

RESPUESTAS FISIOLÓGICAS DE OVINOS PELIBUEY EN UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN TRADICIONAL EN EL PERIODO LLUVIOSO

PHYSIOLOGICAL RESPONSES OF PELIBUEY SHEEP IN A TRADITIONAL PRODUCTION SYSTEM IN THE RAINY SEASON

Autores: Jorge Martínez Melo¹

<https://orcid.org/0000-0003-4767-9746>

Jorge Orlay Serrano Torres¹

<https://orcid.org/0000-0002-4372-5904>

Norge Fonseca Fuentes²

<https://orcid.org/0000-0001-6635-3165>

Instituciones: ¹Universidad de Ciego de Ávila Máximo Gómez Báez, Cuba

²Universidad de Granma, Cuba

Correo electrónico: martinezmelo79@gmail.com

jorlay@unica.cu

nfonsecaf@udg.co.cu

RESUMEN

El incremento de las temperaturas asociado al cambio climático tendrá efectos negativos en el bienestar de los animales que se crían en sistemas de pastoreo, favoreciendo el estrés por calor. Los estudios sobre indicadores fisiológicos en ovinos pueden contribuir a tomar medidas para enfrentar estas condiciones ambientales sobre los animales. El objetivo fue evaluar indicadores fisiológicos y su relación con parámetros ambientales en un sistema de producción tradicional en Ciego de Ávila, en el periodo lluvioso. Se utilizaron diez animales adultos, en los meses de mayo, julio y septiembre, con cuatro días de observación cada mes. Los indicadores ambientales se determinaron, según comportamiento climatológico de los días en que se realizaron las mediciones, en la mañana y tarde, así mismo los indicadores fisiológicos. Se encontró un efecto significativo de la sesión del día en los indicadores fisiológicos temperatura rectal, frecuencia respiratoria y coeficiente de tolerancia al calor, con los mayores valores en la tarde. Los valores de ITH fueron superiores a 72,2 en todas semanas, tanto en la mañana como la tarde y determinaron estrés moderado y estrés grave en el 66,6 % del tiempo en la sesión de la tarde. Se obtuvieron correlaciones altas entre la frecuencia respiratoria, temperatura rectal con el ITH, lo que explica las condiciones de estrés por calor a que están sometidos los animales en este sistema

140

de producción tradicional en el periodo lluvioso. Las relaciones entre el comportamiento fisiológico y las variables climáticas reflejan la importancia del bienestar térmico en los animales, y la necesidad del ajuste de las condiciones ambientales a partir de incorporar la sombra natural en las áreas de pastoreo para reducir las radiaciones solares sobre los animales.

Palabras clave: Bienestar térmico, Coeficiente de tolerancia al calor, Estrés calórico, Frecuencia respiratoria, Índice de temperatura humedad.

ABSTRACT

The increase in temperatures associated with climate change will have negative effects on the welfare of animals that are raised in grazing systems, favoring heat stress. Studies on physiological indicators in sheep can contribute to take measures to confront these environmental conditions on animals. The aim was to evaluate physiological indicators and their relationship with environmental parameters in a traditional production system in Ciego de Ávila, in the rainy season. Ten adult animals were used, in the months of May, July and September, with four days of observation each month. The environmental indicators were determined according to the weather behavior of the days in which the measurements were made, in the morning and afternoon, as well as the physiological indicators. A significant effect of the day's session was found on physiological indicators: rectal temperature, respiratory rate and heat tolerance index, with the highest values in the afternoon. THI values were higher than 72,2 in all the weeks, both in the morning and in the afternoon and determined stress and severe stress in 66,6 % of the time in the afternoon session. High correlations were obtained between respiratory rate, rectal temperature and THI, which explains the heat stress conditions to which the animals are subjected in this traditional production systems in the rainy season. The relationships between physiological behavior and climatic variables reflect the importance of thermal welfare in animals, and the need to adjust environmental conditions by incorporating natural shade in grazing areas to reduce the incidence of solar radiation on animals.

Key words: Heat stress, Heat tolerance index, Respiratory rate, Temperature and humidity index, Thermal welfare.

INTRODUCCIÓN

La explotación ganadera utiliza especies de animales que, con bajos costos, generan altas producciones y permiten obtener en un corto plazo de tiempo el retorno de las

inversiones realizadas (Chávez Espinosa *et al.* 2022). La ganadería tiene como actividad fundamental proporcionar alimentos de origen animal en cantidad y calidad para nutrir los seres humanos. Según Chávez Espinoza *et al.* (2022) la producción animal de rumiantes tiene las ventajas de transformar productos vegetales de baja calidad en productos animales, de alto valor nutritivo y ricos en proteína, a partir de la formación de los tejidos animales y la obtención de otros productos como la leche y huevos.

