

CONSTANTES FISIOLÓGICAS DE OVINOS PELIBUEY, DORPER Y KATAHDIN EN ECOSISTEMA DE BOSQUE HÚMEDO TROPICAL¹

Carlos Iván Saldaña-Ríos²; Henry Ortega-Ríos²; Daniel Díaz-Granados³

RESUMEN

Con el objetivo de determinar las constantes fisiológicas de las razas Dorper (D), Katahdin (K) y Pelibuey (Pb), como indicadores de tolerancia al calor en un ecosistema de bosque húmedo tropical, se desarrolló un estudio en la Estación Experimental Carlos M. Ortega en Gualaca, Panamá. Se seleccionó ovinos machos y hembras puros, cinco de cada raza, y se manejaron en praderas de *Brachiaria brizantha* cv. Marandú. Se evaluó la temperatura rectal (TR), frecuencia respiratoria (FR), frecuencia cardiaca (FC), temperatura ambiental (TA), humedad relativa (HR) e índice de confort (ITH) en el periodo seco (PS) y lluvioso (PL). Se empleó un diseño Completamente al Azar con arreglo factorial 3 x 2 con medidas repetidas. La TR, FR y FC fueron diferentes ($P < 0,0001$) entre razas y periodo, mientras que para la triple interacción raza*sexo*periodo no se reportó diferencia ($P > 0,05$). La TR y FR media fueron de 39,31; 39,28 y 39,72° C y 116, 109 y 87 inspiraciones/minuto para los D, K y Pb, respectivamente. La variación en la FC fue significativa ($P < 0,05$) para las interacciones raza*periodo y raza*sexo y la FC media fue de 99 (D), 86 (K) y 128 (Pb) latidos/minuto. Los valores de ITH, 28,83 (PS) y 29,54 (PL) son considerados estrés calórico severo. Se concluyó que los ovinos a pesar que no se encuentran dentro de su zona de confort, toleran las condiciones del ecosistema mediante la activación de mecanismos de termorregulación.

PALABRAS CLAVES: Tolerancia al calor, razas, índice de confort, termorregulación.

¹Recepción: 11 de mayo de 2016. Aceptación: 11 de agosto de 2016. Trabajo realizado en el Proyecto: Evaluación de razas y cruces para el mejoramiento bio-económico de la producción de ovinos y caprinos en Panamá.

²M.Sc. en Nutrición Animal. IDIAP. Centro de Investigación Agropecuaria Occidental (CIAOc). e-mail: cisaldana@yahoo.com

²Técnico Agropecuario. IDIAP. CIAOc. e-mail: henrieto-02@hotmail.com

³Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Panamá. e-mail: danielldzg@hotmail.com

PHYSIOLOGICAL CONSTANTS OF PELIBUEY, DORPER AND KATAHDIN SHEEP IN A TROPICAL RAIN FOREST ECOSYSTEM

ABSTRACT

In order to determinate the physiological constants in Dorper (D), Katahdin (K) and Pelibuey (Pb) breeds such as indicator of heat tolerance in a tropical rain forest ecosystem a study was carried out at the Research Station Carlos M. Ortega, in Gualaca, Panamá. Males and females pure breed (five per race) were used and kept in pastures of *Brachiaria brizantha* cv. Marandú. The rectal temperature (TR), respiratory (FR) and cardiac frequency (FC), environmental temperature (TA), relative humidity (HR) and the comfort index (ITH) were evaluated in the dry and rainy periods. The experimental design was Completely Randomized in a 3 x 2 factorial scheme. TR, FR and FC were differences between races and periods, however the triple interaction race*sex*period was similar, ($P>0,05$). The average TR and FR were 39,31; 39,28 and 39,72° C and 116, 109 and 87 breaths/minute for D, K and Pb, respectively. For the FC results showed difference ($P<0,05$) for the interactions race*period and race*sex; averages FC were 99 (D), 86 (K) and 128 (Pb) beats/minute. ITH 28,83 (PS) and 29,54 (PL) were considered as severe heat stress conditions. It was concluded that although the sheep were not in a comfort zone they tolerated the ecosystem conditions by activating mechanisms of thermoregulation.

