

## Effect of natural shade on the grazing behavior of breeding ewes from Pelibuey breed

### Efecto de la sombra natural en la conducta en pastoreo de ovejas reproductoras de la raza Pelibuey

J.O. Serrano<sup>1\*</sup>, J. Martínez-Melo<sup>1</sup>, Magaly Herrera<sup>2</sup>, A. Villares<sup>1</sup>, F.D. Manuel<sup>3</sup>, N. Fonseca<sup>4</sup> and J.C. Lorenzo<sup>5</sup>

<sup>1</sup>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

<sup>2</sup>Instituto de Ciencia Animal, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba

<sup>3</sup>Instituto Superior Politécnico de Huila (ISPH), Universidad de Mandume Ya Ndemufayo, Angola

<sup>4</sup>Centro de Estudio de Producción Animal (CEPA), Universidad de Granma (UDG), carretera de Manzanillo km 17 ½ CP: 85100, Granma, Cuba

<sup>5</sup>Universidad de Ciego de Ávila Máximo Gómez Báez, Centro de Bioplanta. Laboratorio de mejoramiento y conservación de recursos fitogenéticos., Ciego de Ávila, 69450, Cuba

Email: [jorgeorlayst@gmail.com](mailto:jorgeorlayst@gmail.com)

J.O. Serrano: <https://orcid.org/0000-0003-1710-6322>

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

M. Herrera: <https://orcid.org/0000-0002-2641-1518>

A. Villares: <https://orcid.org/0000-0003-1710-6322>

F.D. Manuel: <https://orcid.org/0000-0003-4247-4928>

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

J.C. Lorenzo: <https://orcid.org/0000-0003-3610-1789>

A total of twenty-four breeding ewes from Pelibuey breed were used, divided into two treatments of 12 animals each, to determine the effect of natural shade on the behavior of these animals during grazing. In treatment one, they grazed in the system with natural shade and in treatment two, without shade. Each treatment included the three physiological states: non-pregnant cow, pregnant and lactating. Both groups grazed in two paddocks of natural grasses, of 1.3 ha: one without natural shade, and another with shade from the trees *Casuarina equisetifolia* (casuarina) and *Samanea saman* (carob tree). The grazing performance was recorded. Every 10 min., observations during six hours of grazing per day were recorded. Contingency table analysis was used to test the interaction between activities and system type, with and without shade, between activities and day session, and between activities and season for each system, with trees and without them. With the analysis of comparison of proportions (chi square), the time percentages were compared. There was interaction between the activities and the characteristics of the farms, with and without trees, and between the activities and the day session. The animals that had access to the shade of the trees spent more time grazing-walking. When they grazed with trees, they selected activities in the shade, such as rest and rumination. A higher proportion of grazing time was recorded during the morning session. In the system with trees, the highest proportions of grazing time were obtained in both seasons.

Key words: *grazing, trees, animal behavior, silvopastoral system*

Since the dawn of civilization, sheep have had great significance in human life, making their breeding one of the oldest activities of man. It is currently an economic activity present in almost all continents (Lino *et al.* 2016). Sheep rearing has increased by 7 %

Se utilizaron 24 ovejas reproductoras de la raza Pelibuey, divididas en dos tratamientos, de 12 animales cada uno, para determinar el efecto de la sombra natural en la conducta de estos animales en pastoreo. En el tratamiento uno, pastorearon en el sistema con sombra natural y en el dos, sin sombra. Cada tratamiento incluyó los tres estados fisiológicos: vacías, gestantes y lactantes. Ambos grupos pastorearon en dos cuarterones de pastos naturales, de 1.3 ha: uno sin sombra natural, y otro con sombra de los árboles *Casuarina equisetifolia* (casuarina) y *Samanea saman* (algarrobo). Se registró la conducta en pastoreo. Cada 10 min., se registraron las observaciones durante seis horas de pastoreo por día. Se utilizó un análisis de tablas de contingencia para probar la interacción entre las actividades y el tipo de sistema, con sombra y sin ella, entre las actividades y la sesión del día, y entre las actividades y la época para cada sistema, con árboles y sin ellos. Con el análisis de comparación de proporciones (chi cuadrado) se compararon los porcentajes del tiempo. Hubo interacción entre las actividades y las características de las fincas, con árboles y sin ellos, y entre las actividades y la sesión del día. Los animales que tuvieron acceso a la sombra de los árboles dedicaron más tiempo a pastar-caminar. Cuando pastorearon con árboles, seleccionaron las actividades a la sombra, como el descanso y la rumia. Se registró mayor proporción del tiempo en pastoreo durante la sesión de la mañana. En el sistema con árboles, se obtuvieron las mayores proporciones del tiempo en pastoreo, en ambas épocas.