La cría de los ovinos y caprinos presentan una alta importancia en la seguridad alimentaria de muchas regiones, que pueden verse desfavorecidas económicamente, por la falta de créditos para la inversión, así como la aplicación de políticas agrarias que no se ajusten a los beneficios de los productores. En este sentido, muchos sistemas de cría de ovinos y caprinos constituyen la base para el sustento de familias a partir del consumo de animales y obtención de ingresos por venta de ellos. La principal ventaja de estos sistemas es que se mantienen y desarrollan a partir del uso de pastos, forrajes y subproductos agrícolas, sin competir con la alimentación del hombre (Vera Herrera *et al.* 2019).

El avance de la ciencia ha conllevado a la transformación de los sistemas de producción hacia una mayor intensificación, con la obtención de más producción por área. Esto en detrimento de otros sistemas tradicionales menos productivos. De esta forma los sistemas con mayor intensificación pueden poner en riesgo el bienestar de los animales, por la modificación de las condiciones ambientales, relacionadas a factores bióticos y abióticos, en estos últimos incluidos los factores climáticos (Mota *et al.*, 2016 y Vera Herrera *et al.*, 2019), temperatura del aire, humedad relativa, velocidad del viento y radiación solar, que pueden afectar los animales según se encuentren con valores elevados o inferiores a la zona de termoneutralidad de cada especie.

La cría de ovejas, dentro de la producción ganadera mundial constituye uno de los más importantes renglones dada su capacidad de producir carne, leche y lana. La ovinocultura es una actividad que se desarrolla en todas las regiones climáticas, con sus particularidades fenotípicas según las razas adaptadas (Lino, Pinheiro, y Ortunho, 2016). En tal sentido, las regiones tropicales, caracterizadas por alta radiación solar, temperatura y humedad relativa, pueden afectar el bienestar térmico de los animales, por lo que se deben aplicar tecnologías encaminadas a reducir los efectos de los

factores climáticos sobre los animales y lograr la mayor adaptación y expresión de su potencial genético (Vera Herrera *et al.*, 2019 y Marinho *et al.*, 2023).

La acción del hombre, a partir del uso de áreas para la agricultura y la obtención de madera ha conllevado la deforestación de extensiones de tierra que ya no cuentan con los beneficios de los árboles en los ecosistemas. Un alto por ciento de los sistemas de producción de ovinos en la provincia Ciego de Ávila, se basa en el pastoreo de gramíneas naturales con bajo grado de asociación con árboles de generación natural (Serrano *et al.*, 2022), y los animales se encuentran sometidos a los efectos de las radiaciones solares directas en el pastoreo.

En la región del presente estudio el clima se caracteriza por estar dividido en dos periodos: lluvioso y poco lluvioso, con diferencias marcadas en cuanto a precipitaciones y temperaturas, con las mayores proporciones de lluvias y temperaturas a favor del periodo lluvioso, lo que hace que el índice de temperatura y humedad se incremente con sus efectos negativos sobre el bienestar térmico de los animales en pastoreo (De *et al.*, 2017).

En este sentido, existe la necesidad de realizar estudios fisiológicos en los animales expuestos a estas condiciones de manejo, que permita interpretar la relación entre indicadores relacionados con el estrés por calor y los parámetros ambientales de estos ecosistemas, que nos permitan realizar propuestas con vista a minimizar el impacto ambiental sobre los animales. El objetivo de este estudio fue evaluar indicadores fisiológicos de ovinos de la raza Pelibuey y su relación con parámetros ambientales en un sistema de producción tradicional en el periodo lluvioso.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en una finca del sector privado del municipio Venezuela en el sur de la provincia Ciego de Ávila. Localizado a 50 msnm, con clima tropical húmedo y precipitación de 600-800 mm anuales. La temperatura ambiental (TA) mínima y máxima es de 19,2 y 33,1 °C y la humedad relativa (HR) oscila entre 38,0 y 96,5 % (Estación, 2019). El experimento se realizó durante la época lluviosa y en los meses de mayo, julio y septiembre.

Animales, pastizal y manejo:

Se emplearon 10 ovinos en crecimiento-ceba de la raza Pelibuey con un peso promedio de 25 ± 2 kg, identificados con un collar del resto del rebaño. El pastoreo se realizó en áreas que presentaron una mezcla de pastos naturales *Paspalum notatum*

(10 %) y *Bothriochloa pertusa* y *Dichanthium caricosum* (75 %) y otras plantas arvenses *Sporobolus indicus* (10 %) *Dichrostachys cinerea* (5 %), sin la presencia de árboles que proyectaran sombra. Los animales pastorearon de forma restringida entre las 08:00-12:00 y 14:00-16:00 horas, el resto del tiempo permanecieron en corrales de estabulación, con sombra y suministro de agua a voluntad.