KEY WORDS: Heat tolerance, races, comfort index, thermoregulation.

INTRODUCCIÓN

Las razas de ovinos mayormente empleadas en Panamá son la Pelibuey y Black Belly que poseen buena adaptación al medio y excelente comportamiento reproductivo en pastoreo; pero presentan ciertas limitantes en cuanto a la ganancia de peso (80 a 120 g/día), lento desarrollo, pobre rendimiento en canal (47%) y baja calidad de la carne (Saldaña 2005, Gutiérrez *et al.* 2005).

Como estrategia de mejoramiento del hato nacional, se introdujeron de México las razas Dorper y Katahdin, ampliamente conocidas por su alta productividad, peso adulto, rendimiento y calidad de la carne (Bores *et al.* 2002, Macias-Cruz *et al.* 2010), pero el éxito de esas razas y sus cruces en nuestro medio dependerá de su capacidad de adaptación o tolerancia a las condiciones agroclimáticas.

Las constantes fisiológicas son un indicador del grado de confort del animal y de su capacidad de tolerar las condiciones ambientales. La temperatura rectal, frecuencia respiratoria y cardiaca son indicadores directos del animal a la tolerancia al calor (Bianca y Kunz 1978, Anderson 1984, Brown-Brandl *et al.* 2005).

La tolerancia al medio es uno de los principales criterios de selección y el estrés calórico es el principal problema por el efecto negativo que ejerce en el comportamiento productivo y reproductivo de los animales (Silanikove 2000, Souza 2007, Araúz 2009).

El estrés calórico está relacionado con el consumo de alimento. Al disminuir el consumo de alimento se produce una reducción del funcionamiento de la glándula tiroides (Marai *et al.* 2007), lo cual afecta negativamente la tasa de crecimiento, peso al sacrificio y calidad de la carne; entre otros muchos factores tales como la circulación, respiración, ultrafiltración renal, metabolismo, termorregulación y control hormonal, además afecta la capacidad de producción los requerimientos nutricionales, actividad animal, consumo de alimento y agua, reproducción y fertilidad, desarrollo placentario y fetal, salud, crecimiento y la producción de leche (Araúz 2009).

El objetivo del trabajo fue determinar las constantes fisiológicas de las razas Dorper, Katahdin y Pelibuey, como indicadores de su tolerancia al estrés calórico en un bosque húmedo tropical, lo que representa una gran zona agroecológica de nuestro país.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

El estudio se realizó de febrero a diciembre de 2009, en la Estación Experimental de Gualaca Carlos M. Ortega, Centro de Investigación Agropecuaria del IDIAP, Chiriquí, en un ecosistema de bosque húmedo tropical, localizado a 8°31'14.04" de latitud Norte y 82°18'00.53" de longitud Oeste; a una altura de 100 msnm, con temperatura promedio de 26° C y precipitación de 4200 mm anuales.

Animales

Se emplearon cinco animales de 12 a 18 meses de edad, de ambos sexos (tres hembras y dos machos) por raza; las razas evaluadas fueron Dorper (D), Katahdin (K) y Pelibuey (Pb), siendo las dos primeras con animales importados de México en diciembre de 2008.

Mediciones

La medición se realizó mensualmente, entre 11:00 a.m. y 2:00 p.m., considerando las horas de mayor

radiación solar en el área. Se tomó tres lecturas durante la época seca (febrero a abril) y tres muestras durante la época lluviosa (mayo a diciembre). Las lecturas constituían los periodos experimentales comparados en el modelo.

Parámetros evaluados

Los parámetros ambientales de evaluación fueron: temperatura ambiental (TA) y humedad relativa (HR), se utilizó un higrómetro digital colocado en la cerca del área de trabajo a la intemperie, lo que proporcionó la lectura en grados Celsius y porcentaje, respectivamente. Esta información fue utilizada para calcular el Índice Temperatura-Humedad (ITH).