Palabras clave: *pastoreo, árboles, conducta animal, sistema silvopastoril*

Desde los albores de la civilización, las ovejas han tenido gran significado en la vida humana, por lo que su cría es una de las actividades más antiguas del hombre. En la actualidad es una actividad económica presente en casi todos los continentes (Lino *et al.* 2016). La cría de

between 2006 and 2016 (FAO 2020), which highlights the importance of this industry in the world. This activity not only contributes to the gross domestic product of the countries, but also supports livelihoods in rural areas.

Climate change is a global phenomenon that, due to its effects, represents a threat to the viability and sustainability of sheep production (Gaughan *et al.* 2010), specifically in areas located in the tropics (McManus *et al.* 2011), subtropics and arid areas (Ganaie *et al.* 2013). In these regions, temperatures rise during the summer, causing the homeostatic balance of animals to decrease and causing heat stress, accompanied by physiological and behavioral changes, which negatively affect productivity.

The increase in ambient temperature, relative humidity and greater exposure to solar radiation make it difficult for animals to regulate energy, thermal, water, hormonal and mineral balances (Al-Dawood 2017). Sheep respond to high temperatures through behavioral or physiological mechanisms (body temperature, respiratory rate, changes in blood serum, among others) or through a combination of both (Al-Haidary *et al.* 2012 and Vicente-Pérez *et al.* 2018). The observation of the performance of these animals provides an early indication of their welfare. Commonly recorded behavioral attributes include resting time, feeding behavior and shade seeking, as well as the time lying down (Ratnakaran *et al.* 2017).

The introduction of trees is one of the ways to transform the microclimate in the production of ruminants and guarantee animal welfare in an environment increasingly affected by unfavorable conditions, such as high temperatures and relative humidity (López-Vigoa *et al.* 2017). Trees regulate solar radiation that directly affects grazing animals and favors thermal welfare (Sousa *et al.* 2015). In Ciego de Ávila province, sheep production systems are represented by meadows with a predominance of natural grasses from different species, which may or may not be associated with naturally regenerating trees.

The objective of this study was to determine the effect of natural shade on the grazing behavior of breeding ewes from the Pelibuey breed.

### Materials and Methods

The study was carried out in grazing areas of two adjoining cattle farms, in Ciego de Ávila municipality (21 52'48.6'' N, 78 41'32.6'' W). They have a yellow quartzitic ferralitic soil, typical leachate and are located at 53 m a.s.l., with a humid tropical climate and precipitation of 600-800 mm per year (CMP 2019). The minimum and maximum environmental temperature is 19.7 and 33.4 °C and the relative humidity is between 37 and 97 %.

For grazing the animals, two adjoining paddocks of

ovejas ha tenido aumento de 7 % entre 2006 y 2016 (FAO 2020), lo que destaca la importancia de esta industria en el mundo. Esta actividad no solo contribuye al producto interno bruto de los países, sino que apoya los medios de vida en áreas rurales.

El cambio climático es un fenómeno global que por sus efectos representa una amenaza para la viabilidad y sustentabilidad de la producción ovina (Gaughan *et al.* 2010), específicamente en las zonas ubicadas en el trópico (McManus *et al.* 2011), subtropical y zonas áridas (Ganaie *et al.* 2013). En estas regiones, las temperaturas se elevan durante el verano, lo que ocasiona que el equilibrio homeostático de los animales disminuya y provoque estrés calórico, acompañado de cambios fisiológicos y conductuales, que afectan de forma negativa la productividad.

El aumento de la temperatura ambiente, la humedad relativa y la mayor exposición a la radiación solar dificultan que los animales regulen los equilibrios energéticos, térmicos, hídricos, hormonales y minerales (Al-Dawood 2017). Las ovejas responden a las altas temperaturas mediante mecanismos conductuales o fisiológicos (temperatura corporal, frecuencia respiratoria, cambios en el suero sanguíneo, entre otros) o por la combinación de ambos (Al-Haidary *et al.* 2012 y Vicente-Pérez *et al.* 2018). La observación del comportamiento de estos animales proporciona una indicación temprana de su bienestar. Los atributos del comportamiento que se registran comúnmente incluyen el tiempo de reposo, el comportamiento de la alimentación y la búsqueda de sombra, así como el tiempo acostado (Ratnakaran *et al.* 2017).

