 °C (Fig. 4). Esto demuestra las ventajas de la implementación de protec-

ción a la RS directa en los sistemas de crianza. Cabe recordar que para mitigar el estrés calórico lo primero es disminuir la RS, que es la que presenta mayor energía (42,44).

Peso vivo

Los pesos iniciales (PI) y finales (PF) de los corderos para los tratamientos, TC y TB se presentan en la Tabla 5. Como se puede apreciar en ninguno de los sistemas o tratamientos en estudio se observó un efecto significativo en relación al peso, dicho en otras palabras no se observó una GP.

Temperatura rectal y frecuencia respiratoria

En la Tabla 6 se presentan los valores medios de TR registrados para los corderos en los dos sistemas de manejo. Como se observa en la Tabla 6 no se observa diferencias entre los tratamientos.

La hora del día afectó significativamente ($p=0,0086$) sobre la temperatura rectal. Entre la TR más baja registrada (06:00 hs) y la más alta (10:00hs) la diferencia fue de 1,91°C para TC y 1,35 para TB (Figura 6). También se puede apreciar que en tanto el TC como TB la TR mínima se presentó en el mismo horario (Figs. 6 y 7).

La FR fue afectada significativamente por el día y la hora.

El día que se determinó la FR más elevada fue durante la última semana de ensayo. Durante esta semana se registró un ITH medio de 81, lo que estaría indicando condiciones estresantes en los animales. Si bien, los ovinos son menos susceptibles al estrés calórico comparándolos con otras especies como los bovinos.

En la Tabla 7 se presentan los valores medios de FR registrados en los días de ensayo en los corderos de ambos sistemas.

El horario donde se presentó la máxima

de la FR no es coincidente en los dos sistemas, como se puede observar en la Figura 7. La amplitud de la FR es de 56,6 para el TC y 38,1 para el TB. El valor mínimo se presentó al mismo horario en ambos tratamientos (06:00hs) y coincidiendo con la TR.

Al presentarse variación horaria significativa se realizó el análisis COSINOR (31), tanto para la TR como para la FR para detectar la existencia de variaciones rítmicas. Solamente se detectó ajuste a una variación rítmica para la TR y FR del TB en la última semana de observaciones (Tabla 8).

Comportamiento

Se observó una relación significativa ($p < 0,0001$) entre las conductas observadas en los corderos y el sistema de manejo. En la Figura 8 se presenta la distribución porcentual del tiempo gastado para cada actividad y su ubicación: sol-sombra.

El 47% de los corderos del TC permanecieron en las aéreas sombreadas. La conducta que predominó en las aéreas sombreadas fue la de echados (E, 60%). En la conducta E el 17% del tiempo lo destinaron a la actividad de rumia (ER). Además destinaron a las conductas de C el 22% y solo el 2,3% a B.

Los corderos del TB destinaron el 66% de su tiempo en las aéreas sombreadas y la actividad que predominó en las aéreas sombreadas fue de E (52%). En E el 15% lo destinaron a la conducta de rumia (ER). En la conducta de beber y comer se presentaron valores similares a las de los corderos de TC.

En TC y TB los corderos presentaron la mayor frecuencia de la conducta C en el horario comprendido entre las 09:00 y las 12:00 hs, y la conducta de B se observó en ambos sistemas, con más intensidad entre las 15:00 y las 18:00 hs.

En relación al conducta E y ER, en TC se



Figura 3: Estado de los corrales después de las precipitaciones, se observa la presencia de barro y la formación de charco.

Tabla 3: Índices meteorológicos medios semanales registrados en las semanas en que se llevó a cabo el ensayo donde: temperatura máxima (TMAX), temperatura mínima (Tmin) temperatura media (Tmd), precipitación (Pp), humedad relativa (HR) velocidad media del viento (Vv), índice de temperatura y humedad (ITH) y radiación global (RS).

