

## **EFFECTO DEL ACCESO A SOMBRA ARTIFICIAL EN LA GANANCIA DE PESO, ESTRÉS Y CONDUCTA DE NOVILLOS PASTOREANDO SUDANGRAS DURANTE EL VERANO**

J. E. Esquivel<sup>1/</sup>, J. I. Velazco<sup>2/</sup>, P. J. Rovira<sup>2/</sup>

### **1. INTRODUCCIÓN**

El estrés térmico es uno de los principales factores que afectan los requerimientos de mantenimiento de animales en crecimiento. Existe una zona térmica neutral entre los 5 y 22° C donde las ganancias diarias de peso vivo de terneros y novillos no resultan afectadas por la temperatura (Josifovich, 1995). Por encima de dicho valor el consumo de alimentos y, por lo tanto la respuesta animal, puede comenzar a disminuir según cual sea la sensación térmica, concepto que además de la temperatura ambiente, incluye las precipitaciones, radiación, velocidad del viento y humedad (Gayo, 1998). Alta temperatura, elevada radiación solar, baja velocidad del viento y alta humedad relativa durante los meses del verano ocasionan un aumento de la producción de calor de los rumiantes. Para disipar dicho calor producido y mantener estable la temperatura corporal los animales presentan la evaporación (transpiración e incremento de la tasa respiratoria) como el principal mecanismo de pérdida de calor durante el verano (Blackshaw y Blackshaw, 1994; Collier y Beede, 1985) citados por Rovira 2002.

Si bien Uruguay se encuentra en una Región de clima templado, el verano puede resultar en condiciones de estrés calórico para el animal en el período estival. Una de las herramientas para evitar el riesgo de estrés calórico durante el verano es la disponibilidad de sombra en los potreros de pastoreo, ya sea natural (montes) o artificial (mallas). Rovira (2002) encontró que novillos en terminación pastoreando sudangras durante el verano con acceso a sombra artificial registraron una ganancia diaria de peso 13% superior que novillos pastoreando el mismo

verdeo pero sin acceso a sombra. Simeone y Berreta (2005) reportaron que el encierro diurno de animales en una zona de confort térmico con sombra y agua durante las horas de más calor (10.00-16.00 horas) determinó una mayor ganancia diaria de peso de los animales en comparación con aquellos de pastoreo libre.

El presente trabajo tuvo como objetivo cuantificar el efecto de la disponibilidad de sombra artificial en el comportamiento productivo, estrés y conducta de novillos pastoreando sudangras.

### **2. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **2.1. Descripción del experimento**

El ensayo se desarrolló entre el 4 de enero y el 12 de marzo del 2007 (68 días) en una superficie de 6 has dentro del área de rotaciones de la Unidad Experimental Palo a Pique (UEPP) de la Estación Experimental del Este, INIA Treinta y Tres (latitud 33° 54' Sur, longitud 54° 38' Oeste), sobre suelos de la unidad de Alférez. La preparación del mismo para la posterior siembra del verdeo comenzó el 26 de setiembre con la aplicación de 5 litros/ha de Glifosato sobre un verdeo de invierno (Raigrás). Previo a la siembra se aplicaron 200cc de Banbel más 600cc de 2-4-D por hectárea para control de malezas de hoja ancha.

El cultivo utilizado fue Sudangras cv. INIA Surubí sembrado con maquinaria de siembra directa entre el 15 y 16 de noviembre del 2006 con una densidad por hectárea de 18 kg de semilla y 130 kg de fertilizante (9-39-15)

Se utilizaron 42 animales sobreaño cruza Hereford\*Aberdeen Angus nacidos en la primavera de 2005 (Peso inicial ± desvío

<sup>1/</sup> Estudiante de Tesis, Facultad de Agronomía

<sup>2/</sup> INIA Treinta y Tres

estándar:  $278 \pm 26$  kg) los cuáles se asignaron al azar en 3 tratamientos: **(1) animales sin acceso a sombra, (2) animales con acceso diario a sombra entre la hora 11:00 y 16:00 horas, y (3) animales con libre acceso a la sombra en el pastoreo.** Cada tratamiento tuvo una superficie total de 2 ha y una dotación de 7 novillos/ha (14 novillos por tratamiento). El sistema de pastoreo fue rotativo en 3 parcelas dentro de cada tratamiento con cambios del pastoreo en función del remanente y el disponible de cada parcela. Se realizaron dos ciclos de pastoreo, entre el 04/01/07-08/02/07 (36 días) y entre el 09/02/07-12/03/07 (32 días), correspondiendo al pastoreo del primer crecimiento del verdeo y al pastoreo del rebrote, respectivamente.

En los tratamientos 2 y 3 la sombra estaba constituida por un área de  $50 \text{ m}^2$  ( $3.5 \text{ m}^2$  por animal) en donde se había instalado una malla artificial (sombrite) de 80% de intersección de la luz solar a 4 m del suelo. Los animales del tratamiento 2 se retiraban diariamente de la parcela entre las 11.00 y 16.00 horas hacia un área de 0.2 ha con disponibilidad de agua y sombra, pero sin acceso a pastoreo. Los animales de los tratamientos 1 y 3 tenían agua disponible en el pastoreo. Excluyendo el área de sombra y agua, el área efectiva de pastoreo fue de 1,8 ha por tratamiento (7,8 novillos/ha).

## 2.2. Registros

### 2.2.1. Clima

Se registró diariamente la temperatura ambiente y la humedad relativa a intervalos de 1 hora durante las 24 horas a través de 2 sensores de uso externo, uno ubicados al sol y otro debajo de la sombra. En base a las lecturas se calculó un Índice de Temperatura y Humedad (ITH) descrito por Wiersama (2005) y utilizado como indicador de estrés térmico en ganado lechero (Cuadro 1). La fórmula de cálculo fue:

$$\text{ITH} = (0.8 * T) + (\text{HR}/100) * (T-14.4) + 46.4$$

Adicionalmente se tomaron registros de precipitaciones (pluviómetro UEPP) y se evaluó subjetivamente el porcentaje de

nubosidad en 3 momentos del día utilizando un rango de 0% (cielo totalmente despejado) a 100% (cielo totalmente nublado).

Cuadro 1. Escala utilizada para cuantificar el estrés calórico en los animales según el Índice de Temperatura y Humedad (ITH)

ITH	Estrés
< 72	Nulo
72-78	Medio
79-89	Severo
90-98	Muy severo
> 98	Riesgo de muerte

### 2.2.2. Características del verdeo

En el verdeo se tomaron muestras para cuantificar el forraje disponible (kg/ha MS), relación hoja/tallo y altura del tapiz (cm.) a la entrada y salida del pastoreo en cada parcela. Por ciclo de pastoreo se tomó una muestra de lo que realmente desaparecía de la pastura para cuantificar el valor nutritivo de la dieta del animal a través de la cuantificación de la Digestibilidad de la Materia Orgánica (DMO), Proteína Cruda (PC), Fibra Detergente Acida (FDA), Fibra Detergente Neutro (FDN) y Cenizas (C).