Los parámetros fisiológicos fueron: temperatura rectal (TR), medida a través de la colocación de un termómetro en el recto por un minuto, la frecuencia cardiaca (FC) y respiratoria (FR), medidas con un estetoscopio de uso veterinario y un cronómetro para cuantificar la inspiración y latidos por minuto.

Manejo y alimentación

Los animales se manejaron en pastoreo con *Brachiaria brizantha* cv. Marandú y una carga animal promedio de 18 ovinos/hectárea, una rotación de siete

días de pastoreo por 21 días en descanso, más una suplementación energética-proteica a razón de 250 a 450 g/animal/día, de acuerdo a la disponibilidad y calidad de la pastura (7,3% PC en época seca y 10,1% PC en época lluviosa). El suplemento se elaboró a base de maíz, pulidura de arroz, harina de soya y sal mineral, fue balanceada para contener 16% de proteína cruda y 3.0 Mcal/kg de EM. Al momento de la toma de datos los animales fueron separados del lote y se ubicaron en un corral hasta la hora de la lectura.

Índice temperatura-humedad

Se calculó el índice temperatura-humedad (ITH) para ovinos, se empleó la fórmula propuesta por Kelly y Bond (1971), desarrollada específicamente para ovino.

$$ITH = T - \{[0,55*(1-HR)] * (T-14,4)\}$$

Diseño experimental y modelo matemático

Se empleó un diseño Completamente al Azar con arreglo factorial de 3 x 2 y mediciones repetidas en el tiempo. Empleando tres razas: Dorper, Katahdin y Pelibuey; dos sexos y seis periodos (meses) de medición, tres en época seca y tres en la lluviosa.

Para el análisis de los datos se empleó el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ijkm} = \mu + \alpha_i + \delta_j + (\alpha^*\delta)_{ij} + \sigma_k + (\alpha^*\sigma)_{ik} + (\delta^*\sigma)_{jk} + (\alpha^*\delta^*\sigma)_{ijk} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

μ = media general;

α_i = efecto del i-ésimo nivel del factor A (raza);

δ_j = efecto del j-ésimo nivel del factor B (sexo del animal);

$(\alpha^*\delta)_{ij}$ = efecto de la interacción del i-ésimo nivel del factor A (raza) con el j-ésimo nivel del factor B (sexo del animal);

σ_k = efecto del k-ésimo nivel del factor C (periodo);

$(\alpha^*\sigma)_{ik}$ = efecto de la interacción del i-ésimo nivel del factor A (raza) con el j-ésimo nivel del factor B (sexo del animal);

$(\delta^*\sigma)_{jk}$ = efecto de la interacción del j-ésimo nivel del factor B (sexo del animal) con el k-ésimo nivel del factor C (periodo);

$(\alpha^*\delta^*\sigma)_{ijk}$ = efecto de la triple interacción del i-ésimo nivel del factor A (raza) con el j-ésimo nivel del factor B (sexo del animal) y el k-ésimo nivel del factor C (periodo);

ε_{ijk} = efecto del error aleatorio.

Aquí es donde debe decir si las interacciones fueron significativas o no y eliminarlas del modelo final.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Temperatura rectal (TR)

El análisis estadístico mostró que hubo diferencia ($P < 0,01$) entre la temperatura rectal de las razas evaluadas (Cuadro 1), mostrando la variación

existente entre ellas; sin embargo, la temperatura rectal media ($39,4 \pm 0,5^\circ \text{C}$) está dentro del rango de normalidad para la especie, de acuerdo a datos de Terrill (1973), Marek y Mócsy (1973) y Anderson (1984); quienes coinciden que la TR media normal es 39°C y oscila entre $38,3^\circ \text{C}$ y $40,5^\circ \text{C}$. La temperatura obtenida, en este estudio, fue superior a $38,7^\circ \text{C}$ reportada por Souza *et al.* (1990) con ovinos Santa Inés y Morada Nova, a $38,7^\circ \text{C}$ y $38,8^\circ \text{C}$ encontrado por Quesada *et al.* (2005) con las mismas razas. La TR media para los animales Dorper (D), Katahdin (K) y Pelibuey (Pb), fueron de $39,3 \pm 0,45$; $39,2 \pm 0,37$ y $39,7 \pm 0,66^\circ \text{C}$, respectivamente.

