

Efecto de la intensidad de radiación solar del sistema de pastoreo en la conducta de ovinos Pelibuey en el periodo lluvioso

Effect of solar radiation intensity of the grazing system on Pelibuey sheep behavior in rainy season

Jorge Martínez Melo^{1*}, Jorge Orlay Serrano Torres¹, Abel González Morales¹, Norge Fonseca Fuentes², José Carlos Lorenzo Feijó³ y Magaly Herrera Villafranca⁴

¹ Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Ciego de Ávila Máximo Gómez Báez (UNICA), Carretera a Morón km 9 ½ CP: 69450, Ciego de Ávila, Cuba.

² Centro de Estudio de Producción Animal (CEPA), Universidad de Granma (UDG), carretera de Manzanillo km 17 ½ CP: 85100, Granma, Cuba.

³ Universidad de Ciego de Ávila Máximo Gómez Báez, Centro de Bioplasma. Laboratorio de mejoramiento y conservación de recursos fitogenéticos., Ciego de Ávila, 69450, Cuba.

⁴ Instituto de Ciencia Animal, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

RESUMEN

El objetivo fue determinar el efecto de la intensidad de radiación solar del sistema de pastoreo en la conducta de ovinos. El tratamiento 1 consistió en: monocultivo de gramíneas naturales (47 ± 5 lux); el 2: gramíneas naturales con árboles de *Leucaena leucocephala* (34 ± 3 lux); y el 3: gramíneas naturales con árboles de *Manguifera indica* (16 ± 3 lux). Se determinó el tiempo total de cada actividad por sesión del día. Se utilizó un diseño completamente aleatorizado, con arreglo factorial 3x2 (tres intensidades de radiación solar por dos sesiones del día). La conducta en pastoreo fue afectada por la interacción entre los factores. La actividad pastar-caminar fue mayor en los pastoreos de menor nivel de radiación solar (*Leucaena* y *Manguifera*) con 217.50 y 216.38 min respectivamente, en la sesión de la mañana; mientras que todos los tiempos fueron menores en la sesión tarde, con el menor resultado en el pastoreo al sol (108.05 minutos). La reducción de la radiación solar bajo la copa de los árboles favoreció el comportamiento conductual de las ovejas, esto permitió que los animales realizaran actividades de descanso y rumia bajo la sombra de los árboles, con más preferencia en la sesión tarde.

Palabras clave: árboles, bienestar animal, sistema silvopastoral, sombra.

ABSTRACT

The objective of this work was to determine the effect of solar radiation intensity of the grazing system on sheep behavior. Treatment 1, consisted of monoculture of natural grasses (47 ± 5 lux), treatment 2 of natural grasses with *Leucaena leucocephala* trees (34 ± 3 lux) and treatment 3 of natural grasses with *Manguifera indica* trees (16 ± 3 lux). The total time of each activity per daily session was determined. A completely randomized design was used with a 3x2 factorial arrangement (three intensities of solar radiation, two sessions per day). Grazing behavior was affected by the interaction between factors. The grazing-walking activity was higher in the pastures with lower levels of solar radiation (*Leucaena* y

Manguifera), with 217.50 y 216.38 min, respectively, in the morning session, while all times were lower in the afternoon session, with the lowest result in grazing in the sun (108.05 minutes). The reduction of solar radiation under the treetops favored the behavior of the sheep, which allowed the animals to perform resting and ruminating activities under the shade of the trees, more preferably in the afternoon session.

Keywords: trees, animal welfare, silvopastoral system, shade.

INTRODUCCIÓN

La crianza de ovinos es una actividad común en las zonas rurales por las características que presentan estos animales: la adaptación tanto a climas fríos como cálidos, consumo de alimentos fibrosos y por ser gregarios en su conducta (Hinch, 2017). De igual forma, realizan el pastoreo recorriendo grandes distancias para completar el consumo de pastos (Doughty *et al.*, 2016) y presentan mecanismos de termorregulación que les facilitan soportar veranos cálidos en condiciones áridas (Macías-Cruz *et al.*, 2016).

Los sistemas que se utilizan para la explotación de la especie ovina en Cuba, en general son extensivos, a base de gramíneas naturalizadas de menor valor nutritivo que producen bajos rendimientos productivos en los animales (Herrera *et al.*, 2010). En la provincia Ciego de Ávila la producción ovina se desarrolla como una alternativa para sostener el autoconsumo cárnico y la economía familiar (Borroto *et al.*, 2011; Borroto *et al.*, 2019), además predominan los sistemas de pastoreo de baja intensidad, con o sin el suministro de forrajes en corrales.

Los sistemas de producción de ovinos de esta región requieren la introducción de tecnologías sostenibles que incrementen la producción y permitan que los animales permanezcan en condiciones ambientales favorables. Tradicionalmente en estos sistemas los animales realizan un pastoreo continuo al sol en las horas más calurosas del día en monocultivos de gramíneas con o sin sombra, cuando presentan algún tipo de árboles, tanto en el área de pasto-

*Autor para correspondencia: Jorge Martínez Melo
e-mail: martinezmelo79@gmail.com

Recibido: 23 de marzo de 2023

Aceptado: 7 de enero de 2024

Publicado: 19 de febrero de 2024

reo como en cercas vivas. Algunos autores plantean que el uso de los árboles contribuye al bienestar de los rumiantes en pastoreo por la reducción de la radiación solar directa (López-Vigoa *et al.*, 2017).