### 2.2.3. Producción animal

Durante el periodo experimental se realizaron 5 pesadas de los animales (cada 21 días promedio). Para el cálculo de la ganancia diaria de peso promedio de los animales se ajustó por periodos entre pesadas (temprano en la mañana sin ayuno previo) con el siguiente modelo:  $y = a + b(x)$ , donde  $y$  = peso vivo;  $a$  = constante,  $b$  = ganancia diaria;  $x$  = días entre pesadas.

Semanalmente se registró visualmente la frecuencia respiratoria (respiraciones por minuto) de cuatro animales al azar por tratamiento en 5 momentos del día: 10.00, 12.00, 14.00, 16.00, y 18.00 horas. Adicionalmente, se observó el grado de jadeo (Cuadro 2) y el grado de amontonamiento (donde se tomó como grupo de amontonamiento 3 o más animales que se encuentran a menos de un metro y medio de la línea media de cada uno) del 100% de los animales a las 10:00, 12:00, 14:00, 16:00, y 18:00 horas.

Cuadro 2. Escala utilizada para cuantificar el grado de jadeo de los animales.

Grado	Descripción
1	Sin jadeo
2	Jadeo leve, boca cerrada, sin babeo o espuma
3	Jadeo rápido, babeo o espuma presente
4	Idem a 3, boca abierta
5	Idem a 4, nuca extendida, cabeza hacia arriba
6	Idem a 5, lengua hacia afuera
7	Jadeo rápido, babeo o espuma presente, boca abierta, nuca extendida, cabeza hacia abajo, lengua totalmente afuera

Adaptado de: Meat and Livestock Australia (2005).

Cada 14 días se realizó la observación de la conducta del 100% de los animales durante las horas luz (06:30 – 20:30 horas) a intervalos de 15 minutos. Se identificaron las conductas de pastoreo, caminata, bebida, echados al sol o sombra, y parados al sol o sombra.

En un día se estimó el consumo de agua de los animales sin acceso a sombra (Tratamiento 1) y de los animales con libre acceso a sombra (Tratamiento 3) entre las 10:00 y 17:00 horas. Para dicho cálculo se estimó la cantidad de agua desaparecida en los bebederos y se consideró la evaporación diaria.

Semanalmente se recolectaron muestras fecales de 3 animales sin acceso a sombra y de 3 animales con acceso a sombra en la mañana (08:00 horas) y en la tarde (14:00 horas). Las muestras eran inmediatamente enviadas al Sector de Microbiología del

Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU) para la cuantificación de *Escherichia coli* genérica (Técnica de Número Más Probable) y el aislamiento de *Escherichia coli* 0157:H7 (Técnica de Reacción en Cadena de la Polimerasa).

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Clima

Los registros pluviométricos durante el periodo experimental totalizaron 304 mm, siendo dicho valor similar al registrado en la Región en la serie histórica 1973-2007 (Figura 1). Sin embargo, la distribución de las precipitaciones fue diferente. La mayor diferencia se registró en el mes de enero, con escasas precipitaciones en el 2006-2007 (13 mm) comparado con el periodo 1973-2007 (116 mm).

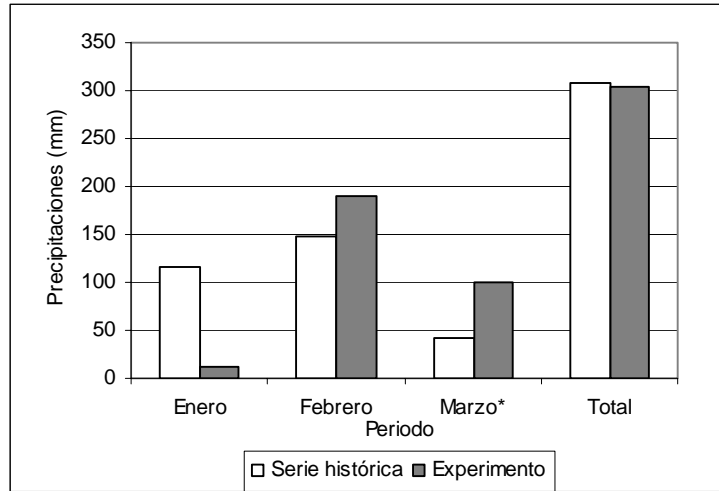


Figura 1. Precipitaciones durante el desarrollo del trabajo experimental (Pluviómetro UEPP) y serie histórica 1973-2007 (Pluviómetro Estación Meteorológica de la Unidad Experimental Paso de la Laguna). \* Serie histórica ajustada a primeros 12 días de marzo.

Tomando como referencia los datos de la Estación Meteorológica de la Unidad Experimental Paso de la Laguna, las temperaturas medias y máximas medias en los meses de enero, febrero y marzo de 2007 fueron levemente superiores a las de la serie histórica 1973-2007 (Figura 2). Durante el periodo experimental la temperatura media y la temperatura máxima media fueron en

promedio 1,0°C y 2,6°C superiores, respectivamente, comparado con las temperaturas de la serie histórica. Desde el punto de vista del estrés calórico del animal, la temperatura corporal del animal está más relacionada con la temperatura ambiental media que con la temperatura ambiental máxima media (Kabuga and Sarpong, 1991; citados por West, 1999).

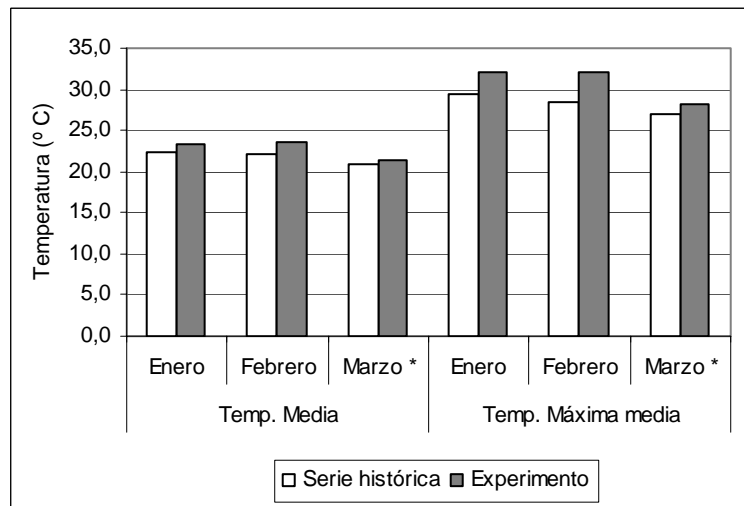


Figura 2. Temperatura media y máxima media durante el desarrollo del trabajo experimental (Sensor UEPP) y serie histórica 1973-2007 (Estación Meteorológica de la Unidad Experimental Paso de la Laguna). \* Serie histórica ajustada a primeros 12 días de marzo.