La TR fue diferente entre periodos ($P < 0,01$), debido a la diferencia en las condiciones ambientales existentes. En los registros de la TR durante la mínima y máxima humedad relativa y temperatura ambiental (Figura 1) se observó que en la época lluviosa, con temperatura de $38,5^\circ \text{C}$ y 80% de humedad, se presentó el promedio máximo de $41,6^\circ \text{C}$ de TR, lo que indicó estar fuera del rango de normalidad para ovinos y detectando que los mecanismos de termorregulación no eran suficientes en esos momentos, ya que la alta humedad relativa, temperatura ambiental y radiación solar favorecen el estrés calórico, disminuyendo el gradiente de disipación de calor corporal (Araúz 2009, Cardozo *et al.* 2010).

Entre raza y periodo no se reportó interacción ($P=0,1386$), ni para el efecto de la triple interacción entre raza, sexo y periodo; mientras que, si hubo diferencia ($P<0,05$) para la interacción entre sexo y periodo, lo que mostró variación en la

respuesta de hembras y machos en los diferentes periodos. El coeficiente de variación fue 0,98%, demostrando una amplia confiabilidad de los datos y un coeficiente de determinación (R-cuadrado) de 74,0%.

CUADRO 1. CUADRADO MEDIO DEL ANAVA PARA TEMPERATURA RECTAL.

FV	gl	CM	Pr>F
Raza	2	1,43597222	0,0005**
Sexo	1	0,40500000	0,1097 ^{NS}
Raza-Sexo	2	0,26291667	0,1889 ^{NS}
Periodo	5	1,05522222	0,0001**
Raza-Periodo	10	0,24480556	0,1386 ^{NS}
Sexo-Periodo	5	0,36333333	0,0550*
Raza-Sexo-Periodo	10	0,21075000	0,2198 ^{NS}
Error	36	0,15055556	

**Diferencia altamente significativa ($P<0,01$); *Diferencia significativa ($P<0,05$); ^{NS} Diferencia no significativa.