Lograr reducir los niveles de radiación solar en áreas de pastoreo es de gran utilidad en climas tropicales con altas temperaturas y humedades relativas, como es característico del periodo lluvioso, desde mayo a octubre, donde ocurre entre el 70 y 80 % de las precipitaciones anuales en Cuba. Por otra parte, otros autores se refieren a los beneficios ambientales y productivos que presentan los sistemas silvopastoriles, por el microambiente que generan los árboles, con menores temperaturas y alta humedad relativa a lo largo del día, así como proporcionar una mejor variedad y calidad en la ración de los ovinos, con mejor eficiencia del uso de la tierra, comparados con los sistemas a base de monocultivo de gramíneas (Sousa *et al.*, 2022).

El estudio de la conducta es un método de investigación que se utiliza para evaluar el comportamiento de los animales ante diferentes situaciones, tipos de alimentos, sistemas de manejo y efectos adversos del clima (Lima *et al.*, 2014; De *et al.*, 2017; Solórzano-Montilla *et al.*, 2018). En tal sentido, Hinch (2017) plantea que en los sistemas pastoriles los ovinos son capaces de dedicar gran proporción del tiempo al consumo de los pastos, de acuerdo a la composición y disponibilidad de estos. De igual forma, los rasgos de la conducta pueden mostrar el grado de bienestar de los ovinos en ambientes con altas temperaturas (De *et al.*, 2017). Se tuvo en cuenta la poca información existente de estudios de los sistemas de producción de ovinos con la presencia de árboles de regeneración natural como la *Leucaena leucocephala* y *Manguifera indica*, y su efecto en la conducta en pastoreo en el periodo lluvioso. En Cuba, este último se caracteriza por la ocurrencia del 80 % de las precipitaciones anuales y mayor radiación solar, comparado con el periodo poco lluvioso (CMP, 2020). Por tanto, el objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de la intensidad de radiación solar en el sistema de pastoreo sobre la conducta de ovinos Pelibuey, en el periodo lluvioso.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en los meses que corresponden al periodo lluvioso (mayo a octubre) en una finca de la provincia Ciego de Ávila, Cuba, a 53 msnm, localizada en las coordenadas 21 52'48,6" N y 78 41'32,6" W, con precipitaciones entre 600-800 mm anuales, temperaturas promedio de 26.5 °C y humedad relativa media de 67 % (CMP, 2020).

Animales y tratamientos

Para la realización del presente estudio se respetaron las normas de bienestar animal para la especie ovina y se contó con la aprobación del grupo asesor para el bienestar animal del departamento de Sanidad Animal del Ministerio de la Agricultura Provincial de Ciego de Ávila, Cuba (Anon, 2023). Se utilizaron 18 ovinos machos en crecimiento de la raza Pelibuey con un peso entre 15 y 22 kg, que se dividieron en tres tratamientos de seis animales cada uno. En el tratamiento 1

(control) los animales pastorearon en monocultivo de gramíneas naturales expuestas a la radiación solar directa, con 47 ± 5 lux (media \pm DE), en el tratamiento 2 las ovejas pastorearon en gramíneas naturales con árboles dispersos de *Leucaena leucocephala* con 34 ± 3 lux, y en el tratamiento 3 las ovejas pastorearon en gramíneas naturales con árboles dispersos de *Manguifera indica*, con 16 ± 3 lux. Los valores de radiación solar se midieron entre las 11:00 y 12:00 horas. En el caso de los tratamientos con árboles, la intensidad de radiación solar se midió debajo de la copa de los árboles a 1 m del tronco. Cada grupo de animales pastoreó por separado en un potrero de 0.66 hectáreas. Solo existe una unidad experimental en cada tratamiento por el motivo de contar con solo un potrero con las características diferentes de cada tratamiento en la investigación.

Los tres potreros presentaron las mismas condiciones de composición botánica de acuerdo con el Método de los Pasos (Corbea y García-Trujillo, 1982), con *Bothriochloa pertusa* y *Dichanthium caricosum* (40 %) y *Paspalum notatum* (40 %), especies arvenses como el espartillo (*Sporobolus indicus*) (10 %) y malvas (*Sida rhombifolia*) (10 %). Un total de 12.1 árboles/ha en el caso de *Leucaena leucocephala* (8 árboles en 0.66 ha) y 4.5 árboles/ha con la especie *Manguifera indica* (3 árboles en 0.66 ha). El ancho de la copa y la altura de las ramas inferiores de los árboles en el periodo lluvioso fueron de 2.5 y 1.7 metros para *Leucaena leucocephala* y en *Manguifera indica* de 6.5 y 1.8 metros, respectivamente. En los tratamientos 2 y 3 el mismo número de ovejas tuvieron la oportunidad de un espacio bajo la copa de los árboles, pues contaron con 26,1 m² y 66,0 m² de sombra por animal, para los tratamientos 2 y 3, respectivamente.

Manejo de los animales

Los animales pastorearon dos veces al día, por la mañana entre las 8:00 y 12:00 horas, mientras que en la tarde de 14:00 a 18:00 horas, que constituyó el horario de observación. El resto del tiempo permanecieron en los corrales de sombra, donde se ofertó 0.5 kg de materia fresca por animal, de forraje molido de *Pennisetum purpureum*, la sal común y agua se ofrecieron a voluntad. Antes del periodo experimental los animales tuvieron 21 d de adaptación al sistema de pastoreo.