En el cuadro 3 se presentan los registros de temperatura ambiental, humedad relativa, nubosidad e Índice de Temperatura-

Humedad (ITH) por ciclo de pastoreo y promedio durante el trabajo experimental. Los datos de temperatura y humedad

corresponden al sensor ubicado al sol debido a que no hubo diferencias con respecto al sensor ubicado debajo de la sombra. Los sensores utilizados miden la temperatura del aire, y está demostrado que la sombra afecta el balance de radiación del animal pero no

afecta la temperatura del aire o la humedad ambiental (Mader et al. 1999), por lo tanto es lógico que no hayan existido diferencias en los registros entre sensores ubicados al sol o debajo de la sombra.

Cuadro 3. Registros de temperatura ambiental y humedad relativa del sensor ubicado al sol, nubosidad y cálculo del Índice de Temperatura-Humedad.

	1º Pastoreo (04/01-08/02)	2º Pastoreo (09/2-12/03)	Promedio (04/01-12/03)
<b>Temperatura, °C</b>			
Media	23,6	22,1	23,0
Máxima media	32,6	29,5	31,4
<b>Humedad Relativa, %</b>			
Media	70	83	78
Máxima media	98	100	99
<b>Nubosidad, %</b>			
Media	50	66	58
<b>Índice Temperatura-Humedad</b>			
Medio	71	70	72
Máximo medio	79	78	79

En ambos períodos de pastoreos las temperaturas medias se encuentran por encima de la zona de confort térmico (5-22°C) reportada por Josifovich (1995), lo que en conjunto con la alta humedad relativa inciden en la severidad del estrés calórico sufrido por los animales. Según la escala de ITH y zonas de confort (ver Materiales y Métodos), el promedio de ITH en los dos ciclos de pastoreo indica que no existió estrés animal, mientras que para el valor de ITH máximo medio dicha escala estaría indicando un estrés medio sufrido por los animales de los tres tratamientos. El cuadro 4 cuantifica el tiempo, en horas y porcentaje,

que los animales estuvieron sometidos a los distintos niveles de estrés por ciclo de pastoreo de acuerdo a la escala utilizada. Durante el primer ciclo de pastoreo las condiciones ambientales determinaron un mayor porcentaje del tiempo con estrés calórico medio en el animal comparado con las condiciones ambientales del segundo periodo de pastoreo. Sin embargo, el ITH debe ser tomado con precaución para evaluar el riesgo potencial de estrés calórico ya que no considera la velocidad del viento ni la radiación solar, variables que pueden agravar o aliviar la magnitud del estrés calórico (Davis and Mader, 2003).

Cuadro 4. Tiempo (en horas y porcentaje) que los animales estuvieron sometidos a distintos niveles de estrés calórico según ciclo de pastoreo y total.

ITH	Estrés	Primer pastoreo		Segundo pastoreo		Promedio	
		Horas	%	Horas	%	Horas	%
< 72	Nulo	422	50	461	60	883	54
72-78	Medio	317	37	211	27	489	30
79-89	Severo	115	13	97	13	250	16
90-98	Muy severo	1	0	0	0	1	0
> 98	Riesgo de muerte	0	0	0	0	0	0

### 3.2. Características del verdeo

En términos generales, el sudangras demostró tener una gran capacidad de adaptación al medio demostrando una buena

resistencia al déficit hídrico registrado durante el primer ciclo de pastoreo. El inicio del primer pastoreo se retrasó sensiblemente por problemas operativos, lo que determinó

un excesivo crecimiento inicial y afectó el manejo posterior del verdeo.

No se encontraron diferencias significativas en las características del verdeo (disponibilidad total y de hojas, altura) durante el primer ciclo de pastoreo ( $P>0.05$ ) (Cuadro 5). El verdeo registró un forraje disponible inicial acumulado de 6266 kg/ha MS, una altura de 163 cm. y una relación hoja /tallo de 31/69 durante el primer ciclo de pastoreo en promedio para los tres tratamientos. El porcentaje de utilización del

forraje total fue menor en el tratamiento donde los animales no tenían acceso a sombra comparado con los tratamientos con acceso a sombra (36 y 51%, respectivamente). El consumo que mayoritariamente realizaron los animales correspondió a la fracción hoja de acuerdo a los porcentajes de utilización del forraje total y del forraje aportado por la hoja (46% y 89%, respectivamente, en promedio para los tres tratamientos).

Cuadro 5. Características del verdeo durante el primer ciclo de pastoreo (04/01/07-08/02/07)

	Sin sombra	Sombra restringida	Libre acceso a sombra	Probabilidad*
<b>Disponible inicial</b>				
Forraje total, kg/ha MS	6084	6250	6464	ns
Forraje de hoja, kg/ha MS	1820	1948	2136	ns
Altura, cm.	165	160	164	ns
<b>Rechazo</b>				
Forraje total, kg/ha MS	3911	3046	3072	ns
Forraje de hoja, kg/ha MS	333	160	152	ns
Altura, cm.	95	86	82	ns
<b>Utilización, %</b>				
Forraje total	36	51	52	
Forraje hoja	82	92	93	

\*  $P>0.05$ , ns: diferencias estadísticamente no significativas

No se encontraron diferencias significativas en las características del verdeo (disponibilidad total y de hojas, altura) durante el segundo ciclo de pastoreo ( $P>0.05$ ) (Cuadro 6). Comparado con el primer ciclo de pastoreo, el forraje del segundo ciclo de pastoreo (rebrote) presentó una menor disponibilidad total (6266 y 4499 kg/ha MS, respectivamente), un menor

aporte de la fracción hoja en el forraje total (31 y 19%, respectivamente) y una menor altura del verdeo (163 y 109 cm., respectivamente). Al igual que en el primer ciclo de pastoreo, el porcentaje de utilización del forraje total fue menor en el tratamiento donde los animales no tenían acceso a sombra.

Cuadro 6. Características del verdeo durante el segundo ciclo de pastoreo (09/02/07-12/03/07)

	Sin sombra	Sombra restringida	Libre acceso a sombra	Probabilidad*
<b>Disponible inicial</b>				
Forraje total, kg/ha MS	4309	4706	4481	ns
Forraje de hoja, kg/ha MS	755	941	961	ns
Altura, cm.	113	108	105	ns
<b>Rechazo</b>				
Forraje total, kg/ha MS	2368	1801	2007	ns
Forraje de hoja, kg/ha MS	30	30	43	ns
Altura, cm.	73	67	77	ns
<b>Utilización, %</b>				
Forraje total	45	62	55	
Forraje hoja	96	97	95	

\*  $P>0.05$ , ns: diferencias estadísticamente no significativas

El valor nutritivo del forraje ofrecido al animal fue similar en ambos ciclos de pastoreo (Cuadro 7). El retraso en el inicio del primer pastoreo determinó un excesivo crecimiento

de las plantas que perjudicó la calidad del forraje ofrecido al animal durante el primer ciclo de pastoreo.