Mediciones de parámetros ambientales:

Se caracterizaron los parámetros ambientales temperatura (°C) y humedad relativa (%), en el sistema de producción, a través del registro de las medidas dos veces al día, en la mañana y tarde, del periodo lluvioso, en los meses que se desarrolló en estudio, obtenidas a través de los registros de la estación meteorológica del territorio (Estación, 2019) (Centro Provincial de meteorología, estación meteorológica del territorio (78346) Venezuela). Se tomaron las mediciones de cada semana en los tres meses, que correspondieron a los periodos desde el 1 al 12.

Mediciones de parámetros fisiológicos:

La evaluación del bienestar térmico de los animales se realizó a través de dos índices: 1) Índice de temperatura y humedad (ITH), se calculó con la ecuación de Kibler (1964): $ITH = 1,8 TA - (1-HR) (TA-14,3) + 32$, donde la TA es la temperatura media (°C) y HR es la humedad relativa.

Se calculó el ITH en dos horarios (mañana y tarde), según los registros de temperatura y humedad relativa, obteniéndose promedios diarios, considerándose que valores entre 71 y 79 unidades, indican una condición de alerta, de acuerdo a lo señalado por World Meteorological Organization (1989). Se determinaron los periodos de observación donde el ITH fue superior a 72 (Valtorta *et al.*, 2002).

2) Coeficiente de Tolerancia al Calor (CTC) o Índice de Benezra que relaciona índices fisiológicos del animal. Para el cálculo del CTC se utilizó la modificación propuesta por López *et al.* (2015) para ovinos, utilizando la fórmula: $CTC = (TC/39) + (FR/23)$, donde: TC es la temperatura corporal (°C) y FR es frecuencia respiratoria (inspiraciones/min) (Souza *et al.*, 2010 y Reyes *et al.*, 2018). Este coeficiente señala que cuando el CTC es próximo a dos (2), los índices fisiológicos de los animales estarían indicando que no hay estrés calórico o que el animal es tolerante al calor (Benezra, 1954).

Se determinó la frecuencia respiratoria (mov/min) cuantificando el número de movimientos del flanco del animal durante 15 segundos, para luego multiplicar el valor por cuatro. Posteriormente, cada animal fue sujetado para la determinación de la

temperatura corporal, que se determinó con un termómetro digital Testo 110 durante 3 min a nivel del recto de cada uno de los animales a una profundidad de 5 cm (Cerqueira *et al.*, 2013 y Sharma *et al.*, 2013).

Tanto TC como FR fueron determinados semanalmente, en 12 semanas, que coincidieron con el registro de los datos climáticos. Las mediciones en los animales se realizaron previo al traslado a los potreros (9:00 horas), la FR se registró en áreas del pastoreo entre las 15:00 y 16:00 horas y la TC después de concluir el mismo, en las instalaciones, con descanso de 10 minutos antes de la medición.

Análisis estadísticos

Se realizó un análisis de varianza, con el efecto de la sesión del día (mañana o tarde). Se obtuvieron las correlaciones de Pearson entre los indicadores fisiológicos y ambientales y se obtuvo la ecuación de regresión entre la temperatura corporal (como variable dependiente) y la frecuencia respiratoria (como variable independiente). Se describieron los indicadores ambientales en los periodos de observación (12 semanas). Para el procesamiento de la información se utilizó el paquete estadístico para ciencias sociales (SPSS, por sus siglas en inglés: Statistical Package for the Social Sciences (SPSS, 2011) versión 8.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontró diferencias ($P < 0,001$) entre la sesión del día (mañana o tarde) para los indicadores fisiológicos en los animales (tabla 1). Todos los indicadores fueron superiores en la sesión de la tarde. Se obtuvo una diferencia de 1,5 °C y 94,1 movimientos/minuto, para la temperatura y frecuencia respiratoria, respectivamente. El CTC, fue mayor en la tarde y en ambos casos superó el valor de dos (2). Lo anterior explica la falta de bienestar térmico en la sesión de la tarde y que los animales incrementaron tanto la frecuencia respiratoria como la temperatura corporal como mecanismos para amortiguar los efectos negativos del estrés calórico.

Tabla 1. Indicadores fisiológicos y ambientales según la sesión del día.