Procedimiento experimental

Las observaciones directas discontinuas del comportamiento etológico de los animales se realizaron en seis días totales en el periodo lluvioso, con una frecuencia cada 15 días en los meses de mayo, junio y julio, por dos observadores previamente entrenados, que se mantuvieron a una distancia de 15 metros de las ovejas. Se registró la cantidad de animales cada 10 minutos en las actividades: pastar-caminar, otras actividades, rumiar a la sombra, descansar a la sombra, rumiar al sol y descansar al sol. Se incluyeron en otras actividades lamer, rascar, agredir, desplazarse y ramonear.

Se aplicó el método descrito por Petit (1972), para determinar el tiempo (minutos) en las actividades, en cada observación. Para ello se multiplicó el número de animales

en cada actividad por el intervalo de medición (10 minutos) y se dividió por el total de animales en el tratamiento. Luego se sumó el tiempo total (en minutos) de cada actividad en cada sesión de pastoreo (mañana y tarde).

Análisis estadístico

Se realizó un análisis de varianza, según diseño completamente aleatorizado, con arreglo factorial 3x2 (tres intensidades de radiación solar por dos sesiones del día, mañana y tarde). Los valores del tiempo se transformaron según raíz de $(x+0.5)$.

Los datos de la conducta fueron analizados de acuerdo al modelo estadístico.

$Y_{ij} = \mu + G_i + H_j + (GH)_{(ij)} + e_{(ij)}$, donde:

Y_{ij} = Valor obtenido de la actividad analizada

μ = media general del experimento

G_i = efecto de la intensidad de radiación solar $i = 1, 2, 3$

H_j = efecto de la sesión del día $j = 1, 2$

$(GH)_{(ij)}$ = efecto de la interacción entre la intensidad de radiación solar i y sesión del día j

$e_{(ij)}$ = error aleatorio asociado con las observaciones Y_{ij} .

Se utilizó el análisis de correlación entre las actividades

de la conducta. Para las diferencias entre medias se aplicó la prueba de rango múltiple de Tukey con nivel de significancia de $p < 0.05$. 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

En todas las actividades de la conducta se encontró interacción significativa ($p < 0.001$) entre las intensidades de radiación solar del pastoreo y la sesión del día (Tablas 1, 2 y 3). Los mayores tiempos dedicados a la actividad de pastar-caminar fueron en los tratamientos con menor nivel de radiación solar en el pastoreo (*Leucaena* y *Manguifera*) y en la sesión de la mañana (Tabla 1). Por el contrario, todos los tiempos fueron menores en la sesión de tarde, con el menor resultado en el grupo que pastorea al sol, que representó el 45% del tiempo. La proporción de los tiempos que los ovinos dedicaron a pastar-caminar en la sesión de la mañana, en los tratamientos con menor radiación solar (*Leucaena* y *Manguifera*) fueron del 90.6 y 90.2 %, respectivamente, mientras que en la tarde los tiempos a pastar-caminar representaron 45.0, 61.3 y 63.6 %, para los tratamientos al sol, *Leucaena* y

Tabla 1. Efecto del tratamiento y sesión del día en las actividades pastar-caminar y otras.

Table 1. Effect of treatment and daily session on grazing-walking and other activities.

Actividades	Sesión (horas)	Pastoreo			± EE P
		Al sol 47 ± 5 lux	Con <i>Leucaena</i> 34 ± 3 lux	Con <i>Manguifera</i> 16 ± 3 lux	
Pastar-caminar	Mañana 8:00-12:00	14.13 ^b (199.44)	14.76 ^a (217.50)	14.72 ^a (216.38)	± 0.036 0.000
	Tarde 14:00-18:00	10.41 ^d (108.05)	12.15 ^c (147.22)	12.37 ^c (152.77)	
Otras actividades	Mañana 8:00-12:00	2.15 ^b (4.16)	2.72 ^a (6.94)	2.08 ^b (3.88)	± 0.033 0.000
	Tarde 14:00-18:00	2.27 ^b (4.72)	1.47 ^c (1.66)	1.71 ^c (2.50)	

a, b, c, d Medias con superíndices no comunes difieren significativamente a $p < 0.05$ (Tukey), () Datos originales en minutos.

Tabla 2. Efecto del tratamiento y sesión del día en las actividades a la sombra.

Table 2. Effect of treatment and daily session on activities in the shade.

Actividades	Sesión (horas)	Pastoreo			±EE P
		Al sol 47 ± 5 lux	Con <i>Leucaena</i> 34 ± 3 lux	Con <i>Manguifera</i> 16 ± 3 lux	
Rumiar a la sombra	Mañana 8:00-12:00	0.70 ^d (0.00)	2.08 ^c (3.88)	2.15 ^c (4.16)	±0.032 0.000
	Tarde 14:00-18:00	0.70 ^d (0.00)	6.68 ^a (44.16)	6.13 ^b (37.22)	
Descansar a la sombra	Mañana 8:00-12:00	0.70 ^d (0.00)	2.90 ^c (8.05)	3.99 ^b (15.83)	±0.070 0.000
	Tarde 14:00-18:00	0.70 ^d (0.00)	6.63 ^a (43.61)	6.89 ^a (47.50)	
Tiempo total a la sombra	Mañana 8:00-12:00	0.70 ^d (0.00)	3.51 ^c (11.94)	4.50 ^b (20.00)	±0.061 0.000
	Tarde 14:00-18:00	0.70 ^d (0.00)	9.39 ^a (87.77)	9.21 ^a (84.72)	

a, b, c, d Medias con superíndices no comunes difieren significativamente a $p < 0.05$ (Tukey), () Datos originales en minutos.

Tabla 3. Efecto del tratamiento y sesión del día en las actividades al sol.
Table 3. Effect of treatment and daily session on activities under the sun.