Semanas	Tmax (°C)	Tmin (°C)	Tmd (°C)	Pp (mm)	HR (%)	Vv (km/h)	ITH	RS (MJ/semanal)
1º	34,2±2	20,0±1,6	27,1±1,5		68,2±3,4	90±48,4	76,9±2,5	217
2º	25,5±7,7	17,5±2,8	21,5±5,0	40	75,5±11,7	130± 51	72,7± 7,3	80
3º	25,7±2,7	15,1±3,1	20,3±2,4	5	71,7±7,2	120±44,9	71,0±4,1	154
4º	28,5±4,3	15,5±1,9	22,0±2,9	17	78,5±6,3	129±73,2	80,6±4,7	156

Tabla 4: Índices meteorológicos medios registrados en los días que se realizaron las observaciones de conductas y las mediciones fisiológicas : temperatura máxima (TMAX), temperatura mínima (Tmin) temperatura media (Tmd), precipitación (Pp), humedad relativa (HR) velocidad media del viento (Vv), índice de temperatura y humedad (ITH) y radiación global (RS).

Fecha	Tmax (°C)	Tmin (°C)	Tmd (°C)	Pp (mm)	HR (%)	ITH	RS (Mj/día)
18-feb	21,9	17,6	19,7	4	95	67,3	2,7
19-feb	19,4	15,3	17,4	0	97	63,1	4,8
20-feb	19,9	17	18,5	2	75	72,7	3,0
23-feb	32,9	20,1	26,5	0	81	77,4	21,0
26-feb	26,7	11,8	19,3	0	72	65,3	25,9
27-feb	29,0	14,4	21,7	0	71	69,0	25,3
01-mar	34,3	17,7	26,0	0	74	75,8	22,0
02-mar	28,9	17,1	23,0	17	83	72,5	17,2
03-mar	31,0	15,4	23,2	0	74	71,5	23,6
04-mar	23,3	13,0	18,2	0	82	64,0	17,8
05-mar	28,0	12,7	20,4	0	78	67,3	23,5
07-mar	30,4	17,5	24,0	0	75	72,8	20,0

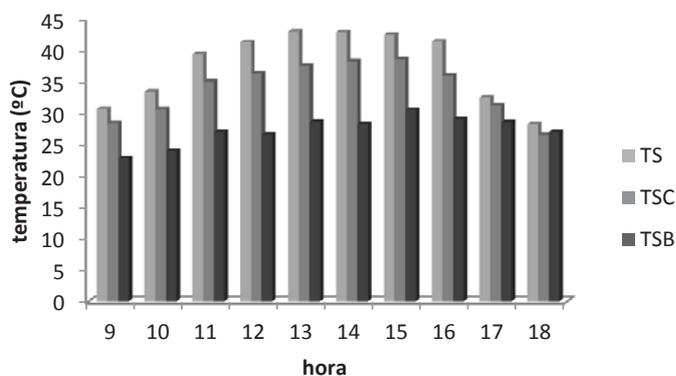


Figura 4: Marcha horaria media de la temperatura del termómetro de globo negro (TGN) ubicado al sol (TS) y a la sombra (TSC) y en los boxes (TSB). Estos datos corresponden a los días en que se realizaron las mediciones de comportamiento.

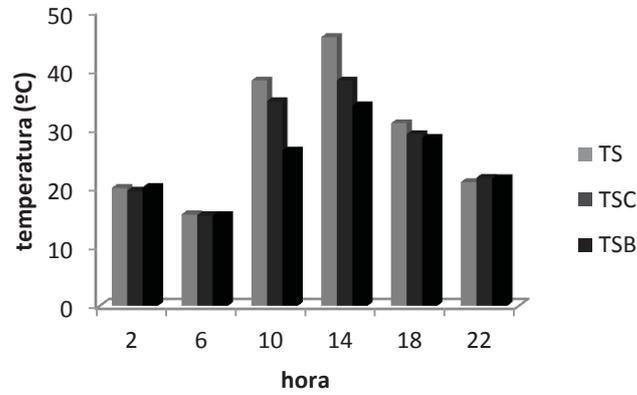


Figura 5: Marcha horaria media de la temperatura del termómetro de globo negro (TGN) ubicado en al sol (TS) y en la sombra (TSC) y en los boxes (TSB). Estos datos corresponden a los días en que se realizaron las mediciones de índices fisiológicos.

Tabla 5: Pesos iniciales (PI, kg) y finales (PF; kg) de los corderos bajo los dos sistemas de manejo: TC (en corral) y TB (en box). Las variables se presentan como media y error estándar.