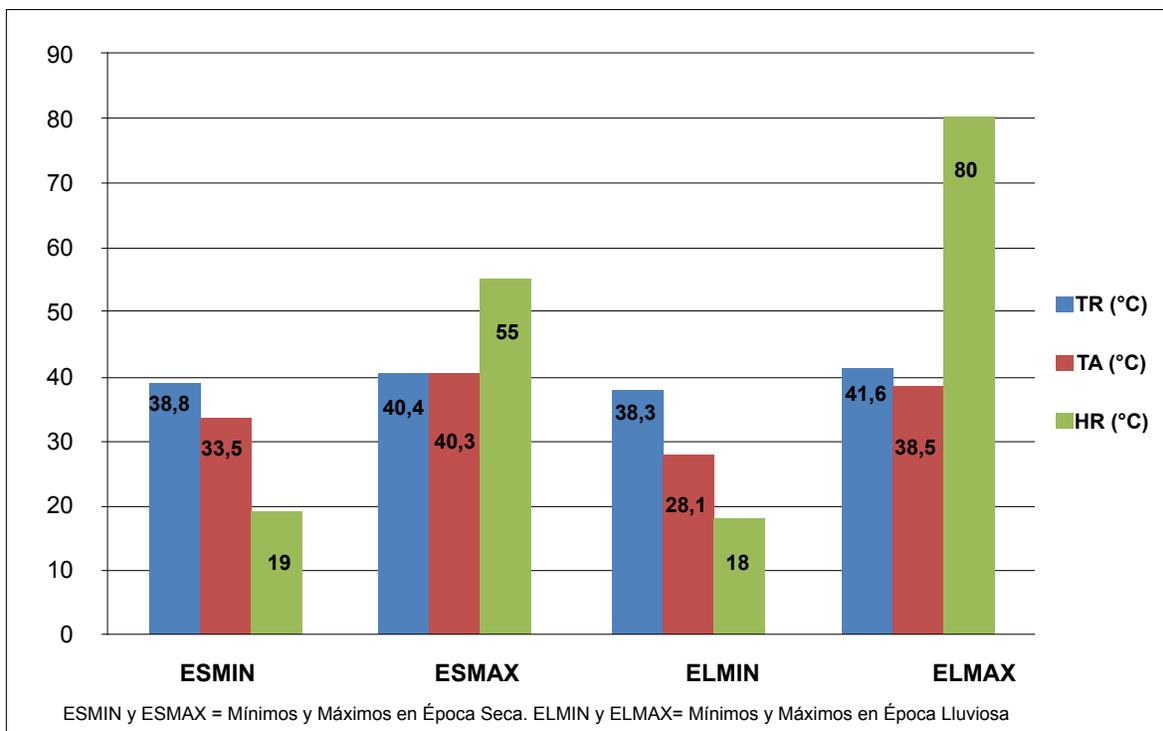


Figura 1. Comportamiento de la temperatura rectal con respecto a las variables ambientales durante los dos periodos experimentales.

Frecuencia respiratoria (FR)

En la FR hubo diferencia ($P < 0,01$) entre razas y entre periodos, no así para el resto de las variables evaluadas. La FR media fue $104,2 \pm 39$ inspiraciones/minuto, siendo $116,3 \pm 32$, $109,4 \pm 38$ y $86,7 \pm 36$ para los D, K y Pb, respectivamente. Estos valores son superiores a la tasa respiratoria normal para ovinos en la zona termo-neutral de 25 a 30 inspiraciones/minuto (Terrill y Slee 1991) y a los datos reportados por Andrade (2006) de 35,28 a 61,64 inspiraciones/minuto. Los valores obtenidos en este estudio concuerdan con los encontrados por Santos *et al.* (2001) de 87,4 y por Cezar *et al.* (2004), de 96,47 en horas de la tarde con ovinos Santa Inés, Dorper y F1 Dorper x Santa Inés. En ovinos la frecuencia respiratoria, puede elevarse hasta 300 o 400 inspiraciones/minuto, en condiciones de estrés severo, según Terrill y Slee (1991) y Veríssimo (2009).

La máxima temperatura ambiental y humedad relativa registradas en la época seca y lluviosa; la FR llegó a 180 y 172 inspiraciones/minuto (valores máximos), respectivamente.

La FR media de las razas importadas fue superior a la raza Pb, en un 34% (D) y 26% (K). En el caso de la FR elevada es posible que los animales no se encuentren estresados, dado que

la FR es un mecanismo de disipación de calor o parámetro de termo-regulación y con la elevación de la FR, es probable que el animal elimine el calor eficientemente y mantenga su homeotermia (Berbigier 1989). Según Mota (1997), un aumento en la temperatura rectal demuestra que los mecanismos de liberación de calor son insuficientes.

Se presentó un incremento en la FR, sin embargo la TR media se mantuvo dentro del rango normal, excepto cuando la temperatura ambiental superó los 38°C o la humedad relativa alcanzó un 80%; bajo estas condiciones los valores de TR excedieron el rango normal. Este resultado es similar a lo reportado por Ledezma (1987) quien señala que la tasa respiratoria de los ovinos aumenta al ser expuestos a temperaturas altas. Es conocido que el efecto estresante de la temperatura es minimizado o maximizado por las condiciones de humedad, radiación solar y velocidad del viento (Barbosa *et al.* 1995), similar a lo encontrado en este estudio con el efecto de la temperatura y humedad (Cuadro 3).

El coeficiente de variación fue relativamente alto (28%), sin embargo es aceptable por el tipo de dato y el coeficiente de determinación del modelo para estos datos fue de 70%.