Indicadores	Sesión del día		EE ±
	Mañana	Tarde	
Temperatura Corporal, °C	38,3	39,8	0,02 ***
Frecuencia respiratoria, mov/min	38,8	132,9	3,61 ***
CTC	2,67	6,72	0,05 ***
Temperatura ambiente, °C	24,2	29,5	0,30 ***

Humedad relativa, %	93,4	64,3	0,32 ***
ITH	74,9	79,2	0,21 **

CTC: Coeficiente de tolerancia al calor, ITH: Índice de temperatura y humedad, ** P<0,01 *** P<0,001
 Se obtuvieron correlaciones altas y positivas entre la temperatura del aire y el ITH con los indicadores ambientales (tabla 2). Así mismo, se obtuvieron correlaciones altas y negativas entre humedad relativa e indicadores ambientales. Estos resultados explican la relación que existe entre estos indicadores y la influencia de las condiciones ambientales sobre la fisiología de los ovinos, en este sistema de pastoreo tradicional de monocultivos de pastos naturales sin la presencia de árboles que proyecten sombra.

Tabla 2. Correlaciones entre indicadores fisiológicos y ambientales.

Indicadores ambientales	Indicadores fisiológicos		
	Temperatura corporal	Frecuencia respiratoria	CTC
Temperatura Ambiente	0,6 **	0,68 **	0,71 **
Humedad relativa	-0,69 **	-0,77 **	-0,80 **
ITH	0,5 *	0,58 **	0,62 **

ITH: Índice de temperatura y humedad, CTC: Coeficiente de tolerancia al calor, *p<0,05; **p<0,01.
 Se encontró relación entre las variables temperatura rectal como variable dependiente y la frecuencia respiratoria como variable independiente (figura 1) en la ecuación $Y=0,01 X + 37,791$ con un $R^2=0,70$. El análisis del modelo fue significativo ***, lo que demuestra que es válido y el coeficiente Durvin-Watson resultó 1,71; entre 0 – 4, y demuestra que las observaciones son independientes.

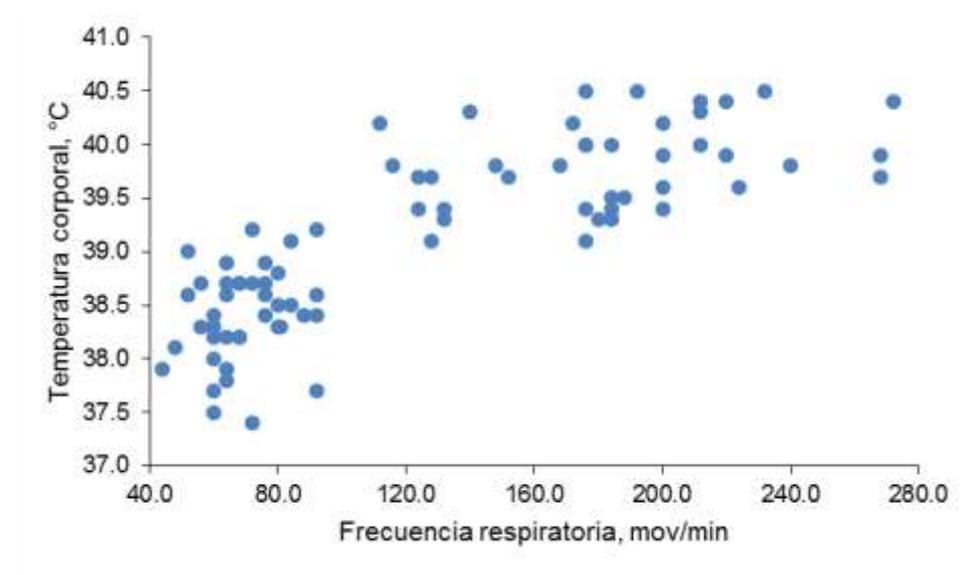


Figura 1. Relación entre frecuencia respiratoria y temperatura rectal en ovinos en sistema de pastoreo tradicional sin sombra.

Los indicadores que relacionan los factores climáticos en la mañana (figura 2) muestran una variación de la temperatura media mínima entre 22,5 y 25,3 °C, a lo largo de los periodos estudiados en las semanas correspondientes a los meses de mayo, julio y septiembre. La humedad relativa en la mañana presentó variaciones entre 90 y 97 %. Los valores más altos estuvieron en las últimas dos semanas de julio con valores de 96 y 97, respectivamente (P7 y P8). El ITH mostró variación para los periodos, con un mínimo de 72,2 y máximo de 77,4. Como condición de alerta en los animales, se encontraron valores por encima de 71, en todas las semanas de los meses estudiados del periodo lluvioso.