Sistema de manejo	PI (kg)	PF (kg)
TC	29,9 ± 5,6	30,0 ± 5,3
TB	30,6 ± 4,8	31,7 ± 4,8

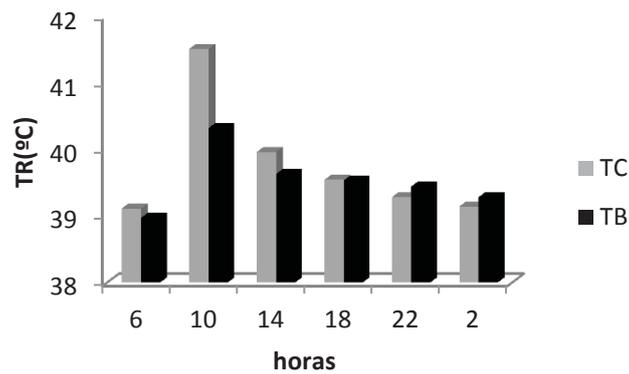


Figura 6: Variación horaria de la temperatura rectal (TR) n los dos sistemas de manejo: tratamiento en corral (TC) y tratamiento en box (TB).

registró con mayor frecuencia entre los horarios de 15:00-18:00 hs (48%). En TB estas conductas se observaron con casi igual frecuencias en los distintos momentos del día.

DISCUSIÓN

Un incremento en la frecuencia respiratoria es esperado cuando los corderos son expuestos a temperatura ambientales sobre su zona de termoneutralidad (23). Esta respuesta es, en parte, debida a la estimulación directa de los receptores periféricos de temperatura que transmiten impulsos nerviosos al centro de calor en el hipotálamo (18). La FR en los dos grupos se presentó muy por encima de la FR considerada como normal en corderos que es de 20 respiraciones por minuto. Trabajos realizados en bovinos por Silanikove (38) caracterizaron el estrés calórico en base a la FR de la siguiente manera bajo; 40 -60, medio alto, 60-80, alto, 80-120 y severo superiores a 150 movimientos por minutos. En base a lo anterior, podría decirse que durante la mayor parte de la experiencia los corderos se encontraron en condiciones de estrés medio-alto (60-80 resp/min)

El aumento de la FR es un intento del animal de aumentar la respiración evaporativa (2). Los valores máximo de FR coincidentes con los momentos de alta de temperatura registrados en el TGN. Durante el desarrollo de este ensayo las temperaturas máximas diarias se mantuvieron por encima de la zona de confort, y en los horarios de máxima radiación, la temperatura en el TGN se presentó por encima de los 40°C (Figura 5). De acuerdo a lo informado por Mendoza (29) cuando las ovejas son expuestas a temperatura

ambientales por encima de los 35°C se observa un incremento respiratorio, coincidente con lo observado en este ensayo en los corderos tanto del TC como TB.

No se observó diferencias en cuanto a la TR entre los animales tanto TC como TB. Si bien la temperatura rectal se mantuvo por encima de los 38°C. En los horarios de donde se observó los valores más elevados de TR (41,5°C) coinciden con los momentos de la TGN fue superior a los 40°C (Figura 5). Otros investigadores (16) en trabajos realizados en ovejas informaron de TR máxima de 40,03°C para la estación estival.

La ritmicidad de la temperatura del cuerpo es un importante proceso biológico y un conveniente y confiable marcador del funcionamiento del reloj biológico (25) así como también, un indicador de la salud general de un animal y de su metabolismo energético (10).

Se observó una variación horaria significativa de los parámetros TR y FR, pero realizado el análisis de cosinor sólo se detectó un ajuste a una variación rítmica en la última semana en el TB.

La variación diaria de TR está influenciada por cambios en la actividad física y por el nivel metabólico (39), pero también esta sincronizada con cambios en la intensidad de la luz, al temperatura ambiente y por otros factores ambientales (5).