Cuadro 7. Valor nutritivo del forraje ofrecido al animal según ciclo de pastoreo

Momento de muestreo	Valor nutritivo (%)				
	Digestibilidad Materia Orgánica	Proteína Cruda	Fibra Detergente Acida	Fibra Detergente Neutra	Cenizas
Primer ciclo de pastoreo	59,2	7,8	46,6	70,4	8,2
Segundo ciclo de pastoreo	59,4	7,5	42,0	66,5	7,7

El valor nutritivo del forraje consumido resultó bajo en digestibilidad y proteína y alto en fibra debido principalmente a la altura y estado fisiológico del verdeo al momento del muestreo. La digestibilidad de la materia orgánica y el contenido de proteína cruda disminuyen a medida que la altura del forraje aumenta y/o el ciclo del cultivo avanza, tanto en sudangras como en sorgo (Carámbula, 1977; Wedin, 1970 citado por Carámbula 2007).

### 3.3. Producción animal

En términos generales, los animales registraron altas ganancias de peso durante el primer ciclo de pastoreo, y ganancias de peso medias a bajas durante el segundo ciclo de pastoreo (Cuadro 8). La ganancia de peso estuvo asociada a las características del verdeo. Durante el segundo ciclo de pastoreo tanto la disponibilidad total de forraje como el aporte de las hojas en el forraje total fue menor comparado con el primer ciclo de pastoreo. Una mayor relación hoja/tallo en sorgo forrajero o sudangrass generalmente implica una mayor digestibilidad del forraje ofrecido y por lo tanto una mayor ganancia diaria de peso del ganado en pastoreo (Vasconcelos et al. 2003).

Los animales de los tratamientos con sombra restringida y con libre acceso a sombra obtuvieron ganancias diarias de peso 28% mayores que los animales sin acceso a sombra durante el primer ciclo de pastoreo ( $P < 0.05$ ). Sin embargo, durante el segundo ciclo de pastoreo no se registraron diferencias significativas en ganancia de peso entre los tratamientos ( $P > 0.05$ ), determinando que tampoco hubiera

diferencias en la ganancia diaria de peso promedio durante todo el periodo experimental ( $P > 0.05$ ). La menor ganancia de peso de los animales del tratamiento sin acceso a sombra durante el primer ciclo de pastoreo puede estar explicada por razones forrajeras y/o climáticas.

En primer lugar, desde el punto de vista forrajero, los animales sin acceso a sombra registraron una utilización menor del forraje disponible durante el primer pastoreo (ver cuadro 5), lo que puede ser indicador de un menor consumo de forraje. El menor consumo estimado de los animales sin acceso a sombra es una estrategia de prevención ante condiciones de estrés calórico (Coppock, 1985). La ingestión y digestión del forraje ocasiona un incremento del calor metabólico producido por el animal, que junto al calor de origen ambiental, son los responsables del incremento de temperatura corporal del animal. En condiciones de estrés calórico un menor consumo de forrajes implica que el animal genera menos calor metabólico.

En segundo lugar, desde el punto de vista climático, los animales estuvieron expuestos a mayor estrés calórico durante el primer ciclo de pastoreo de acuerdo al Índice de Temperatura y Humedad comparado con el segundo ciclo de pastoreo (Cuadro 4). Bajo dichas condiciones ambientales en el primer ciclo de pastoreo, los animales sin acceso a sombra fueron los más perjudicados al no disponer de sombra para disminuir el efecto de la radiación. Por lo tanto, los animales sin acceso a sombra registraron menor ganancia de peso durante el primer ciclo de pastoreo con respecto a los animales que tenían

acceso a sombra (libre o restringida) al presentar mayores requerimientos de mantenimiento para mantener la temperatura corporal estable ante un balance calórico más desfavorable por la mayor radiación.

Adicionalmente, la diferencia significativa en ganancia de peso entre novillos con y sin acceso a sombra durante el primer ciclo de pastoreo, y no durante el segundo ciclo de pastoreo, pudo ser debida a las diferentes tasas promedio de ganancia de peso entre ciclos de pastoreos (0,831 y 0,226 kg/a/día,

primer y segundo pastoreo, respectivamente). Es probable que el incremento en ganancia de peso debido a la inclusión de sombra en el pastoreo tenga más impacto cuando los animales tienen un alto nivel nutricional (altas ganancias de peso durante el primer pastoreo) que cuando los animales tienen un bajo nivel nutricional (bajas ganancias de peso durante el segundo pastoreo), en donde el factor limitante pasa a ser la nutrición y no las condiciones climáticas.

Cuadro 8. Ganancia de peso y producción de peso vivo/ha por tratamiento.

	Sin sombra	Sombra restringida	Libre acceso a sombra
<b>Peso vivo, kg</b>			
Inicial	277 <sup>a</sup>	278 <sup>a</sup>	279 <sup>a</sup>
Final	312 <sup>a</sup>	312 <sup>a</sup>	317 <sup>a</sup>
<b>Ganancia de peso, kg/a/día</b>			
Primer pastoreo	0,698 <sup>a</sup>	0,884 <sup>b</sup>	0,910 <sup>b</sup>
Segundo pastoreo	0,353 <sup>a</sup>	0,083 <sup>a</sup>	0,241 <sup>a</sup>
Promedio	0,473 <sup>a</sup>	0,511 <sup>a</sup>	0,541 <sup>a</sup>
<b>Producción de peso vivo, kg/ha</b>			
Primer pastoreo	187	241	241
Segundo pastoreo	85	23	55
Total	272	264	296

Valores con una misma letra en la misma fila no difieren significativamente ( $P > 0.05$ ).

### 3.4. Indicadores de estrés

#### a) Tasa respiratoria

El ganado que no tuvo disponibilidad de sombra registró 12 respiraciones más por minuto ( $P < 0.05$ ) que el promedio del ganado que tuvo acceso a sombra libre o restringida (69 y 57 respiraciones/minuto, respectivamente) (Cuadro 9). El incremento de la tasa respiratoria es uno de los mecanismos que posee el ganado para incrementar la disipación del calor en condiciones de riesgo de estrés calórico y de esa manera mantener la temperatura corporal (Beatty et al. 2006). Gaughan et al. (2004) encontraron que vaquillonas Angus expuestas al sol presentaron una mayor tasa respiratoria y una menor temperatura rectal que vaquillonas con acceso a sombra durante las horas más calurosas del día.

Excepto a las 10:00 horas, en el resto de los momentos del día en que se registró la respiración el ganado sin acceso a sombra tuvo una tasa respiratoria significativamente

mayor que el ganado con algún grado de acceso a sombra. Las condiciones ambientales más frescas a las 10:00 h determinaron que no hubieran diferencias significativas en la tasa respiratoria entre tratamientos. Adicionalmente, las condiciones climáticas nocturnas probablemente permitieron que, incluso el ganado con mayor acumulación de calor durante el día (animales sin acceso a sombra), disipara el exceso de calor durante la noche y de esa manera no hubo diferencias significativas en la tasa respiratoria entre tratamientos temprano a la mañana (10:00 horas). Las condiciones ambientales nocturnas, principalmente el valor de ITH y la velocidad del viento, son de fundamental importancia para aliviar el incremento calórico en el animal generado durante el día (Mader et al. 2006).