CUADRO 2. CUADRADO MEDIO DEL ANAVA PARA LA FRECUENCIA RESPIRATORIA.

FV	gl	CM	Pr>F
Raza	2	5782,05556	0,0042**
Sexo	1	260,68056	0,5949 ^{NS}
Raza-Sexo	2	253,55556	0,7574 ^{NS}
Periodo	5	6762,58056	<0,0001**
Raza-Periodo	10	1814,23889	0,0623 ^{NS}
Sexo-Periodo	5	1392,78056	0,2026 ^{NS}
Raza-Sexo-Periodo	10	423,40556	0,8999 ^{NS}
Error	36	905,5417	

**Diferencia altamente significativa ($P<0,01$); ^{NS}=Diferencia no significativa.

CUADRO 3. VARIACIÓN ENTRE LA FRECUENCIA RESPIRATORIA Y LAS VARIABLES AMBIENTALES EN AMBAS ÉPOCAS EXPERIMENTALES.

	ÉPOCA SECA		ÉPOCA LLUVIOSA	
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima
Frecuencia respiratoria (inspiración/minuto)	44,0	180,0	40,0	172,0
Temperatura ambiental (° C)	33,5	40,3	28,1	38,5
Humedad relativa (%)	19,0	55,0	18,0	80,0

Frecuencia cardiaca (FC)

Los resultados de los análisis estadísticos reflejan que hubo una diferencia altamente significativa ($P<0,01$) para la FC entre razas y entre periodos. En la evaluación de las interacciones, hubo diferencia significativa ($P<0,05$) en la interacción raza - periodo mostrando que ambos son independientes.

La FC media fue de $104,66 \pm 32$ latidos/minuto, lo cual es inferior a los valores encontrado por Cezar *et al.* (2004), que reportan 115 y 105 para ovinos

cruzados y mestizos, respectivamente. La FC para los D, K y Pb fue de $99,4 \pm 24$, $86,3 \pm 22$ y $128,2 \pm 32$ latidos/minuto, en el mismo orden. La FC de los animales Pb fue superior con respecto a las razas importadas, lo que sugiere una diferencia en el mecanismo de disipación de calor y que animales de esta raza enfatizan en el aumento de la circulación periférica y evaporación cutánea para reducir el estrés calórico. Cezar *et al.* (2004) indican que entre razas o cruces de ovinos existen diferencias en los mecanismos utilizados para mantener la homeotermia.

El coeficiente de determinación mostró que el 74% de la variación en la FC está representado en el modelo de análisis utilizado y presentó un coeficiente de variación de 21%, lo que es aceptable en este tipo de datos.

Índice de confort

Los valores mínimos y máximos de las condiciones ambientales de temperatura ambiental (TA) y humedad relativa (HR) registrados durante el estudio, en la época seca y lluviosa (Cuadro 5) fueron utilizados para el cálculo del índice temperatura-humedad (ITH), como índice de confort. Los ITH estimados fueron $29,5 \pm 3,4$ y $28,9 \pm 5,1$ en la época seca y lluviosa, respectivamente.

De acuerdo a la ecuación que se utilizó, valores de iguales o superiores a 23 indicaron que las condiciones ambientales fueron suficientes para provocar estrés calórico a los animales, lo que mostró para ambas épocas, que los ovinos estuvieron sometidos a condiciones de estrés severo.

Es un desafío, según Arias *et al.* 2008, evaluar el efecto de las variables ambientales en el desempeño productivo y comportamiento animal, dado que las estrategias adoptadas por el animal para regular su temperatura conllevan un costo energético que repercute en el desempeño de los animales y la expresión de su potencial genético.

CUADRO 4. CUADRADO MEDIO DE ANAVA PARA LA FRECUENCIA CARDIACA.