La máxima TR, se alcanzó a las 10:00 hs. Los trabajos llevado a cabo con ovejas Merino, bajo condiciones controladas de temperatura (17-20°C) presentaron un valor máximo a las 12:00 hs (30). Por otro lado Johnson (22) reportó TR con valores máximo a las 18:00. No coincidiendo con lo observado en este ensayo. En relación a los momentos de TR mínimo en esta experiencia se presentó a las 6:00 hs, coincide con lo reportado por Johnson

Tabla 6: Valores medios de temperatura rectal (TR) registrados en los dos sistemas de manejo tratamiento en corral (TC) y tratamiento en box (TB) Los valores se presentan como media y EE (error estándar).

Sistema de manejo	TR (°C)
TC	39,8 ± 4,8 ^a
TB	39,5 ± 1,7 ^a

Tabla 7: Valores medios defrecuencia respiratoria (FR) registrados en los dos sistemas de manejo en corral TC (TC) y en box (TB). Los valores se presentan como media y error estándar (EE).

Sistema de manejo	FR(rpm)
TC	77,4±1,98
TB	78,7±2.07

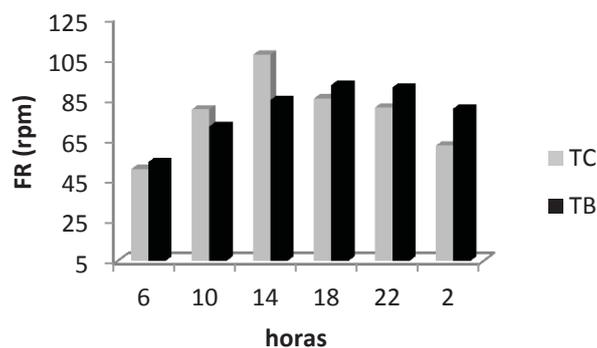


Figura 7: Variación horaria de la frecuencia respiratoria (FR) n los dos sistemas de manejo: tratamiento en corral (TC) y tratamiento en box (TB).

Tabla 8: Análisis circadiano de los valores temperatura rectal (TR) y frecuencia respiratoria (FR) () para los corderos del tratamiento en box. (TB).

Semana	Variable	Sistema de crianza	Mesor	Amplitud	Acrofase	P<
4º	TR	TB	39,5	0,31	15.40	0,05
4º	FR	TB	84,5	35,7	20:13	0,05

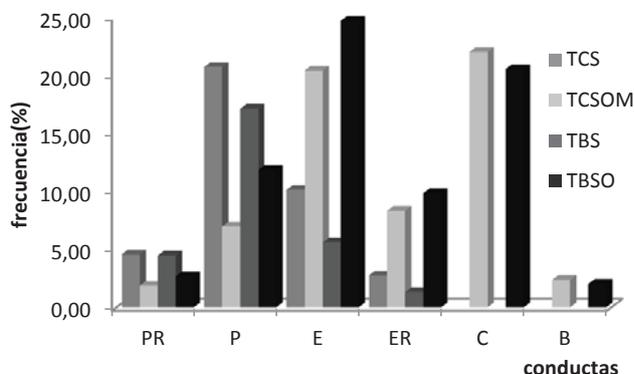


Figura 8: Porcentaje del tiempo destinado a las distintas conductas registradas en los corderos de tratamiento en corral, al sol, (TCS), tratamiento en corral a la sombra, (TCSOM), tratamiento en box al sol (TBS) y tratamiento en box a la sombra (TBSOM) parado rumiando (PR), parado (P), echado, (E), echado rumiando (ER), comiendo (C) y bebiendo (B).

(22) quien informó que los valores mínimos se registraron entre 05:00 y 08:00hs.

En la semana que se detectó un ritmo circadiano de la TR en los corderos de TB, la amplitud diaria de la TR fue de 0,31°C (Tabla 8), coincidente con los informado por Hahn *et al.* (19) que registró una amplitud diaria de 0,25 a 0,5°C en ovejas Merino. En las otras semanas la amplitud fue superior a 1°C.