Actividades	Sesión (horas)	Pastoreo			± EE P
		Al sol 47 ± 5 lux	Con <i>Leucaena</i> 34 ± 3 lux	Con <i>Manguifera</i> 16 ± 3 lux	
Rumiar al sol	Mañana 8:00-12:00	3.10 ^b (9.16)	0.70 ^d (0.00)	0.70 ^d (0.00)	± 0.024 0.000
	Tarde 14:00-18:00	7.00 ^a (48.61)	1.34 ^c (1.38)	0.70 ^d (0.00)	
Descansar al sol	Mañana 8:00-12:00	5.25 ^b (27.22)	1.94 ^c (3.33)	0.70 ^e (0.00)	± 0.036 0.000
	Tarde 14:00-18:00	8.94 ^a (79.44)	1.55 ^d (1.94)	0.70 ^e (0.00)	

a, b, c, d, e Medias con superíndices no comunes difieren significativamente a $p < 0.05$ (Tukey), () Datos originales en minutos.

Manguifera, respectivamente. El tiempo que los animales dedicaron a otras actividades fue mayor cuando pastorearon con *Leucaena* en la sesión de la mañana y menor en la sesión de la tarde cuando pastorearon con menor nivel de radiación solar (*Leucaena* y *Manguifera*).

La actividad rumiar a la sombra (Tabla 2) presentó el mayor valor en el pastoreo con *Leucaena* en la sesión de la tarde, mientras que en el pastoreo con *Manguifera* en la sesión de la tarde fue mayor que cuando pastaron con árboles en la sesión de la mañana. El pastoreo al sol, con mayor nivel de radiación solar no permitió a los animales la opción de realizar actividades conductuales de preferencia a la sombra. La rumia a la sombra, en los tratamientos con menor nivel de radiación solar (*Leucaena* y *Manguifera*), en la sesión de la tarde, representaron el 18.4 y 15.5 % del tiempo en dicha sesión.

Los ovinos dedicaron mayor tiempo al descanso a la sombra cuando estuvieron expuestos a un nivel medio y menor de radiación solar en el pastoreo (*Leucaena* y *Manguifera*) respectivamente durante la sesión de la tarde (Tabla 2). En este sentido, el tiempo total a la sombra, registró un comportamiento semejante con el descanso a la sombra. El pastoreo de los ovinos en cuarteles con *Leucaena* y *Manguifera*, favoreció que dedicaran el 20.7 y 21.8 % del tiempo total de pastoreo a actividades a la sombra, respectivamente.

La actividad de rumia al sol fue mayor en los animales que pastorearon al sol en la sesión de la tarde, seguido de este mismo grupo en la sesión de la mañana (Tabla 3). En los tratamientos con árboles esta actividad no fue preferida por los animales en la sesión de la mañana, ni en la sesión de la tarde para el tratamiento con menor nivel de radiación

solar (*Manguifera*). Por otra parte, el descanso al sol alcanzó los mayores valores en el pastoreo al sol, con mayor nivel de radiación solar, en la sesión de la tarde, que representó el 33.1 % del tiempo total de pastoreo en dicha sesión. En el tratamiento con árboles de *Leucaena* se registró un nivel menos preferido de esta actividad, mientras que en el pastoreo con *Manguifera* no se registró la misma. Se obtuvieron correlaciones altas y negativas (Tabla 4) para el tiempo dedicado a pastar-caminar al considerar el dedicado a rumiar a la sombra (-0.98), el dedicado a descansar a la sombra (-0.96) y el tiempo total a la sombra (-0.99).

DISCUSIÓN

La actividad de pastar-caminar ocupó el mayor tiempo en las ovejas (Tabla 1), resultado que se explica por el tiempo de pastoreo, de ocho horas al día, y la necesidad de satisfacer las necesidades de consumo de pastos. En otros estudios, Alvarado-Canché *et al.* (2017) constataron en seis horas de pastoreo en sistemas silvopastoriles con *Leucaena leucocephala*, 140 y 117 min que los ovinos dedicaron al consumo de alimentos, en la sesión mañana y tarde, respectivamente, resultados inferiores a los del presente estudio, en los tratamientos con árboles. Lo anterior pudiera explicarse por el menor tiempo de observación en pastoreo que utilizaron estos autores. En contraste, Silva *et al.* (2015) obtuvieron tiempos dedicados al pastoreo en ovejas, entre 354 y 357 min al día, en diez horas continuas de observación en pastoreo.

El comportamiento obtenido (Tabla 1) indicó un mayor aprovechamiento del tiempo en pastoreo. Los animales dedicaban más de la mitad del tiempo al consumo de alimentos, con mayor aprovechamiento del tiempo de pastoreo

Tabla 4. Correlaciones entre la actividad pastar y las actividades realizadas a la sombra en los tratamientos con árboles.**Table 4.** Correlations between grazing activity and activities carried out in the shade in the treatments with trees.

Actividades		Rumiar a la sombra	Rumiar al sol	Descansar a la sombra	Descansar al sol	Tiempo total a la sombra
Pastar-caminar	r	-0.98	-0.53	-0.96	0.20	-0.99
	p	0.000	0.007	0.000	0.343	0.00

restringido para poder cubrir sus necesidades de ingestión de materia seca. Solórzano-Montilla *et al.* (2018) constatan la importancia del pastoreo en los ovinos en clima cálido, con la presencia de sombra, donde las ovejas pastaron en áreas de pastos naturales, con bajo valor nutritivo y dedicaron una alta proporción del tiempo al consumo de los mismos.