Entre los tratamientos con sombra, los animales con libre acceso a sombra registraron una mayor tasa respiratoria a las 14:00 horas que los animales con acceso a sombra restringida ( $P < 0.05$ ). Esto fue debido



a que los animales con sombra restringida, no tenían acceso al pastoreo desde las 11:00 horas, siendo el pastoreo una de las principales razones del incremento calórico del animal que luego produce una mayor tasa respiratoria como mecanismo de disipación del calor. En cambio, los animales

con libre acceso a sombra, probablemente realizaron alguna actividad corta de pastoreo entorno al mediodía, lo que provocó un incremento del calor metabólico producido y, por lo tanto, una mayor tasa respiratoria a las 14:00 horas.

Cuadro 9. Promedio de respiración (respiraciones/minuto) por hora y por tratamiento

Hora	Sin sombra	Sombra restringida	Libre acceso a sombra
10:00	55 <sup>a</sup>	52 <sup>a</sup>	54 <sup>a</sup>
12:00	72 <sup>a</sup>	56 <sup>b</sup>	56 <sup>b</sup>
14:00	71 <sup>a</sup>	59 <sup>b</sup>	64 <sup>c</sup>
16:00	77 <sup>a</sup>	57 <sup>b</sup>	60 <sup>b</sup>
18:00	68 <sup>a</sup>	54 <sup>b</sup>	56 <sup>b</sup>
<b>Promedio</b>	<b>69<sup>a</sup></b>	<b>56<sup>b</sup></b>	<b>58<sup>b</sup></b>

Valores con una misma letra en la misma fila no difieren significativamente ( $P>0.05$ ).

Existió una interacción significativa entre el efecto de la sombra y la hora del día ( $P<0.05$ ). Animales sin acceso a sombra registraron la máxima tasa respiratoria a las 16:00 horas. En cambio, animales con sombra restringida o con libre acceso a la sombra, registraron la mayor tasa respiratoria a las 14:00 horas.

Adicionalmente, existió una interacción significativa entre el efecto de la sombra y el día de evaluación ( $P<0.05$ ). En dos días de evaluación, 21/02/07 y 01/03/07, no hubo diferencias significativas en la variable respiración entre tratamientos (Cuadro 10).

Por el contrario, las mayores diferencias entre tratamientos se registraron los días 11/01/07 y 03/02/07, los cuáles correspondieron a los días con mayor temperatura promedio entre las 10:00 y 18:00 horas (31.1° C y 35.8° C, respectivamente). Sin embargo la variable climática que más se relacionó con la respiración fue el Índice de Temperatura y Humedad (Figura 3). Cada incremento unitario del ITH, significó un incremento de 3 respiraciones por minuto entre las 10:00 y 18:00 horas. En dicho periodo, el promedio de ITH explicó un 55% de la variación en la respiración.

Cuadro 10. Promedio de respiración por minuto por día y por tratamiento

Fecha	Sin sombra	Sombra restringida	Libre acceso a sombra
11/01	95 <sup>a</sup>	67 <sup>b</sup>	78 <sup>c</sup>
18/01	64 <sup>a</sup>	59 <sup>b</sup>	58 <sup>b</sup>
22/01	52 <sup>a</sup>	48 <sup>b</sup>	47 <sup>b</sup>
03/02	94 <sup>a</sup>	61 <sup>b</sup>	55 <sup>c</sup>
06/02	50 <sup>a</sup>	41 <sup>b</sup>	45 <sup>b</sup>
15/02	66 <sup>a</sup>	49 <sup>b</sup>	58 <sup>b</sup>
21/02	49 <sup>a</sup>	47 <sup>a</sup>	46 <sup>a</sup>
01/03	69 <sup>a</sup>	67 <sup>a</sup>	71 <sup>a</sup>
06/03	81 <sup>a</sup>	62 <sup>b</sup>	64 <sup>b</sup>

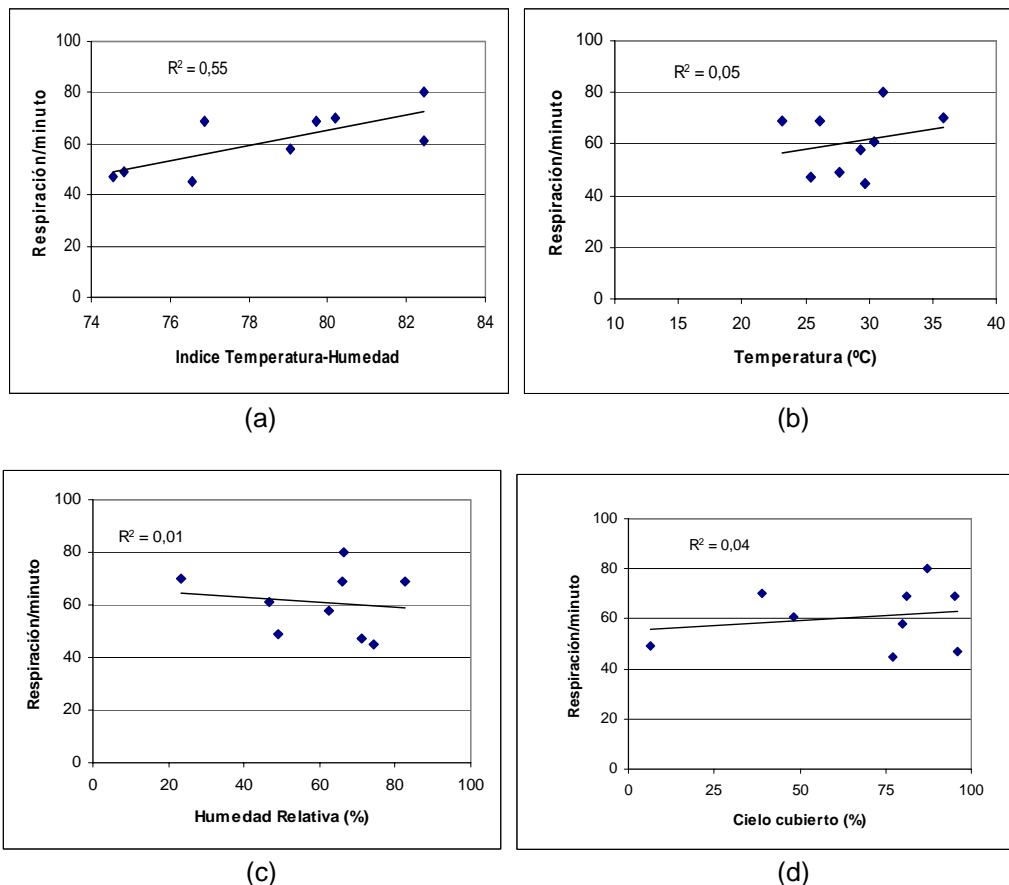


Figura 3. Relación entre la respiración y (a) el índice de temperatura-humedad, (b) la temperatura ambiente, (c) la humedad relativa, y (d) el porcentaje de nubosidad entre las 10.00 y 18.00 horas.