FV	gl	CM	Pr>F
Raza	2	11051,29167	<0,0001**
Sexo	1	98,00000	0,6670 ^{NS}
Raza-Sexo	2	1568,29167	0,0618 ^{NS}
Periodo	5	2029,46667	0,0063**
Raza-Periodo	10	2250,45833	0,0401*
Sexo-Periodo	5	429,60000	0,5403 ^{NS}
Raza-Sexo-Periodo	10	654,39167	0,2908 ^{NS}
Error	36	520,80556	

** Diferencia altamente significativa ($P < 0,01$); * Diferencia significativa ($P < 0,05$); ^{NS} Diferencia no significativa

CUADRO 5. DATOS METEOROLÓGICOS MEDIDOS DURANTE EL EXPERIMENTO.

	EPOCA SECA		EPOCA LLUVIOSA	
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima
Temperatura ambiental (° C)	33,5	40,3	28,1	38,5
Humedad relativa (%)	19,0	55,0	18,0	80,0
Índice ITH calculado	25,0	33,9	21,9	35,8

CONCLUSIONES

- De acuerdo al índice temperatura-humedad calculado, los animales se encontraron bajo condiciones estresantes en las horas estudiadas durante la época seca y lluviosa, lo que provocó una elevación en la frecuencia respiratoria y cardiaca, como mecanismo de termorregulación; sin embargo, la temperatura rectal media de las razas evaluadas se mantuvo dentro del rango normal para la especie.
- La frecuencia respiratoria de los ovinos de razas importadas fue superior a la de los animales Pelibuey y la frecuencia cardiaca fue menor, lo cual sugiere diferencias en los mecanismos utilizados por los animales de las distintas razas para la disipación de calor.

BIBLIOGRAFÍA

- Anderson, BE. 1984. Temperature regulation and environmental physiology. *In* Dukes, HH. Physiology of domestic animals. 10 ed. London: Cornell University Press. 922 p.
- Araúz, E. 2009. Importancia del microambiente para el desempeño fisiológico y efectos negativos del estrés calórico sobre la capacidad fisiológica y de producción en los caprinos y ovinos. *In* II Curso iberoamericano sobre producción de ovinos y caprinos en áreas tropicales (19 al 21 de noviembre 2009, Panamá). Memoria. Panamá, PA. p. 111-117.
- Arias, RA; Mader, TL; Escobar, PC. 2008. Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche. *Arch. Med. Vet.* 40:7-22.
- Barbosa, OR; Silva, RG; Sclar, J. 1995. Utilizacao de um índice de confortotérmico em zoneamento bioclimático da ovinocultura. *Rev. Bras. Zootec.* 24(5):661-671.
- Andrade, IS. 2006. Efeito do ambiente e da dieta sobre o comportamento fisiológico e o desempenho de cordeiros em pastejo no semi-arido paraibano. Dissertacao
- Berbigier, P. 1989. Effect of heat on intensive meat production in the tropics: cattle, sheep, goats, pigs. *In* Ciclo internacional de palestras sobre bioclimatología animal, 1.