La intensidad de radiación solar en el sistema de pastoreo afectó el comportamiento etológico de las ovejas, con mayores tiempos a la actividad de pastar-caminar cuando se realizó asociado a árboles (Tabla 1). El horario de la mañana fue más preferido para esta actividad en presencia de árboles. Estos resultados pueden explicarse por varios factores como las condiciones ambientales y de mayor bienestar térmico que garantizan los árboles en las áreas de pastoreo, con una reducción de la intensidad de la radiación solar. Estas condiciones influyen favorablemente para que los animales satisfagan sus necesidades fisiológicas (Doughty *et al.*, 2016; Hinch, 2017).

Resultados diferentes obtuvieron Solórzano-Montilla *et al.* (2018), en ovejas mestizas West African, quienes reportaron un efecto de la presencia de sombra en el pastoreo, con mayor proporción del tiempo a esta actividad cuando las ovejas pastorearon sin presencia de sombra, comparado con sombra artificial. Resultados que pueden estar explicados por la mayor preferencia a la sombra, en detrimento del tiempo al pastoreo, cuando tuvieron acceso a la misma en un clima tropical. Así mismo, por el manejo del pastoreo de los animales, si se tiene en cuenta que estaban sometidos a un pastoreo restringido de 8:00 a 15:00 horas, lo que implicaba un mayor aprovechamiento del tiempo en la actividad de pastar.

La interacción obtenida entre la intensidad de radiación solar y la sesión del día para la actividad pastar-caminar indica que los animales prefirieron realizar un mayor pastoreo en las horas más frescas del día, mientras que la presencia de árboles contribuyó a incrementar el tiempo en esta actividad comparado con el pastoreo al sol, en las horas más calurosas (tarde). En este sentido, una mayor proporción del tiempo en pastoreo en la sesión de la mañana fue reportada por Zambrano *et al.* (2010) en ovinos en un sistema silvopastoril con árboles de Samán (*Pithecellobium saman*) y Guácimo (*Guazuma ulmifolia*).

Los resultados obtenidos se relacionan con lo señalado por De Oliveira *et al.* (2013), quienes observaron una mayor intensidad de pastoreo en la mañana y al final de la tarde en ovejas Santa Inés. Así como los de Barreto *et al.* (2020) y Karvate Junior *et al.* (2020) quienes señalaron que en los sistemas silvopastoriles la intercepción de la radiación directa de los rayos del sol puede modificar los parámetros del microclima y mejorar el bienestar térmico en los animales. Otros autores (Pent *et al.*, 2020) obtuvieron resultados comparables al presente estudio, al estudiar la conducta de ovinos en tres sistemas pastoriles, uno con árboles de *Junglans nigra* L. (Nogal negro americano), otro con árboles *Gleitsia triacanthos* L. (acasia de tres espinas) y el pastoreo abierto sin árboles. Estos autores encontraron que los ovinos que pastaron en el

sistema donde la sombra fue más profunda (*Junglans nigra* L.), que la sombra disponible de los árboles de acasia (*Gleitsia triacanthos* L.) pasaron más tiempo pastando y lo hicieron con más frecuencia y de manera más uniforme durante las horas del mediodía en comparación con los otros sistemas.

Las actividades (Tabla 2) a la sombra presentaron interacción entre la intensidad de radiación solar del sistema de pastoreo y la sesión del día. Los animales dedicaron más tiempo tanto a rumiar como a descansar a la sombra en la sesión de la tarde, cuando tuvieron acceso a los árboles en el pastoreo. El pastoreo de las ovejas en las dos variantes de sistema silvopastoril de regeneración natural y de baja densidad de árboles (con *Leucaena* y *Manguifera*) puede favorecer los patrones de conductas, pues los animales tienen la opción de realizar actividades a la sombra de los árboles donde existen menores valores de radiación solar. En este sentido, Pinto *et al.* (2014) y Guevara *et al.* (2016) plantearon que la disponibilidad y características de los alimentos ofertados en los sistemas silvopastoriles, influyeron en el tiempo que dedican al consumo de alimentos y contribuye a favorecer el tiempo al descanso y rumia en estos sistemas.

Los resultados de las actividades (Tabla 1 y 2) se relacionan con los de van Cleef *et al.* (2021) quienes estudiaron el efecto del pastoreo sin sombra y dos arreglos de árboles (con sombra moderada y sombra intensa, con 786 y 1190 árboles por hectárea de *Eucalyptus grandis*, respectivamente), en la conducta de ovinos. Determinaron que los animales que pastorearon en el sistema con sombra intensa pasaron más tiempo echados, parados y en otras actividades, comparados con los animales que pastorearon al sol y con sombra moderada. Estos autores determinaron que el sistema silvopastoril fue eficiente para evitar el estrés por calor y mejoró el bienestar térmico de los ovinos.

En este sentido, Vieira *et al.* (2021) obtuvieron que las ovejas expuestas en ambiente de sombra en un sistema silvopastoril con árboles de Laureles marrones (*Cordia trichotoma* (Vell.) Arráb. ex Steud.) pasaron menos tiempo parados en reposo, mientras que tuvieron mayor preferencia por caminar y pastar a través del día, especialmente durante el periodo más caluroso, después de las 15:00 horas. Las ovejas en el silvopastoreo experimentaron menor carga de calor radiante y expresaron un comportamiento de bienestar térmico, comparado con el sistema de pastoreo al sol.