#### b) Amontonamiento y Jadeo

Se registraron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) en el grado de amontonamiento de animales entre tratamientos. En promedio, los animales sin acceso a sombra registraron una probabilidad 2,3 y 6,4 veces mayor de presentar síntomas de amontonamiento que los animales con sombra restringida y libre acceso a la sombra, respectivamente, entre las 10:00 y 18:00 horas. Generalmente dicho amontonamiento se produjo entorno al bebedero, con animales de nuca extendida y cabeza hacia abajo, en un intento de acceder a la sombra generada por el animal contiguo. La conducta de amontonamiento en ganado durante potenciales condiciones de estrés calórico está asociada a la necesidad de reducir la radiación solar (Martin, 2003). Sin embargo, el amontonamiento de animales puede contribuir a incrementar el riesgo de estrés calórico del animal a través de la

reducción de la circulación de aire (Mader et al. 2002).

En cada hora de observación se registraron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) en el grado de amontonamiento. Excepto a las 10:00 horas, en el resto del día los animales sin acceso a sombra registraron más observaciones de amontonamiento que los animales con acceso a sombra libre o restringida (Figura 4). A las 10:00 horas los animales del tratamiento con sombra restringida registraron una mayor conducta de amontonamiento debido a que se encontraban esperando que se les permitiera acceder a la zona de agua y sombra a partir de las 11:00 horas. Por lo tanto, la utilidad del índice de amontonamiento como indicador de estrés calórico en el animal debe ser tomado con precaución y evaluado en cada observación.

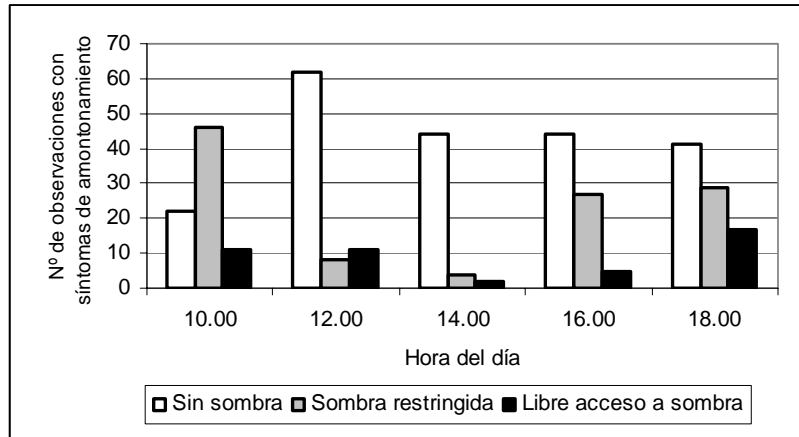


Figura 4. Observaciones de animales con síntoma de amoniamiento por hora durante el periodo de evaluación.

Al igual que para amoniamiento, en las observaciones de jadeo también se registraron diferencias significativas entre tratamientos ( $P < 0.05$ ). En general, el ganado con síntomas de jadeo tiende a amontonarse (Mader et al. 2002). Los animales del tratamiento sin acceso a sombra registraron una probabilidad 6,3 y 14,6 veces mayor de presentar síntomas de jadeo entre las 10.00 y 18.00 horas que los tratamientos de libre acceso y sombra restringida, respectivamente. Concretamente, los animales sin acceso a sombra registraron mayores observaciones de jadeo a las 12.00,

16:00 y 18:00 horas ( $P < 0.05$ ) (Figura 5). Sin embargo, a las 14.00 horas se registró la mayor temperatura ambiental ( $31.0^{\circ}\text{C}$ ) en los días de evaluación comparado con las 10.00 ( $26.8^{\circ}\text{C}$ ), 12.00 ( $30.1^{\circ}\text{C}$ ), 16.00 ( $29.8^{\circ}\text{C}$ ) y 18.00 horas ( $26.2^{\circ}\text{C}$ ). Mader et al. (2006) obtuvieron el máximo de observaciones de jadeo en novillos 2 horas después del máximo de temperatura ambiental, indicando que dicho desfase en el tiempo se corresponde al momento en que las ganancias de calor (ambiental y metabólico) exceden a la pérdida de calor a través de los mecanismos normales de disipación.

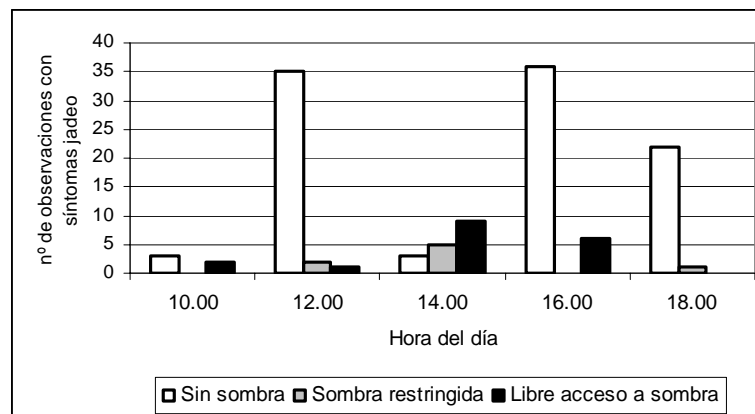


Figura 5. Observaciones de animales con síntomas de jadeo por hora durante el periodo de evaluación.

Dentro del tratamiento sin acceso a sombra, el 91% de las observaciones de jadeo correspondieron al Grado 2 (jadeo leve) de acuerdo a la escala utilizada (ver Cuadro 2). El restante 9% de las observaciones

correspondió a los Grados 3 y 4, en dónde aparecen síntomas más evidentes de jadeo, como la presencia de babeo o espuma con la boca abierta del animal. En el caso de los tratamientos con sombra restringida y libre

acceso a la sombra, el 100% de las observaciones de jadeo en los animales correspondieron al Grado 2. Esto indicaría que si bien se registran síntomas de jadeo en animales en pastoreo bajo nuestras condiciones climáticas, los mismos son síntomas leves y, generalmente, de corta duración.

### c) Cuantificación de *Escherichia coli* genérica

La cuantificación de *Escherichia coli* genérica en heces ha sido propuesto como un método no-invasivo para determinar el estrés en los animales (Dowd et al. 2006). Animales más estresados tienden a excretar más *Escherichia coli* genérica en heces. El ITH a las 08:00 y 14:00 horas, durante los días de muestreo de heces, correspondió a 59 y 75, respectivamente. Esto indica que los novillos registraron estrés calórico moderado durante la recolección de heces en la tarde, de acuerdo a la escala utilizada. Sin embargo,

tanto la disponibilidad de sombra ( $P=0,27$ ) como la hora de muestreo ( $P=0,34$ ) no afectaron significativamente la excreción de *Escherichia coli* genérica en heces (4,76 log Unidades Formadoras de Colonias, UFC/g).

Los animales con disponibilidad de sombra tendieron ( $P = 0,058$ ) a excretar más *Escherichia coli* genérica en el muestreo de la tarde (Figura 6). Es probable que el amontonamiento de los animales debajo de la sombra durante las horas más calurosas en la tarde, así como el estrés social, hayan significado una mayor excreción de *Escherichia coli* en el grupo con acceso a sombra durante la tarde. Desde el punto de vista práctico, esto implica que se debe prestar atención a las situaciones de exceso de barro y/o estiércol debajo de la sombra, fundamentalmente cuando el espacio por animal es reducido, ya que puede ocasionar condiciones higiénicas desfavorables para los animales.