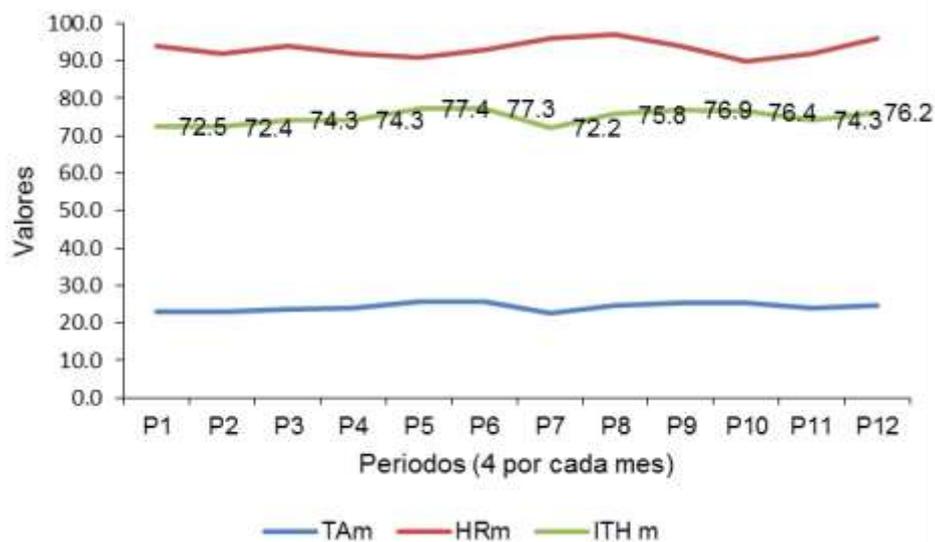


Figura 2. Indicadores ambientales en la mañana: temperatura (°C), humedad relativa (%) e índice de temperatura y humedad.

En la sesión de la tarde los indicadores ambientales (figura 3) presentaron mayores promedios en relación con la sesión de la mañana, en el caso de la temperatura y el ITH. La temperatura ambiente varió entre 24,7 y 33,4 °C, a lo largo de los periodos estudiados en las semanas correspondientes a los meses de mayo, julio y septiembre. La humedad relativa en la tarde presentó variaciones entre 47 y 95 %. El ITH mostró variación para los periodos, con un mínimo de 72,8 y máximo de 83,0. En todas las semanas se encontraron valores superiores a 71 para el ITH en la sesión de la tarde,

lo que explica que los animales se encontraron expuestos a condiciones de estrés por calor en todo el periodo estudiado, en las condiciones de pastoreo.

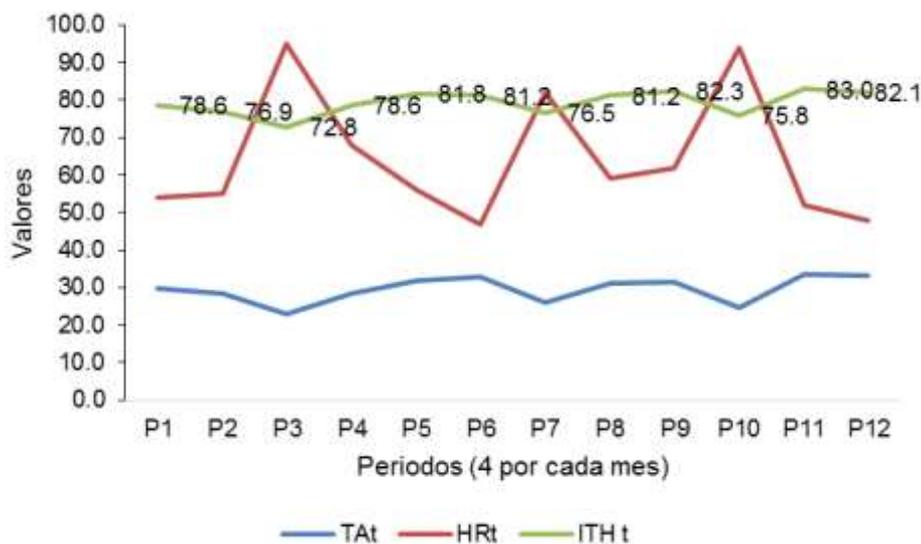


Figura 3. Indicadores ambientales en la tarde: temperatura (°C), humedad relativa (%) e índice de temperatura y humedad.

En este sentido López *et al.* (2015) y Barragán Sierra *et al.* (2021) plantean que las condiciones de estrés por calor afectan el estado de bienestar térmico en ovejas. Así mismo, refieren que en la respuesta al estrés por calor en el ganado ovino aparece una reducción en la ingesta de alimentos acompañada de un aumento de la temperatura corporal y de la frecuencia respiratoria de los animales, lo que se observa en las horas de la tarde, cuando la radiación solar es más intensa y la temperatura ambiente es más elevada. Por otra parte, otros autores se refieren al efecto negativo del estrés por calor en los indicadores sanguíneos (Aleena *et al.*, 2020).