Los mayores tiempos dedicados tanto a la rumia como al descanso al sol (Tabla 3) se presentaron en los ovinos sometidos al pastoreo al sol. La reducción de la radiación solar debajo de los árboles favoreció que los tiempos a la rumia y descanso al sol fueran menores. Se destacó el tratamiento con menor radiación solar (*Manguifera*) donde los animales no realizaron actividades al sol. Estos resultados pueden estar explicados por las características de los árboles y la proyección de la sombra, que debajo de los árboles de *Manguifera indica* presentaron los menores valores de radiación solar. En este sentido, en estos sistemas se requieren estudios que relacionen otros indicadores, como los fisiológicos y ambientales (la humedad relativa).

Estos resultados ponen de manifiesto la importancia de la presencia de árboles en los sistemas pastoriles y se pueden asociar con las condiciones más favorables de bienestar térmico a la sombra de estos. Al respecto, Reyes *et al.* (2018) plantearon que la sombra natural o artificial promueve mecanismos de enfriamiento de los animales. Así mismo, la reducción del tiempo dedicado al consumo y rumia, el incremento del tiempo en la posición de pie y el jadeo son conductas que evidencian reducciones del bienestar térmico (Lima *et al.* 2014; De *et al.* 2017).

Los resultados del presente estudio se relacionan con los obtenidos por Karvatte Junior *et al.* (2016) quienes estudiaron sistemas silvopastoriles con alta densidad de árboles (227 y 357 árboles/ha) y encontraron cambios en el microclima con una reducción entre 2 y 9 °C en la temperatura del aire debajo de los árboles, asociado a las características morfológicas y densidad de los árboles. En este sentido, la densidad y orientación de los árboles en los sistemas silvopastoriles pueden mejorar el bienestar, con pocas horas de estrés térmico y poca carga radiante. Así mismo, los sistemas silvopastoriles pueden ayudar a la adaptación al cambio climático de los sistemas ganaderos por los cambios en el microclima inducido por los árboles (Pezzopane *et al.*, 2019).

El comportamiento de las ovejas en pastoreo (Tabla 2 y 3) se relaciona con otras investigaciones, donde se demostró la preferencia por la sombra artificial en ovejas, que la usaron para pastorear, descansar echadas, rumiar de pie y echadas, en las horas más calurosas del día (Solórzano-Montilla *et al.*, 2018). Al respecto, López *et al.* (2015) sugieren que podría ser una solución para mitigar el efecto de la temperatura ambiente por reducción del calor extra en el animal debido a la disminución de la carga radiante. Así mismo, la sombra natural puede modificar el ambiente térmico en áreas de pastoreo (Sousa *et al.*, 2015) y la inclusión de los árboles en los sistemas pastoriles puede aumentar la calidad de la biomasa de la ración (López-Vigoa *et al.*, 2017; López-Ortiz *et al.*, 2021).

Las correlaciones obtenidas (Tabla 4) explican el comportamiento inverso que las ovejas realizaron en las actividades de pastar-caminar en relación con la rumia y el descanso, ambas a la sombra. Los resultados obtenidos mostraron que los animales tienen preferencia por el descanso y rumia bajo la sombra de árboles en relación con el descanso al sol en estos sistemas silvopastoriles. Silva *et al.* (2015) indicaron que la mayor intensidad del pastoreo y la rumia ocurrían en la mañana, y asociaron tal conducta a las mejores condiciones climáticas durante ese horario. En este sentido, la preferencia de sombra fue asociada con el tiempo total en la actividad de rumia y descanso en sistemas con árboles, a un tiempo proporcionalmente mayor a estas actividades a medida que los animales pastorearon en sistemas con 5, 227 y 357 árboles por hectárea (Oliveira *et al.*, 2021).

En este sentido, según Macías-Cruz *et al.* (2016) y Macías-Cruz *et al.* (2018) las ovejas pueden desarrollar mecanismos de adaptación a las condiciones ambientales para adaptarse bien a altas temperaturas, estos criterios coinciden con Vicente *et al.* (2020), quienes plantearon que los ovinos de pelo son

más resistentes a los efectos del calor comparados con otras especies. Al respecto, es importante continuar con los estudios para relacionar la conducta con indicadores ambientales (índice de temperatura y humedad), parámetros fisiológicos (temperatura y frecuencia respiratoria) de los animales en estos sistemas de pastoreo con diferentes niveles de radiación solar y diferentes niveles de densidad de árboles.

Cándido *et al.* (2023) señalaron que los sistemas silvopastoriles reducen el perfil de calor comparado con las condiciones de pastos totalmente expuestos a la radiación solar, los servicios del ecosistema proveídos por los árboles influyen en la regulación térmica del sistema. En este sentido, las condiciones microclimáticas explican la mayor presencia de animales en el sistema silvopastoril en busca del bienestar térmico que proveen los árboles, especialmente en las horas de mayor temperatura del día.

CONCLUSIONES

La conducta de las ovejas en pastoreo fue afectada por las interacciones entre la intensidad de radiación solar en el pastoreo y la sesión del día. Los menores niveles de radiación solar, por la presencia de árboles en el sistema de pastoreo, favoreció que los ovinos dedicaran más tiempo al sistema pasta-caminar en la sesión matutina. La reducción de la radiación solar bajo la copa de los árboles favoreció el comportamiento etológico de las ovejas. Los animales realizaron actividades bajo la sombra de los árboles con preferencia en la sesión vespertina. En el sistema silvopastoril con menor radiación solar (*Manguifera indica*) los animales no prefirieron las actividades de rumia y descanso al sol.