Cabe aclarar, que si bien los datos meteorológicos presentados el total de lluvias ocurridas durante las semanas de ensayo fueron solo de 55 mm (Tabla 3), la mayoría de los días que se llevaron a cabo las mediciones fisiológicas y conductuales, se presentaron con lloviznas persistente (que no son registradas en el pluviómetro y con humedad sobre los 70%. Estas condiciones atmosféricas podrían explicar la no detección de ritmicidad en las otras semanas, indicando condiciones de falta de confort. Se conoce, que la combinación de alta temperatura y humedad relativa incrementa la

temperatura del aire en térmicos de la capacidad de disipación (24). El piso del corral, debido a las lluvias y a la escasa radiación (Tabla 3) no alcanzó a secarse y en la mayoría de los días se presentaron con barro y charcos de agua (Fig.). La imposibilidad de encontrar lugares secos y cómodos podría haber influido para que los animales no estuvieran confortables. Según la NRC (32) en las condiciones ambientales desfavorables, lloviznas y elevadas temperatura ambiental combinadas con humedad, aumentan los requerimientos energéticos en un 7 a 25%. En condiciones de estrés calórico para disminuir la tasa metabólica, los animales disminuyen el consumo de alimento (1, 11). La GP esperado en sistemas de engorde es de 200-250 g/día. (26) en este ensayo los animales presentaron una GP < 50 g/día. Esta GP se puede explicar probablemente a que parte de la energía de la ración la utilizaron para mantener su equilibrio térmico (8).

Las ovejas y corderos criados en pasto-

reo distribuyen sus actividades en exploración, pastoreo, rumia y descanso (34). Las ovejas alternan sus periodos de ingesta con periodos de rumia (3). En este ensayo, los corderos no tuvieron acceso a las pasturas por lo tanto no se registró la conducta de exploración. En ambos tratamientos los animales utilizaron el tiempo en conductas predominantemente de echados y parados. Solo destinaron ER cada grupo el 11%. Además, se observó la conducta PR el 7% los TC y 6% TB. En total se podría decir que solo 2 horas de las 9 hs de observación lo utilizaron para la rumia. Los animales en pastoreo sin encierre nocturno destinan 8 hs al día a la actividad de rumia (34). La conducta de comer y beber, en los sistemas de encierre, está fuertemente ligado al momento de suministro de la comida (35). En los corderos de ambos sistemas la mayor actividad de C se registró durante la mañana, coincidente con el suministro del balanceado. La ingesta de agua, la conducta B, es importante como mecanismo termorregulador, bajo condiciones de elevada temperatura (17). Algunos autores informan que la mayor actividad de B se presenta poco después de la máxima actividad de C (37). En este ensayo los animales presentaron la más alta actividad de B durante la tarde. Se puede inferir que la máxima actividad de B durante la tarde tenga como finalidad una acción termorreguladora (17).

La conducta de descanso (E) se presenta en forma inversa a la actividad de C (3). En este ensayo los animales TC presentaron la mayor actividad de C durante la mañana y durante las horas de la tarde mayor actividad de descanso (E). En cambio en los TB la conducta C y E se distribuye similar a lo largo del día.

CONCLUSIONES

Los indicadores fisiológicos, frecuencia respiratoria, temperatura rectal y peso, analizados para comparar los dos sistemas no presentaron diferencias significativas. En relación al comportamiento en ambos sistemas se restringen la libertad de los animales para expresar su comportamiento natural. Por otro lado el estudio de comportamiento de ovejas en estabulación es muy reciente. Con estos resultados alcanzados en este ensayo no nos permite inferir una diferencia entre los sistemas propuestos. Se puede llegar a inferir que la no diferencia observada entre los dos sistemas, este indicando que la sola implementación de de sombras, ya sea de red o de zinc, no es suficiente para mejorar el confort térmico de los animales en la región central santafesina.

BIBLIOGRAFIA

- 1 ABDALLA, E. B; KOTBY, E. A. & JOHNSON, H. D. 1993. Physiological responses to heat-induced hyperthermia of pregnant and lactating ewes. *Small Ruminant Res.* 11:125–134.
- 2 AL-HAIDARY, A.A. 2004. Physiological Responses of Naimey Sheep to Heat Stress Challenge under Semi-Arid Environments *Int. J. Agri. Biol.* 6 (2):307- 309.
- 3 ARNOLD, G.W. 1985. Rest and sleep. (pp. 265–275). En *Ethology of Farm Animals*. A.F. Fraser, Elsevier Science Publishers, Amsterdam, The Netherlands.
- 4 BANKS, E. M. 1982. Behavioral research to answer questions about animal welfare. *J. Anim. Sci.* 54:434.