Los cambios en la temperatura rectal y en la frecuencia respiratoria son los dos parámetros fisiológicos más utilizados como medida de bienestar térmico y de adaptabilidad a ambientes adversos. Macías Rioseco *et al.* (2018) expresaron que el índice de temperatura humedad (ITH) del aire es una herramienta para evaluar el impacto ambiental en el ganado, pues permite describir las condiciones del medio ambiente a que son sometidos los animales, así como permite valorar los efectos de este en la capacidad de los animales para disipar el calor.

En las semanas de estudio en los meses de mayo, julio y septiembre del periodo lluvioso (mayo- octubre) la combinación de los valores obtenidos tanto en la mañana como la tarde, de la temperatura y la humedad relativa permitieron que se obtuvieran ITH superiores a 71. Estos resultados explican que los animales están sometidos a

condiciones de estrés por calor tanto en la mañana como la tarde. Resultados comparables obtuvieron Cerqueira *et al.* (2016), en un estudio en vacas lecheras, con las condiciones de ambientales menos confortables en el periodo del año de primavera y verano, cuando las temperaturas fueron superiores a 25 °C y el ITH superó el valor de 72 unidades, con pérdida de la producción de leche (Lino, Pinheiro y Ortunho, 2016), a causa de la falta de bienestar térmico.

El comportamiento de la temperatura, humedad relativa y el ITH en el día, tuvieron un comportamiento significativamente diferente, con los mayores valores en las horas de la tarde. Así mismo se encontraron aumentos significativos en la temperatura corporal y la frecuencia respiratoria de los ovinos en la sesión de la tarde. Estos resultados pueden explicarse por las condiciones de manejos que fueron sometidos los animales, así como las características del sistema de pastoreo. Los animales pastorearon hasta las 16 horas en áreas de gramíneas naturales, con el efecto directo de las radiaciones solares. Este sistema de pastoreo no presentó asociación de árboles que permita la proyección de sombra. En este sentido, autores Oliveira *et al.* (2021), plantearon la necesidad de la incorporación de árboles con alta densidad de siembra, en los sistemas de pastoreo de rumiantes, lo que permite tener un efecto positivo tanto en la conducta de alimentación como en las condiciones de bienestar de los animales.

Los mayores valores en los indicadores ambientales y fisiológicos en los meses del periodo lluvioso indican la necesidad que existe en este sistema de producción de realizar los ajustes necesarios a los factores ambientales. Estos ajustes deben crear condiciones ambientales favorables a los animales en las áreas de pastoreo, a partir de transformar el ecosistema con la introducción del componente arbóreo (Jiménez, Vera y Mora Delgado, 2016), para garantizar sombra en las áreas pastoriles y permita a las ovejas un mejor ambiente térmico. Criterios que coinciden con Macías Rioseco *et al.* (2018) quienes refieren que las ovejas de pelo presentan variaciones en las respuestas termo regulatorias en los meses de verano en un clima desértico.

Se encontraron correlaciones significativas, entre los indicadores fisiológicos y ambientales. Estos resultados explican que los animales estuvieron expuestos a los factores ambientales que provocan estrés por calor y a medida que el ITH fue en aumento los indicadores fisiológicos se afectaron para mantener la homeostasis y regular la temperatura corporal.

Hubo una relación lineal entre la frecuencia respiratoria y la temperatura rectal, que demostró la interacción de estos dos mecanismos en la liberación de calor por los animales. Valores por encima de 80 movimientos/minuto de frecuencia respiratoria y de 39,1 °C de temperatura corporal indican que los animales están en incomodidad térmica. Estos resultados se relacionan con los obtenidos por Reyes *et al.* (2018), quienes refieren respuestas fisiológicas favorables en ovinos bajo sombra en horas de máxima radiación. En relación a lo anterior, Vicente Pérez *et al.* (2018) obtuvieron variaciones en parámetros bioquímicos y hematológicos en ovinos de pelo con y sin sombra bajo condiciones desértica.

Los resultados del presente estudio se relacionan con los de Macías Rioseco *et al.* (2018) quienes encontraron caída en la producción láctea, signos respiratorios agudos y muertes asociadas a estrés calórico en bovinos lecheros de Uruguay. Así mismo, Solórzano Montilla *et al.* (2018) y Wijffels, Sullivan y Gaughan (2021) expresan que el estrés térmico provoca una pérdida de producción y el estado de bienestar de los animales. A largo plazo puede afectarse la condición corporal por limitarse el tiempo al consumo de alimentos en el estado de estrés por calor, así como el incremento de la temperatura rectal y la frecuencia respiratoria, son indicadores directos de la falta de bienestar térmico y respuestas a la regulación de la temperatura corporal.