CONFLICTOS DE INTERESES

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses relacionados con esta publicación.

REFERENCIAS

- Alvarado-Canché, A., Candelaria-Martínez, B., Castillo-Sánchez, L. E., Piñeiro-Vázquez, A. T. y Canul-Solis, J. R. 2017. Comportamiento productivo y alimenticio de ovinos en pastoreo en sistemas silvopastoriles con *Leucaena leucocephala* y *Cynodon plectostachyus*. *Revista Bio Ciencias*. 4(6): 1-11.
- Anon. 2023. Grupo de bienestar animal. Departamento de Sanidad Animal, Ministerio de la Agricultura provincial, Ciego de Ávila, Cuba.
- Barreto, C.D., Alves, F.V., de Olivera Ramos, C.E.C de O., Leite, M.C. de P., Leite, L.C. y Karvatte Junior, N. 2020. Infrared thermography for evaluation of the environmental thermal comfort for livestock. *International Journal of Biometeorology*. 64(5): 881-888.
- Borroto, A., Peña, P., Negrín, A., Pérez, A.M., Ramírez, I. y Sotuyo, N. 2019. Impactos de la transferencia de saberes en fincas ovinas y cunícolas de Ciego de Ávila. *Universidad & Ciencia*. 8(Especial): 146-163.
- Borroto, A., Pérez-Carmenate, R., Mazorra, C.A., Pérez-Carmenate, A., Barrabí, M. y Arencibia, A.C. 2011. Caracterización socioeconómica y tecnológica de la producción ovina en Ciego de Ávila, región Central de Cuba (Parte I). *Pastos y Forrajes*. 34(2): 199-210.