La introducción de árboles es una de las vías para transformar el microclima en la producción de rumiantes y garantizar el bienestar animal en un ambiente cada vez más afectado por condiciones desfavorables, como las altas temperaturas y humedades relativas (López-Vigoa *et al.* 2017). Los árboles regulan la radiación solar que incide directamente en los animales en pastoreo y favorecen el bienestar térmico (Sousa *et al.* 2015). En la provincia Ciego de Ávila, los sistemas de producción de ovinos están representados por praderas con predominio de pastos naturales de diferentes especies, que se pueden o no encontrar asociados con árboles de regeneración natural.

El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de la sombra natural en la conducta en pastoreo de ovejas reproductoras de la raza Pelibuey.

### Materiales y Métodos

El trabajo se realizó en áreas de pastoreo de dos fincas ganaderas colindantes, en el municipio Ciego de Ávila (21 52'48.6'' N, 78 41'32.6'' W). Tienen un suelo ferralítico cuarcítico amarillo, lixiviado típico y se hallan localizadas a 53 m s.n.m., con clima húmedo tropical y precipitación de 600-800 mm anuales (CMP 2019). La temperatura ambiental mínima y máxima es de 19.7 y

1.3 ha each, corresponding to two farms, were used. The first showed an average level of arborization of 12-16 trees/ha, with the species *Casuarina equisetifolia* (Casuarina) and *Samanea saman* (carob tree of the country). In the second, there was no association with trees. Both showed a botanical composition of *Paspalum notatum* (40%), *Bothriochloa pertusa* and *Dichanthium caricosum* (45%) and weed species (15%), such as wiregrass (*Sporobolus indicus*) and mallows (*Sida rhombifolia*).

The *Casuarina equisetifolia* trees were distributed in the field in an agglomerated way, while those of *Samanea saman* were randomly distributed. They were approximately three to eight years old and 3 to 10 m tall. The canopy width and height of lower branches were 3.2 and 1.9 m for casuarina and 4.1 and 1.7 m for carob tree, respectively. The animals had access to 14.4 m<sup>2</sup> of shade per animal.

*Animals and treatments.* Twenty-four sheep from Pelibuey breed were used, divided into two treatments of 12 animals each. In treatment one, the sheep grazed in the system with natural shade, and in treatment two, in the system without shade. In each group, the animals were homogeneously located and randomly distributed with the different physiological states: non-pregnant (without recognized pregnancy), pregnant (between two and four months) and lactating (between 30 and 90 d of lactation).

*Management.* The animals were taken to the grazing area twice a day, in the morning, from 9:00 a.m. to 12:00 m., and in the afternoon from 2:00 p.m. to 5:00 p.m. The rest of the time they remained in the facilities, with a supply of 1.0 kg per animal of a mixture of *Cenchrus purpureus* cv. Cuba CT-169 forage and sugar cane (*Saccharum officinarum*), common salt and water *ad libitum*.

*Experimental procedure.* Animal behavior was measured during 12 d for the rainy (RS) and dry (DS) seasons. In the RS, the data was taken in May, July and September, and for the DS in November, January and April. Every 10 minutes the animals behavior in the different activities was recorded: grazing-walking, resting in the shade, ruminant in the shade, resting in the sun, ruminant in the sun, and others. The latter include urination, defecation, licking, scratching, attacking, moving around and browsing. The activities were carried out in the morning and afternoon sessions, at the established times, for a total of six grazing hours. A total of six observations were made per hours for each group of breeders on each observation day. During the experimentation period, the time (min.) that the animals dedicated to each activity was determined. Behavior analysis was determined by the formula described by Petit (1972).

*Statistical analysis.* A contingency analysis was carried out to find out if there was an interaction between the activities and the presence of shade, the activities

33.4 °C y la humedad relativa se halla entre 37 y 97 %.

Para el pastoreo de los animales, se utilizaron dos cuartones colindantes de 1.3 ha cada uno, correspondientes a dos fincas. El primero presentó un valor medio de arborización de 12-16 árboles/ha, con las especies *Casuarina equisetifolia* (Casuarina) y *Samanea saman* (algarrobo del país). En el segundo, no hubo asociación de árboles. Ambos presentaron una composición botánica de *Paspalum notatum* (40%), *Bothriochloa pertusa* y *Dichanthium caricosum* (45%) y de especies arvenses (15%), como el espartillo (*Sporobolus indicus*) y malvas (*Sida rhombifolia*).