- 1989, Botucatu, Anais.Jaboticabal: FMVZ/UNESP/FUNEP, p.7-44.
- Bianca, W; Kunz, P. 1978. Physiological reactions of three breeds of goats to cold, heat and high altitude. *Livestock Production Science* 5(1):57-69.
- Bores, QRF; Velázquez, PA; Heredia, M. 2002. Evaluación de razas terminales en esquemas de cruce comercial con ovejas de pelo F1. *Téc Pec Méx* 40:71-79.
- Brown-Brandl, TM; Eigenberg, RA; Hahn, GL; Nienaber, JA; Mader, TL; Parkhurst, AM. 2005. Analyses of thermoregulatory responses of feeder cattle exposed to simulated heat waves. *Int. J. Biometeorol* 49:285-296.
- Cardozo, JA; Velásquez, JG; Flores, H; Velásquez, JH; Peña, MA. 2010. Estrés calórico: Efectos en el comportamiento reproductivo y adaptación de los bovinos al trópico (en línea). Consultado 18 oct. 2016. Disponible en www.mvz.unipaz.edu.co.
- Cezar, MF; De Souza, WH; De Souza, BB; Pimenta, EC; De Paula, G; Medeiros, GJ. 2004. Avaliação de parâmetros fisiológicos de ovinos dorper, santa ines e seus mestizos perante condicoes climáticas do trópico semi-arido nordestino. *Cienc. Agrotec. Lavras* 28(3):614-620.
- Gutiérrez, J; Rubio, MS; Méndez, RD. 2005. Effects of crossbreeding Mexican Pelibuey sheep with Rambouillet and Suffolk on carcass traits. *Meat Sci* 70:1-5.
- Kelly CF, Bond E, 1971. Bioclimatic factors and their measurement: A guide to environmental research on animals. National Academy of Sciences, Washington, DC. USA.
- Ledezma, JJ. 1987. Sheep. Bioclimatology and the adaptation of livestock. Ed. Elsevier Publ, Amsterdam, p.169-179.
- Macias-Cruz, U; Alvares-Valenzuela, FD; Rodríguez-García, J; Correa-Calderón, A; Torrentera-Oliveira, NG; Molina-Ramírez, L; Avendaño-Reyes, L. 2010. Crecimiento y características de canal de corderos Pelibuey puros y cruzados F1 con razas Dorper y Katahdin en confinamiento. *Arch. Med. Vet.* 42:147-154.

- Marai, IFM; EL-Darawany, AA; Fadiel, A; Abdel-Hafez, MAM. 2007. Physiological traits as affected by heat stress in sheep- A review. *Small Ruminant Research* 71:1-12.
- Marek, J; Mócsy, J. 1973. Temperatura interna del cuerpo. *In* Tratado de diagnóstico clínico de las enfermedades internas de los animales domésticos. 4 ed. Barcelona:Labor. p. 175-187.
- Mota, LS. 1997. Adaptacao e interacao genotipo-ambiente em vacas leiteiras. Tese - Doutorado. Faculdade de medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo. 69 p.
- Quesada, M; Manus, MC; Couto, FA. 2005. Tolerância ao calor de duas raças de ovinos deslanados no Distrito Federal. *Rev. Bras. Zootecn* 30:1021 - 1026
- Saldaña, CI. 2005. Caracterización de los sistemas de producción de pequeños rumiantes en Panamá. *In* Los sistemas de producción de pequeños rumiantes y camélidos sudamericanos en Iberoamérica. Ed. CYTED, MX. p. 204-209.
- Santos, CL; Pérez, JRO; Siquiera, ER; Muniz, JA; Bonagúrio, S. 2001. Crescimento alométrico dos tecidos ósseo, muscular e adiposo na carcaça de cordeiros Santa Inês e Bergamácia. *Rev Bras Zootecn*, 30: 493-498.
- Silanikove, N. 2000. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. *Livest Prod Sci* 67:1-18.
- Souza, BB; Silva, AM; Virginio, RS; Guedes Júnior, DB; Amorim, FU. 1990. Comportamento fisiológico de ovinos deslanados no semiárido expostos em ambiente sol e em ambiente sombra. *Veterinária e Zootecnia* 2:1-8.
- Souza, BB. 2007. Adaptabilidade e bem-estar em animais de produção (en línea). Consultado 18 oct. 2016. Disponible en www.infobibos.com/Artigos/2007_4/Adaptabilidade/index.htm
- Terrill, CE. 1973. Adaptación de los borregos y de las cabras. *In* Hafez, ESE. Adaptación de los animales domésticos. Barcelona: Editorial Labor. Cap. 18, p. 334-355.

Terrill, CE; Slee, J. 1991. Breed differences in adaptation of sheep. *In* Maijala, K. Genetic resources of pigs, sheep and goat. Amsterdam: Elsevier. p.195-233.

Veríssimo, CJ. 2009. Tolerância ao calor em ovelhas lanadas e deslanadas (en línea), em Nova Odessa, Estado de São Paulo. emHypertexto. Consultado 24 oct. 2011. Disponível en http://www.infobibos.com/Artigos/2009_3/Ovinos/index.htm