En este sentido, diferentes autores plantean que los sistemas de pastoreo con la presencia de sombra natural en los trópicos constituyen una opción para reducir los efectos negativos de las altas temperaturas y humedades relativas que provocan estrés por calor (López *et al.*, 2015, Vicente Pérez *et al.*, 2018 y Avendaño Reyes *et al.*, 2020). Los resultados de este estudio implican la necesidad de transformar los sistemas de pastoreo de los ovinos hacia sistemas diversificados con la incorporación de recursos arbóreos en sus diferentes variantes, como cercas vivas, árboles dispersos en potreros, bancos de proteína o sistemas silvopastoriles, así como continuar los estudios que permitan medir el bienestar térmico en sistemas de pastoreo con árboles con diferentes intensidades de radiación solar, con el uso de indicadores no invasivos (Idris *et al.*, 2021), que permitan reducir el estrés y contribuir al bienestar animal.

CONCLUSIONES

Se encontró un efecto significativo de la sesión del día en los indicadores fisiológicos temperatura rectal, frecuencia respiratoria y coeficiente de tolerancia al calor, con los

mayores valores en la tarde. Esto explica las condiciones de falta de bienestar térmico a que están sometidos los animales bajo estas condiciones de explotación.

Se encontró relación entre los indicadores fisiológicos y ambientales, lo que explica que los animales están expuestos a los efectos negativos de las altas temperaturas y humedades relativas en este sistema de producción sin sombra, durante el periodo lluvioso. Tanto en la sesión de la mañana como en la tarde se obtuvieron valores de ITH que favorecieron el estrés de moderado a alto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEENA, J. ... [et al.] (2020). Heat stress impact on blood biochemical response and plasma aldosterone level in three different indigenous goat breeds. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*. Vol. 8, No. 4, pp. 266-275. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.31893/jabb.20034>. Visitado 14 abril 2023.
- AVENDAÑO REYES, L. ... [et al.] (2020). Biological responses of hair sheep to a permanent shade during a short heat stress exposure in an arid region. *Small Ruminant Research*. Vol. 189, 106146. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2020.106146>. Visitado 5 febrero 2023.
- BARRAGÁN SIERRA, A. ... [et al.] (2021). Termorregulación y respuestas reproductivas de carneros bajo estrés por calor. Revisión. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. Vol. 12, No. 3, pp. 910-931. Disponible en: <https://doi.org/10.22319/rmcp.v12i3.5624>. Visitado 20 marzo 2023.
- BENEZRA, M. (1954). A new index for measuring the adaptability of cattle to tropical conditions. *Journal Animal Science*. Vol. 13, Proceeding, pp. 1015.
- CERQUEIRA, J. ... [et al.] (2013). Estudio de indicadores fisiológicos como predictores de estrés térmico de vacas lecheras en norte de Portugal. AIDA, *XV Jornadas sobre Producción Animal*, Tomo I, pp. 40-42.
- CERQUEIRA, J. ... [et al.] (2016). Predicción de estrés térmico en vacas lecheras mediante indicadores ambientales y fisiológicos. *Archivos de Zootecnia*. Vol. 65, No. 251, p. 357-364.
- CHÁVEZ ESPINOZA, M. ... [et al.] (2022). Sistemas de producción de pequeños rumiantes en México y su efecto en la sostenibilidad productiva. *Revista MVZ Córdoba*. Vol. 27, No. 1, pp. e2246-e2246. Disponible en: <https://doi.org/10.21897/rmvz.2246>. Visitado 10 abril 2023.

- DE, K. ... [et al.] (2017). Effect of high ambient temperature on behavior of sheep under semi-arid tropical environment. *International journal of biometeorology*. Vol. 61, No. 7, pp. 1269-1277. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00484-016-1304-y>. Visitado 15 abril 2023.
- ESTACIÓN (2019). Estación climatológica del municipio Venezuela. Provincia Ciego de Ávila.
- IDRIS, M. ... [et al.] (2021). Non-invasive physiological indicators of heat stress in cattle. *Animals*. Vol. 11, 71, pp. 1-16. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ani11010071>. Visitado 22 abril 2023.
- JIMÉNEZ, M., VERA, J.M. y MORA DELGADO, J. (2016). Comparación de resultados de modelación de sombras empleando Qgis y ShadeMotion en un potrero arbolado. *Revista Agroforestería Neotropical*, Vol. 1, No. 6, pp. 41-48. Disponible en: <https://revistas.ut.edu.co>. Visitado 22 abril 2023.
- KIBLER, H.H. (1964). Environmental physiology and shelter engineering. LXVII. Thermal effects of various temperature-humidity combinations on Holstein cattle as measured by eight physiological responses. University of Missouri. Agricultural Experiment Station. Research Bulletin. No. 0862, Disponible en: <https://hdl.handle.net/10355/58200>. Visitado 20 abril 2023.
- LINO, D. M., PINHEIRO, R. S. B., y ORTUNHO, V. V. (2016). Benefícios do bem-estar animal na produtividade e na sanidade de ovinos. *Anais do Fórum Ambiental da Alta Paulista*. Vol. 12, No. 5, pp. 1297-1305.
- LÓPEZ, R. ... [et al.] (2015). Confort térmico y crecimiento de corderas West African pastoreando con y sin acceso a sombra artificial', *Archivos de Zootecnia*. Vol. 64, No. 246, pp. 139-46.
- MACÍAS RIOSECO, M. ... [et al.] (2018). Caída en la producción láctea, signos respiratorios agudos y muertes asociadas a estrés calórico en bovinos lecheros de Uruguay. *Veterinaria (Montevideo)*. Vol. 54, No. 209, pp. 1-9. Disponible en: DOI: 10.29155/VET.54.209.1. Visitado: 25 de abril de 2023.
- MARINHO, G.T.B. ... [et al.] (2023). Bioclimatic Zoning for Sheep Farming through Geostatistical Modeling in the State of Pernambuco, Brazil. *Animals*. Vol. 13, 1124, pp. 1-18. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ani13061124> Visitado 12 junio 2023.