Los árboles de *Casuarina equisetifolia* estaban distribuidos en el terreno de forma aglomerada, mientras que los de *Samanea saman* de forma aleatoria. Tenían una edad aproximada entre tres y ocho años y una altura de 3 a 10 m. El ancho de copa y la altura de ramas inferiores era de 3.2 y 1.9 m para casuarina y de 4.1 y 1.7 m para algarrobo, respectivamente. Los animales tuvieron acceso a 14.4 m<sup>2</sup> de sombra por animal.

*Animales y tratamientos.* Se usaron 24 ovejas de la raza Pelibuey, divididas en dos tratamientos, de 12 animales cada uno. En el tratamiento uno, las ovejas pastorearon en el sistema con sombra natural, y en el dos, en el sistema sin sombra. En cada grupo, los animales se ubicaron de manera homogénea y se distribuyeron al azar con los diferentes estados fisiológicos: vacías (sin gestación reconocida), gestantes (entre dos y cuatro meses) y lactantes (entre 30 y 90 d de lactancia).

*Manejo.* Los animales se llevaron al área de pastoreo dos veces al día, en el horario de la mañana, de 9:00 a.m. a 12:00 m., y en la tarde de 2:00 p.m. a 5:00 p.m. El resto del tiempo permanecieron en las instalaciones, con un suministro de 1.0 kg por animal de una mezcla de forraje de *Cenchrus purpureus* vc. Cuba CT-169 y caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), sal común y agua a voluntad.

*Procedimiento experimental.* La conducta animal se midió durante 12 d para los períodos lluvioso (PLL) y poco lluvioso (PPLL). En el PLL, los datos se tomaron en mayo, julio y septiembre, y para el PPLL en noviembre, enero y abril. Cada 10 min. se registró el comportamiento de los animales en las diferentes actividades: pastar-caminar, descansar a la sombra, rumiar a la sombra, descansar al sol, rumiar al sol y otras. En estas últimas, se incluyen miccionar, defecar, lamer, rascar, agredir, desplazarse y ramonear. Las actividades se realizaron en la sesión de la mañana y la tarde, en los horarios establecidos, para un total de seis horas de pastoreo. Se hicieron seis observaciones por horario para cada grupo de reproductoras en cada día de observación. Durante el período de experimentación, se determinó el tiempo (min.) que los animales dedicaron a cada actividad. El análisis de la conducta se determinó por la fórmula descrita por Petit (1972).

*Análisis estadístico.* Se realizó análisis de contingencia para conocer si existía interacción entre las actividades

and the day session, the activities and the season of year, and in each season, the activities and the presence of shade. For the comparison of proportions (chi-square), Duncan's test (1955) was applied for  $P < 0.05$  in necessary cases.

### Results

There was an interaction ( $P < 0.001$ ) between the activities performed by the animals and the farms under study (table 1). The grazing-walking activity highlighted with a higher percentage in the farm with shade, where the animals dedicated 37 % of the min. to that activity. In the farm without trees invested 32 %. In the treatment without shade, 13.47 % of the animals rested in the sun and 2.7 ruminated in the sun. When they had access to shade, they did not prefer activities in the sun. For other activities, they spent more time on the farm where there were no trees.

y la presencia de sombra, las actividades y la sesión del día, las actividades y la época del año, y en cada época, las actividades y la presencia de sombra. Para la comparación de proporciones (chi-cuadrado) se aplicó la dócima de Duncan (1955) para  $P < 0.05$  en los casos necesarios.

### Resultados

Hubo interacción ( $P < 0.001$ ) entre las actividades que realizaron los animales y las fincas en estudio (tabla 1). Se destacó con mayor por ciento la actividad pastar-caminar en la finca con sombra, donde los animales dedicaron 37 % de los min. a dicha actividad. En la finca sin árboles invirtieron 32 %. En el tratamiento sin sombra, 13.47 % de los animales descansaron al sol y 2.7 rumiaron al sol. Cuando tuvieron acceso a la sombra, no prefirieron las actividades al sol. Para otras actividades, dedicaron más tiempo en la finca donde no