- Cândido, A. T., Guerreiro Martorano, L., Cândido, B. U., Nascimento, W., Dias, C. T., Lisboa, L. S., Fernandes, P. C., Silva, A. R., Dias-Filho, M. B., y Beldini, T. P. 2023. Infrared thermal profiles in silvopastoral and full-sun pastures in the eastern Amazon, Brazil. *Forests*. 14(7): 1463.
- CMP. 2020. Centro provincial de meteorología Ciego de Ávila. Estación Meteorológica del Territorio (78346) Venezuela.
- Corbea, L.A. y García Trujillo, R. 1982. Método de muestreo en pastos y forrajes. Matanzas, Cuba: Mimeo. EEPF Indio Hatuey, 1982.
- De Oliveira, F.A. de, Turco, S.H.N., Aaraújo, G.G.L. de., Clemente, C.A.A., Voltolini, T.V. y Garrido, M.S. 2013. Comportamento de ovinos da raça Santa Inês em ambientes com e sem disponibilidade de sombra. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 17(3): 346-351.
- De, K., Kumar, D., Saxena, V. K., Thirumurugan, P. y Naqvi, S.M.K. 2017. Effect of high ambient temperature on behavior of sheep under semiarid tropical environment. *International Journal of Biometeorology*. 61(7): 1269-1277.
- Doughty, A.K., Ferguson, D., Matthews, L.R. y Hinch, G.N. 2016. Assessing feeding motivation in sheep using different behavioural demand models and measures. *Applied Animal Behaviour Science*. 180: 43-50.
- Guevara, R., Roca, A., Lascano, P., Arcos, C., Vera, J., Guevara, G.V., Curbelo, L., Galarza, D. y Soto, S. 2016. Influencia del algarrobo en la conducta y producción de leche de vacas en pastoreo. II. Período lluvioso. *Revista de Producción Animal*. 28(1): 10-15.
- Herrera, J., Jordán, H. y Senra, A.F. 2010. Aspectos del manejo y alimentación de la reproductora ovina Pelibuey en Cuba. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 44(3): 211-219.
- Hinch, G. N. 2017. *Understanding the natural behaviour of sheep*. Edited by: Drewe M. Ferguson, Caroline Lee and Andrew Fisher. In: *Advances in Sheep Welfare*. 1-15. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-08-100718-1.00001-7>.
- Karvatté Junior, N., Klosowski, E.S., Almeida, R.G., Mesquita, E.E., Oliveira, C.C. y Alves, F.V. 2016. Shading effect on microclimate and thermal comfort indexes in integrated crop-livestock-forest systems in the Brazilian Midwest. *International Journal of Biometeorology*. 60(12): 1933-1941.
- Karvatté Junior, N., Myage, E.S., de Oliveira, C.C., Barreto, C.D., Mastelaro, A.P., Bungenstab, D.J. y Villa, F.A. 2020. Infrared thermography for microclimate assessment in agroforestry systems. *Science of The Total Environment*. 731: 139252.
- Lima, C.B., Costa, T.G.P., Nascimento, T.L., Júnior, D.M.L., Silva, M.J.M.S. y Mariz, T.M.A. 2014. Comportamento ingestivo e respostas fisiológicas de ovinos em pastejo no semiárido. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*. 2(1): 26-34.
- López, R., Pinto, L.S., Perozo, D., Pineda, J., Oliveros, I., Chacón, T., Rossini, M., y Ríos de Álvarez, L. 2015. Confort térmico y crecimiento de corderas West African pastoreando con y sin acceso a sombra artificial. *Archivos de Zootecnia*. 64(246): 139-146.
- López-Ortiz, S., Valenzuela-González, V., Pérez-Ramírez, E., Vargas-Mendoza, M., Jarillo-Rodríguez, J., Salazar-Ortiz, J., y Diaz-Rivera, P. 2021. Foraging behaviour and dry matter intake by lambs in a silvopastoral system.. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios Sp*. 2: e2913.
- López-Vigoa, O., Sánchez, T., Iglesias, J.M., Lamela, L., Soca, M., Arece, J. y Milera, M. 2017. Los sistemas silvopastoriles como alternativa para la producción animal sostenible en el contexto actual de la ganadería tropical. *Pastos y Forrajes*. 40(2): 83-95.
- Macías-Cruz, U., Gastélum, M.A., Avendaño, L.R., Correa, A.C., Mellado, M., Chay, A.C. y Arechiga, C.F. 2018. Variaciones en las respuestas termoregulatorias de ovejas de pelo durante los meses de verano en un clima desértico. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 9(4): 738-753.
- Macías-Cruz, U., López-Baca, M.A., Vicente, R., Mejía, A., Álvarez, F.D., Correa-Calderón, A., Meza-Herrera, C., Mellado, M., Guerra-Liera, J., y Avendaño-Reyes, L. 2016. Effects of seasonal ambient heat stress (spring vs. summer) on physiological and metabolic variables in hair sheep located in an arid region. *International Journal of Biometeorology*. 60(8): 1279-1286.
- Oliveira, C.C., Giolo, R., Karvatté, N., Delmar, S., Bungenstab, D.J. y Villa, F. 2021. Daytime ingestive behaviour of grazing heifers under tropical silvopastoral systems: Responses to shade and grazing management. *Applied Animal Behaviour Science*. 240: 1-7. 105360.
- Pent, G.J., Greiner, S.P., Munsell, J.F., Tracy, B.F. y Fike, J.H. 2020. Lamb performance in hardwood silvopastures, II: animal behavior in summer. *Translational Animal Science*. 4(1): 363-375.
- Petit, M. 1972. Emploi du temps des troupeaux de vaches-mères et de leurs veaux sur les pâturages d'altitude de l'aubrac. *Annales de Zootechnie*. 21(1): 5-27. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00887147>.
- Pezzopane, J.R.M., Nicodemo, M.L.F., Bosi, C., Garcia, A.R. y Lulu, J. 2019. Animal thermal comfort indexes in silvopastoral systems with different tree arrangements. *Journal of thermal biology*. 79: 103-111.
- Pinto, R., Ortega, L., Gómez, H., Guevara, F. y Hernández, D. 2014. Comportamiento animal y características de la dieta de bovinos pastoreando estrella africana sola y asociada con árboles. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 5(3): 365-374.
- Reyes, J., Herrera, M., Marquina, J.R., Enjoy, D.D. y Pinto-Santini, L. 2018. Ambiente físico y respuestas fisiológicas de ovinos bajo sombra en horas de máxima radiación. *Archivos de Zootecnia*. 67(259): 318-323.
- Silva, T.P., Marques, C.A., Torreão, J.N., Bezerra, L.R., Araújo, M.J., Gottardi, F.P., Edvan, R.L. y Oliveira, R.L. 2015. Ingestive behaviour of grazing ewes given two levels of concentrate. *South African Journal of Animal Science*. 45(2): 180-187.
- Solórzano-Montilla, J., Pinto-Santini, L., Camacaro-Calvete, S., Vargas-Guzmán, D. y Ríos-de Álvarez, L. 2018. Efecto de la presencia de sombra en áreas de pastoreo de ovinos. 2. Actividad animal. *Pastos y Forrajes*. 41(1): 41-49.
- Sousa, L.F., Maurício, R.M., Paciullo, D.S.C., Silveira, S.R., Ribeiro, R.S., Calsavara, L.H. y Moreira, G.R. 2015. Forage intake, feeding behavior and bio-climatological indices of pasture grass, under the influence of trees, in a silvopastoral system. *Tropical Grasslands – Forrajes Tropicales*. 3(3): 129-141.
- Sousa, M.S., de Oliveira, M.E., Leal, T.M., Martins, M., Azevedo, A., Fiares, W., Luis, A. y Zacharias, M. 2022. Productivity performance of sheep in silvopastoral systems with cashew tree compared to grass monoculture. *Journal of Agricultural Studies*. 10(2): 36-51.
- SPSS, Statistical Package for the Social Sciences (2011). Institute. SPSS-X. User's Guide. Version 8, Chicago IL. USA.



- van Cleef, F.O.S., van Cleef, E.H.C., de Abreu Santos, D.J., Ribas, C.M., Longhini, V.Z. y Ruggieri, A.C. 2021. Physiological and behavioural responses of sheep grazing in a tropical silvopastoral system. *Animal Production Science*. 61(15): 1564-1574.
- Vicente, R., Macías, U., Avendaño, L., Correa, A.C., de los Ángeles, M. y Lara, A.L. 2020. Impacto del estrés por calor en la producción de ovinos de pelo. Revisión. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 11(1): 205-222.
- Vieira, F.M.C., Pilatti, J.A., Czekoski, Z.M.W., Fonsêca, V.F.C., Herbut, P., Angrecka, S., de Souza Vismara, E., de Paulo Macedo, V., dos Santos, M.C.R., y Paśmionka, I. 2021. Effect of the silvopastoral system on the thermal comfort of lambs in a subtropical climate: A preliminary study. *Agriculture*. 11, 790.
- Zambrano, C., Altuve, E., Zambrano, L. y Parraga, C. 2010. Conducta de ovinos a pastoreo en sistema silvopastoril tradicional con predominio de Samán (*Pithecellobium saman*) y Guácimo (*Guazuma ulmifolia*). *Revista Unellez de Ciencia y Tecnología*. (Volumen Especial): 29-34.