- MOTA, R.D. ... [et al.] (2016). Bienestar Animal. Una visión global de Iberoamérica. España. Elsevier. 516 p.
- OLIVEIRA, C.C. ... [et al.] (2021). Daytime ingestive behaviour of grazing heifers under tropical silvopastoral systems: Responses to shade and grazing management. *Applied Animal Behaviour Science*. Vol. 240, 105360. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2021.105360>. Visitado 20 abril 2023.
- REYES, J. ... [et al.] (2018). Ambiente físico y respuestas fisiológicas de ovinos bajo sombra en horas de máxima radiación. *Archivos de zootecnia*. Vol. 67, No. 259, pp. 318-323. Disponible en: <https://dpi.org/10.21071/az.v67i259.3786>. Visitado 22 abril 2023.
- SERRANO, J.O. ... [et al.] (2022). Determination of typologies of sheep production systems in Ciego de Ávila province. *Cuban Journal of Agricultural Science*. Vol. 56, No. 1, pp. 1-13.
- SHARMA, S. ... [et al.] (2013). Effect of melatonin administration on thyroid hormones, cortisol and expression profile of heat shock proteins in goats (*Capra hircus*) exposed to heat stress. *Small Ruminant Research*. Vol. 112, pp. 216-223. doi: 10.1016/j.smallrumres.-2012.12.008.
- SOLÓRZANO MONTILLA, J. ... [et al.] (2018). Efecto de la presencia de sombra en áreas de pastoreo de ovinos. 2. Actividad animal: Effect of the presence of shade in sheep grazing areas. 2. Animal activity. *Pastos y Forrajes*. Vol. 41, No. 1, pp. 41-49.
- SOUZA, B.B. ... [et al.] (2010). Avaliação do ambiente físico promovido pelo sombreamento sobre o proceso termorregulatório em novilhas leiteiras. *Agropecuária Científica no Semi-Árido*. Vol. 6, No. 2, pp. 59-65. Disponible en: www.cstr.ufcg.edu.br/acsa. Visitado 20 abril 2023.
- SPSS, Statistical Package for the Social Sciences (2011). Institute. SPSS-X. User's Guide. Version 8, Chicago IL. USA.
- VALTORTA, S.E. ... [et al.] (2002). Milk production responses during heat waves events in Argentina. In: American Meteorological Society (Ed.). Conference on Biometeorology and Aerobiology (15th) International Congress on Biometeorology (16th). Kansas City. Mo. Boston. pp. 98-101.
- VERA HERRERA, I.Y. ... [et al.] (2019). Bienestar en ovinos y su evaluación. *AgroProductividad*. Vol. 12, No. 9, pp. 67-73.

VICENTE-PÉREZ, A. ... [et al.] (2018). Parámetros bioquímicos y hematológicos en ovinos de pelo con y sin sombra bajo condiciones desérticas. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*. Vol. 5, No. 14, pp. 259-269.

WIJFFELS, G., SULLIVAN, M. y GAUGHAN, J. (2021). Methods to quantify heat stress in ruminants: Current status and future prospects. *Methods*. Vol. 186, pp. 3-13. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ymeth.2020.09.004>. Visitado 18 abril 2023.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. (1989). Animal Health and Production at Extremes of Weather. Technical Note No. 191. Ginebra. Suiza.

Conflicto de interés

Los autores no declaran conflictos de intereses.



Esta obra está bajo una licencia internacional [Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/). Se permite su copia y distribución por cualquier medio siempre que mantenga el reconocimiento de sus autores, no haga uso comercial de los contenidos y no realice modificación de la misma.