Table 1. Effect of shade on the activities of discontinuous behavior

Activities	Farms				SE±Sign
	With shade		Without shade		
	Observations/activity	%	Observations/activity	%	
Grazing-walking	6500.0	37.6 <sup>a</sup>	5529.0	32.0 <sup>b</sup>	
Ruminate in the shade	522.0	3.02 <sup>e</sup>	0.0	0.0 <sup>b</sup>	
Ruminate in the sun	0.0	0.0 <sup>h</sup>	482.0	2.7 <sup>e</sup>	0.21
Rest in the shade	1430.0	8.2. <sup>d</sup>	0.0	0.0 <sup>h</sup>	0.001
Rest in the sun	0.0	0.0 <sup>h</sup>	2327.0	13.4 <sup>c</sup>	
Other activities	187.0	1.0 <sup>g</sup>	302.0	1.7 <sup>f</sup>	

<sup>abcdeh</sup> Means with different letters significantly differ to  $P < 0.05$  (Duncan 1955)

$P < 0.001$

There was an interaction ( $P < 0.001$ ) between the day session and the activities (table 2). The animals spent 36 % of the time grazing-walking in the morning session. The afternoon session followed with 33.6 %. In the latter, the animals of the farm where there were no trees rested more, with 8.0 % of the min. However, ruminate in the shade and in the sun showed a similar performance in both sessions.

había árboles.

Hubo interacción ( $P < 0.001$ ) entre la sesión del día y las actividades (tabla 2). Los animales dedicaron 36 % del tiempo a pastar-caminar en la sesión de la mañana. Le siguió la sesión de la tarde con 33.6 %. En esta última, los animales de la finca donde no había árboles realizaron mayor descanso, con 8.0 % de los min. Sin embargo, el rumiarse a la sombra y al sol presentó un comportamiento

Table 2. Effect of the day session on the activities of discontinuous behavior

Activities	Day sesión				SE± Sign.
	Morning		Afternoon		
	Observations/activity	%	Observations/activity	%	
Grazing-walking	6222.0	36.0 <sup>a</sup>	5807.0	33.6 <sup>b</sup>	
Ruminate in the shade	254.0	1.4 <sup>ghi</sup>	268.0	1.5 <sup>gh</sup>	
Ruminate in the sun	284.0	1.6 <sup>gh</sup>	197.0	1.1 <sup>hi</sup>	0.21
Rest in the shade	608.0	3.5 <sup>f</sup>	822.0	4.7 <sup>e</sup>	0.000
Rest in the sun	938.0	5.4 <sup>d</sup>	1389.0	8.0 <sup>c</sup>	
Other activities	333.0	1.9 <sup>g</sup>	155.0	0.9 <sup>i</sup>	

<sup>abcdeh</sup> Means with different letters significantly differ to  $P < 0.05$  (Duncan 1955)

$P < 0.001$

There was an interaction ( $P < 0.001$ ) between the season of the year and the activities (table 3). Most of the time was spent grazing-walking. The interval in which they rested in the sun followed. The time spent resting in the shade, as well as the time spent ruminating, in the shade and in the sun, was similar for both seasons.

similar en ambas sesiones.

Se produjo interacción ( $P < 0.001$ ) entre la época del año y las actividades (tabla 3). El mayor tiempo lo dedicaron a pastar-caminar. Le siguió el intervalo en que descansaron al sol. El tiempo invertido en descansar a la sombra, así como el destinado a rumiar, a la sombra

Table 3. Effect of the season on the activities of discontinuous behavior

Activities	Seasons				SE± Sign.
	Rainy		Dry		
	Observations/activity	%	Observations/activity	%	
Grazing-walking	6030.0	34.9 <sup>a</sup>	5999.0	34.72 <sup>b</sup>	
Ruminate in the shade	252.0	1.4 <sup>f</sup>	271.0	1.5 <sup>f</sup>	
Ruminate in the sun	201.0	1.1 <sup>f</sup>	281.0	1.6 <sup>f</sup>	0.30
Rest in the shade	698.0	4.0 <sup>e</sup>	732.0	4.2 <sup>e</sup>	0.001
Rest in the sun	1224.0	7.0 <sup>c</sup>	1103.0	6.9 <sup>d</sup>	
Other activities	234.0	1.3 <sup>c</sup>	254.0	1.4 <sup>f</sup>	

<sup>abcdef</sup> Means with different letters significantly differ to  $P < 0.05$  (Duncan 1955)

$P < 0.001$

There was a similar pattern in the results of the grazing behavior of sheep, in the rainy season as well as in the dry season (table 4 and 5). The activity of grazing-walking in the farm with trees was higher than in the farm without trees, while rest in the sun was higher in the farm without trees. Likewise, rest in the shade was in the farm with trees. Rest in the sun on the farm without trees was higher than rest in the shade on the farm with trees, for both seasons.

como al sol, fue similar para ambas épocas.