- 5 BREAKLEY, W.R. & FINDLAY, J. D. 1955. The effect of temperature and humidity on the rectal temperature of calves. *J Agric Sci* 45:339–352.
- 6 BROOM, D.M. 1986. Indicators of poor welfare. *Br.vet.J.*, 142, 524-526.
- 7 CHRISTOPHERSON, R. J. 1985. The thermal environment and the ruminant digestive system, Pages 163–177 in *Stress Physiology in Livestock. Vol. I. Basic Principles*. M. K. Yousef, CRC Press, Boca Raton, FL.
- 8 COLLIER, R. 1985. Environmental and nutritional aspects of lactation. En: *Lactation*. Edited By B. Larson. Iowa State University Press, Ames, USA.
- 9 CONDE, J. 2000. Mapa climático de Köppen. <http://www.terra.es/personal/jesusconde>. Visitado 25 de noviembre de 2013.
- 10 COSSINS, A. R. & BOWLER, K. 1987. *Temperature Biology of Animals*. London, Chapman & Hall.
- 11 COSTA, M.J.R.P.; SIVA, R. & SOUZA, R.C. 1992. Effect of air temperature and humidity on ingestive behaviour of sheep. *Int. J. Biometeorol.* 36:218–222.
- 12 CURTIS, S. E. 1983. *Environmental Management in Animal Agriculture*. Iowa State Press, Ames. p. 266 – 268.
- 13 FAULKNER, P. M. & WEARY, D. M. 2000. Reducing pain after dehorning in dairy calves. *J.Dairy Sci.* 83:2037-2041.
- 14 FAWC (Farm Animal Welfare Council) 1997. Report on the welfare of dairy cattle. FAWC, Surbiton, Surrey, Reino Unido.
- 15 FLOWER, F. & WEARY, D. M. 2003. The effects of early separation of the dairy cow and calf. *Anim. Welfare* 12: 339-348.
- 16 GOMES DA SILVA, R. & MINOMA, F.R. 1995. Circadian and seasonal variation of the body temperature of sheep in a tropical environment. *Int. J. Biometeorol.* 39: 6973.
- 17 GUERRINI, V. H.; KOSTER, N. & BERTCHINGER, H. 1980. Effect of ambient temperature and humidity on urine output in sheep. *Am. J. Vet. Res.* 41:1851–1853.
- 18 HABEEB, A.A.; MARAI, I.F.M. & KAMAL, T. H. 1992. Heat Stress (pp 27–47). En *Farm Animals and the Environment*. C. Phillips and D. Piggins, CAB International, Wallingford, UK.
- 19 HAHN, G.L. 1987. Body temperature rhythms in farm animals: a review and assessment relative to environmental influences. *Proceedings 11th International Congress Biometeorology*, West Lafayette, USA, September. Driscoll D and Box EO (eds). SPB Academic Publishing, The Hague, Netherlands, 1989, pp 325–337.
- 20 HAHN, G.L., NIENABER, J.A.; KLEMCKE, H.G. & GOSE, G.L. 1986. Body temperature fluctuations in meat animals. *American Society Agricultural Engineers*, St Joseph, MI. 86-4009.
- 21 HARTSOCK, T. G. 1982. Ethological approach to farm animal behavior research. *J. Anim. Sci.* 54:447.
- 22 JOHNSON, K.G. 1991. Body temperature and respiratory rates of free ranging Merino sheep in and out of shade during summer. *Aust J Agric Res* 42:1347–1357.
- 23 KAMAL, T. H. 1975. Heat stress concept and new tracer methods for heat tolerance in domestic animals. En *Proc. of the 1st Science Conference on Peaceful Uses of Atomic Energy for Scientific and Economic Development*, Baghdad, Iraq.
- 24 KINNE, M. 2002. Breaching heat stress, Comfort Zones. <http://kinne.net/heatstrs.htm> Visitado 12 marzo de 2014.
- 25 KLERMAN, E. B.; GERSHENGORN, H. B.; DUFFY, J. F. & KRONAUER, R. E. 2002. Comparisons of the variability of three markers of the human human circadian pacemaker. *J Biol Rhythms.* 17:181-193.
- 26 LEVA, P. E.; SOSA, J.L.; BOGGERO, C.; ZORATTI, O.; FERNANDEZ, G. & GARCÍA, M.S. 2011. Tasa de crecimiento de di-