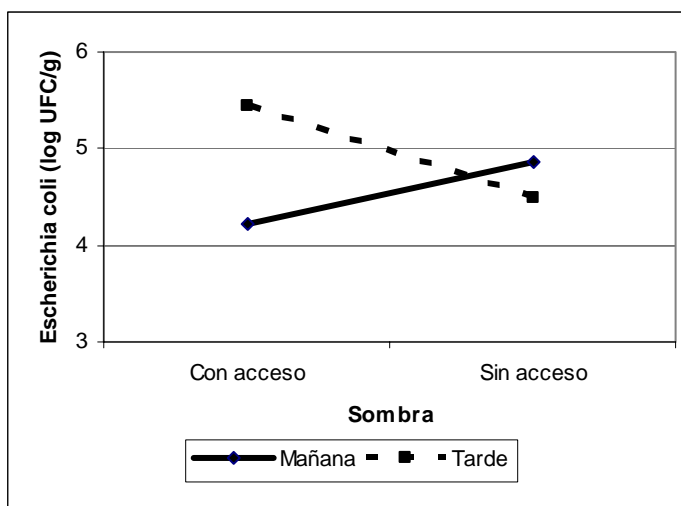


Figura 6. Interacción de los efectos de sombra y hora de muestreo en la excreción de *Escherichia coli* genérica en heces de novillos.

### 3.5. Estrés e inocuidad de los sistemas de producción

Animales sometidos a estrés son más propensos a excretar patógenos en las heces, como *Escherichia coli* O157:H7 y otros patógenos (Callaway et al. 2006; Passillé and Rushen, 2005; Fitzgerald et al. 2003; Jones et al. 2001). *Escherichia coli* O157:H7 tiene la particularidad que puede

causar daño en la salud de las personas en caso de ser ingerida. Por tal motivo se evaluó su presencia en heces asociado al estrés calórico del animal. En un total de 32 muestras analizadas, mitad provenientes de animales con acceso a sombra y mitad provenientes de animales sin acceso a sombra, no se identificó *Escherichia coli* O157:H7 en heces durante el periodo experimental.

### 3.6. Conducta animal

La sombra no afectó significativamente ( $P>0.05$ ) el tiempo de pastoreo diurno de los novillos (Cuadro 11). Sin embargo, los animales sin acceso a sombra pastorearon 62 minutos menos durante el día que los novillos con libre acceso a sombra. Dicha tendencia coincide con la menor utilización del verdeo que realizaron los animales en el tratamiento sin sombra comparado con la utilización del verdeo en el tratamiento con libre acceso a la sombra (40% y 53%, respectivamente). Los animales del

tratamiento con acceso a sombra restringida registraron un tiempo de pastoreo intermedio, lo que indica que la restricción del pastoreo (durante el tiempo que se le suministraba la sombra, 11:00 a 16:00 horas) no afectó el pastoreo diurno ya que los animales compensaron con una mayor actividad de pastoreo a la mañana y tarde. Los novillos con acceso a sombra restringida pastorearon 45 y 51 minutos más durante la mañana (06:00 – 11:00 horas) y tarde (16:00 – 20:30 horas), respectivamente, que el promedio de tiempo de pastoreo de los animales sin restricción del pastoreo (Figura 7).

Cuadro 11. Efecto de la sombra en la conducta animal (minutos) entre 06:00 y 20:30 horas

Tratamiento	Actividad						
	Pastoreo	Caminata	Bebida	Parados		Echados	
				Sol	Sombra	Sol	Sombra
Sin sombra	540 <sup>a</sup>	17 <sup>a</sup>	25 <sup>a</sup>	120 <sup>a</sup>	-	138 <sup>a</sup>	-
Sombra restringida	528 <sup>a</sup>	15 <sup>a</sup>	9 <sup>a</sup>	47 <sup>ab</sup>	43 <sup>a</sup>	112 <sup>a</sup>	87 <sup>a</sup>
Libre acceso a sombra	478 <sup>a</sup>	21 <sup>a</sup>	13 <sup>a</sup>	27 <sup>b</sup>	72 <sup>a</sup>	103 <sup>a</sup>	126 <sup>a</sup>

<sup>ab</sup> Valores con una misma letra en la misma columna no difieren significativamente ( $P>0.05$ ).

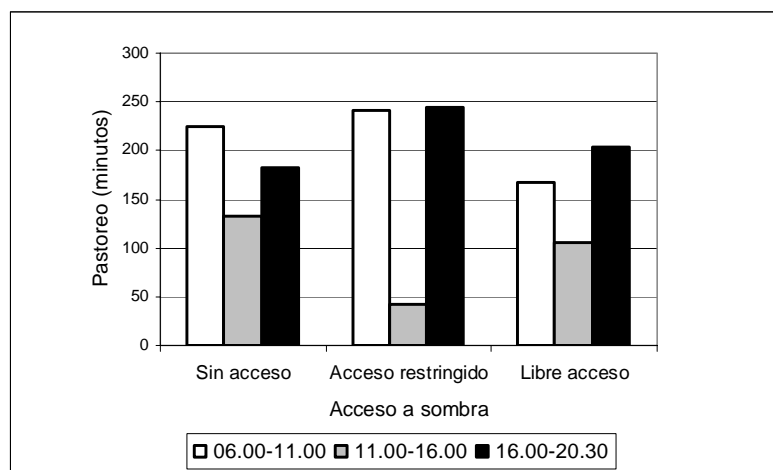


Figura 7. Tiempo de pastoreo según tratamiento y periodo del día.

Con respecto a las demás actividades, no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ( $P>0.05$ ) en el tiempo que los animales pasaban caminando, bebiendo agua y echados al sol y/o sombra (Cuadro 11). No se registró un excesivo tiempo de los animales sin acceso a sombra consumiendo agua. Un excesivo consumo de agua está asociado a situaciones de estrés calórico en el ganado (Mitlöhner et al. 2001). En un día en particular se estimó el consumo de agua

de los novillos sin acceso a sombra y de los novillos con libre acceso a sombra entre las 10:00 y 17:00 horas, siendo los valores de 11 y 9 litros/novillo, respectivamente.

Aunque se registraron diferencias significativas ( $P<0.05$ ) en el tiempo que los animales sin acceso a sombra pasaban parados al sol con respecto a la misma actividad en los animales con libre acceso a sombra, el tiempo total que los animales

pasaron parados al sol o sombra fue similar en ambos tratamientos (120 y 99 minutos, respectivamente). Mitlöchner et al. (2001) afirmaron que si el animal pasa un tiempo excesivo parado puede ser un indicador de estrés calórico, situación que no se encontró en el presente trabajo.

La respuesta en conducta animal ante el clima y/o la disponibilidad de sombra debe ser considerada con precaución al momento de su extrapolación, ya que la conducta animal puede variar sensiblemente en función del manejo y categoría animal, las condiciones topográficas del terreno, la ubicación del agua y de la sombra, entre otros factores (Castañeda et al. 2004). Adicionalmente, aquellas actividades de corta duración o que el animal realiza en breves momentos, como el consumo de agua, pueden ser sub o sobre estimadas bajo la metodología utilizada en el presente trabajo de observaciones cada 15 minutos.

#### 4. CONCLUSIONES

La disponibilidad de sombra mejoró significativamente el comportamiento productivo de novillos pastoreando sudangras cuando el plano nutricional fue alto y en condiciones ambientales de mayor estrés calórico.

Los animales sin acceso a sombra registraron un mayor nivel de estrés que los animales con acceso a sombra (libre y restringida) medido a través de una mayor tasa respiratoria y una mayor probabilidad de síntomas de amontonamiento y jadeo durante el día.

Los animales con libre acceso a la sombra tendieron a pastorear durante menos tiempo y a estar más tiempo descansando y/o rumiando durante las horas luz del día que los animales sin acceso a sombra.

#### 5. IMPLICANCIAS PRÁCTICAS

En esquemas invernadores, en dónde el objetivo es lograr altas tasas de ganancia de peso, la disponibilidad de sombra en el área de pastoreo durante el verano es un factor importante de manejo el cuál debe ser considerado. El beneficio se refleja no sólo

en el desempeño productivo de los animales, sino también en la reducción del estrés a través de la mejora del confort y bienestar de los animales, aspectos de creciente importancia para la diferenciación de los sistemas de producción animal.

#### AGRADECIMIENTOS

A los funcionarios de la Unidad Experimental Palo a Pique que colaboraron en la instalación y desarrollo del presente trabajo.

#### BIBLIOGRAFÍA

Beatty D.T., A. Barnes, E. Taylor, D. Pethick, M. McCarthy, and S.K. Maloney. 2006. Physiological responses of *Bos taurus* and *Bos indicus* cattle to prolonged, continuous heat and humidity. *Journal of Animal Science* 84: 972-985.

Callaway, T.R., J.L. Morrow, T.S. Edrington, K.J. Genovese, S. Dowd, J. Carroll, J.W. Dailey, R.B. Harvey, T.L. Pole, R.C. Anderson, and D.J. Nisbet. 2006. Social stress increases fecal shedding of *Salmonella* Typhimurium by early weaned piglets. *Current Issues Intestinal Microbiology* 7:65-72.

Carámbula M., 1977. Producción y manejo de pasturas sembradas. Editorial Hemisferio Sur. Reimpresión. 464 p. Montevideo

Carámbula M., 2007. Verdeos de verano. Editorial Hemisferio Sur. 226 p. Montevideo

Castañeda, C.A., J.B. Gaughan, and Y. Sakaguchi. 2004. Relationship between climatic conditions and the behaviour of feedlot cattle. *Animal Production in Australia* 25: 33-36.

Coppock C.E. 1985. Energy nutrition and metabolism of the lactating dairy cow. *Journal of Dairy Science* 68: 3403-3410.

Davis S. and T. Mader. 2003. Adjustments for wind speed and solar radiation to the temperature-humidity index. *Nebraska Beef Report*. pp. 49-51.

Dowd S., T. Callaway, and J. Morrow. 2006. Handling stress may cause increased

- shedding of *E. coli* and coliform indicator populations in pigs. *Journal of Food Protection*. In press.
- Fitzgerald, A.C., T.S. Edrington, M.L. Loofer, T.R. Callaway, K.J. Genovese, K.M. Bischoff, J.L. McReynolds, J.D. Thomas, R.C. Anderson and D.J. Nisbet. 2003. Antimicrobial susceptibility and factors affecting the shedding of *E. coli* 0157:H7 and *Salmonella* in dairy cattle. *Letters in Applied Microbiology* 37: 392-398.
- Gaughan J.B., L.A. Tait, R. Eigenberg, W.L. Bryden. 2004. Effect of shade on respiration rate and rectal temperature of Angus heifers. *Animal Production in Australia* 25: 69-72.
- Gayo J. 1998. El ambiente y la producción animal. En: Revista del Plan Agropecuario N° 78, Febrero 1998. pp. 17-20.
- Jones, P.H, J.M. Roe, and B.G. Miller. 2001. Effects of stressors on immune parameters and on the faecal shedding of enterotoxigenic *Escherichia coli* in piglets following experimental inoculation. 2001. *Research in Veterinary Science* 70: 9-17.
- Josifovich J. A.1995. Medio ambiente y la invernada. En: Invernada en el Norte de la Provincia de Buenos Aires. Editorial Hemisferio Sur. pp. 67-71
- Mader T.L., J.M. Dahquist, G.L. Hahn, and J.B. Gaughan. 1999. Shade and wind barrier effects on summertime feedlot cattle performance. *Journal of Animal Science* 77: 2065-2072.
- Mader T.L., S.M. Holt, G.L. Hahn, M.S. Davis, and D.E. Spiers. 2002. Feeding strategies for managing heat load in feedlot cattle. *Journal of Animal Science* 80: 2373-2382.
- Mader T.L., M.S. Davis, and T. Brown-Brandl. 2006. Environmental factors influencing heat stress in feedlot cattle. *Journal of Animal Science* 84: 712-719.
- Martin, D. 2003. Managing heat stress in fed cattle. Ministry of Agricultural, Food and Rural Affairs. Ontario.
- Meat and Livestock Australia. 2005. Wetting cattle to alleviate heat stress on ships. Tips and Tools. Animal Health and Welfare.
- Mitlöhner F.M., J.L. Morrow, J.W. Dailey, S.C. Wilson, M.L. Gallean, M.F. Miller, and J.J. McGlone. 2001. Shade and water misting effects on behavior, physiology, performance, and carcass traits of heat-stressed feedlot cattle. *Journal of Animal Science* 79: 2327-2335.
- Passillé, A.M. and J. Rushen. 2005. Food safety and environmental issues in animal welfare. *Rev. sci. tech. Off. Int. Epiz.* 24(2): 757-766.
- Rovira P. J. 2002. Efecto de la sombra artificial en el engorde de novillos durante los meses de verano. Jornada Anual de Producción Animal. Unidad Experimental Palo a Pique. INIA Treinta y Tres. pp.82-98.
- Simeone A. y V. Berreta. 2005. Suplementación y engorde a corral: cuándo y cómo integrarlos en el sistema ganadero. Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (UPIC). Estación Experimental "Dr. Mario A. Cassinoni". Facultad de Agronomía. Paysandú.
- Vasconcelos J.T., L.W. Greene, F.T. McCollum, B.W. Bean, and R. Van Meter. 2003. Performance of crossbred steers grazing photoperiod sensitive and non photoperiod sensitive sorghum sudangrass hybrids. Forage Sorghum Publication. Texas A&M University System Agricultural Research and Extension Center.
- West J. W. 1999. Nutritional strategies for managing the heat-stressed dairy cow. *Journal of Animal Sciences* 77: Suppl. 2/J.
- Wiersama F. 2005. Appendix 1: Temperature-Humidity Index. In: Tropical dairy farming: feeding management for the small holder dairy farmers in the humid tropics. Ed. John Moran. Landlinks Press. p275.