- ferentes categorías de corderos en la región central santafesina. CD. XXII reunión de ALPA, Montevideo, Uruguay. 24-26 de octubre.
- 27 MADER, T.L.; DAVIS, M.S. & GAUGHAN J.B. 2007. Effect of sprinkling on feedlot microclimate and cattle behavior. *Int. J. Biometeorol.* 51: 541-551.
- 28 MARTIN, P. & BATESON, P. 1991. La medición del comportamiento. Alianza Universidad. Versión española de Fernando Colmenares, 1ª edición. Ed. Alianza. Madrid - España. Pp: 215.
- 29 MENDOZA, R. P. 1982. Reproductive behavior and physiological responses of Borrego tabasco with or without shade. Thesis. F.M.V.Z. Universidad Veracruzana, Mexico.
- 30 MOHR, E. & KRZYWANEK, H. 1990. Variations of core-temperature rhythms in unrestrained sheep. *Physiol Behav* 48:467-473.
- 31 NELSON, W.; Y. LIANGTONG; LEE JUNG-KUEN & HALBERG, F. 1979. Methods for cosinor rhythmometry, *Chronobiologia* 6: 305-323.
- 32 NRC. 1981. Effect of Environment on Nutrient Requirements of Domestic Animals. National Academy Press, Washington, DC.
- 33 PICCIONE G; GIANNETTO, C.; CASELLA, S. & CAOLA, G. 2008. Circadian activity rhythm in sheep and goats housed in stable conditions. *Folia biol. (Kraków)* 56: 133-137.
- 34 SAUERER, G. 1986. Comparative studies on the behavior of merino land sheep in year round stabling and pasture rearing. *Bayrisches Landwirtschaftliches Jahrbuch:* 899-928
- 35 SEVI, A.; ANNICCHIARICO, G.; ALBENZIO, M; TAIBI, L.; MUSCIO, A. & DELL'AQUILA, S. 2001. Effects of Solar Radiation and Feeding Time on Behavior, Immune Response and Production of Lactating Ewes Under High Ambient Temperature. *J. Dairy Sci.* 84:629-640.
- 36 SHAPIRO, S. S. & WILK, M. 1965. An analysis of variance test for normality. *Biometrika* 52:591-601.
- 37 SHREFFLER, C. & HOHENBOKEN, W. 1980. Circadian behaviour, including thermoregulatory activities, in feedlot lambs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 6:241-246.
- 38 SILANIKOVE, N. 2000. Effects of stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. *Livestock Production Science* 67:1-18.
- 39 STANIER, M.W; MOUNT, L.E. & BLIGH, J. 1984. Energy balance and temperature regulation. Cambridge University Press, Cambridge: 624 p.
- 40 STEPHENS, D. B. 1980. Stress and its measurement in domestic animals: A review of behavioral and physiological studies under field and laboratory situations. *Adv. Vet. Sci. Comp. Med.* 24:179.
- 41 THOM, E.C. 1959. The discomfort index. *Weatherwise* 12: 57-59.
- 42 VALTORTA, S.E. & LEVA, P.E. 1997. Características del ambiente físico. En: Producción de leche en verano. Ediciones UNL, Santa Fe 9-20.
- 43 VICKERS, K.J; NIEL L.; HIEHLBAUCH, L. M. & WEARY, D. M. 2005. Calf response to caustic paste and hot-iron dehorning using sedation with and without local anesthetic. *J. Dairy Sci.* 88:1454-1459.
- 44 WEST, J.W. 1994. Interactions of energy and Bovine Somatotropin with heat stress. *J. Dairy Sci.* 77: 2091-2102.
- 45 WILSON, W. O. 1971. Evaluation of stressor agents in domestic animals. *J. Anim. Sci* 32:578.
- 46 YOUSEF, M. K. 1987. Principles of Bioclimatology I n Bioclimatology and the Adaptation of Livestock. H. D. Johnson. p. 17-29.

P. E. Leva *et al.*