Se encontró un patrón similar en los resultados de la conducta en pastoreo de las ovejas, en la época lluviosa como en la poco lluviosa (tabla 4 y 5). La actividad de pastar-caminar en la finca con árboles fue mayor con respecto a la finca sin árboles, mientras que el descanso al sol fue superior en la finca sin árboles. Asimismo, el descanso a la sombra lo fue en la finca con árboles. El tiempo de descanso al sol en la finca sin árboles resultó

Table 4. Effect of shade on activities in the rainy season

Activities	Farms				SE±Sign.
	With trees		Without trees		
	Observations/activity	%	Observations/activity	%	
Grazing-walking	3275.0	37.9 <sup>a</sup>	2755.0	31.8 <sup>b</sup>	
Ruminate in the shade	252.0	2.9 <sup>e</sup>	0.0	0.0 <sup>h</sup>	
Ruminate in the sun	0.0	0.0 <sup>h</sup>	201.0	2.3 <sup>ef</sup>	0.30
Rest in the shade	698.0	8.0 <sup>d</sup>	0.0	0.0 <sup>h</sup>	0.001
Rest in the sun	0.0	0.0 <sup>h</sup>	1224.0	14.1 <sup>c</sup>	
Other activities	94.0	1.0 <sup>g</sup>	140.0	1.6 <sup>fg</sup>	

<sup>abcdeefgh</sup> Means with different letters significantly differ to  $P < 0.05$  (Duncan 1955)

$P < 0.001$

Table 5. Effect of shade on activities in the dry season

Activities	Farms				SE ±Sign
	With trees		Without trees		
	Observations/activity	%	Observations/activity	%	
Grazing-walking	3225.0	37.3 <sup>a</sup>	2774.0	32.1 <sup>b</sup>	0.30
Ruminate in the shade	271.0	3.1 <sup>e</sup>	0.0	0.0 <sup>g</sup>	0.001
Ruminate in the sun	0.0	0.0 <sup>g</sup>	281.0	3.2 <sup>e</sup>	
Rest in the shade	732.0	8.4 <sup>d</sup>	0.0	0.0 <sup>g</sup>	
Rest in the sun	0.0	0.0 <sup>g</sup>	1103.0	12.7 <sup>c</sup>	
Other activities	92.0	1.0 <sup>f</sup>	162.0	1.8 <sup>f</sup>	

<sup>abcdefg</sup> Means with different letters significantly differ to  $P < 0.05$  (Duncan 1955).  $P < 0.001$

When performing the analysis of the effect of the farms and the activities of urinate and defecate, there was an interaction between the effects ( $P < 0.001$ ). Sheep spent the most time defecating on the farm without trees, with 38.8 % of animals in the activity. It was followed by urinating on the same farm with 32.2 %. It was shown that the animals in the shade spent less time urinating, with 6.9 % (table 6).

mayor que el de descanso a la sombra en la finca con árboles, para ambas épocas.

Al realizar el análisis del efecto de las fincas y las actividades orinar y defecar se observó interacción entre los efectos ( $P < 0.001$ ). Las ovejas dedicaron el mayor tiempo a la actividad de defecar en la finca sin árboles, con 38.8 % de animales en la actividad. Le siguió la de orinar en la misma finca con 32.2 %. Se mostró que los animales en la sombra

Table 6. Effect of shade on the activities of continues behavior

Activity	Farms				SE±Sign.
	With trees		Without trees		
	Observations/activity	%	Observations/activity	%	
Urinate	41.0	6.9 <sup>d</sup>	190.0	32.2 <sup>b</sup>	1.78
Defecate	130.0	22.0 <sup>c</sup>	229.0	38.8 <sup>a</sup>	0.000

<sup>abcd</sup>Means with different letters significantly differ to  $P < 0.05$  (Duncan 1955)  
 $P < 0.001$

There was no interaction between activities and the day session for continuous behavior (table 7). When analyzing the effect of the day session, differences were recorded ( $P < 0.001$ ), since in the morning the animals had a better behavior, with 68.9 %. However, between the activity to urinate and defecate, the latter was the one with the highest percentage, with 60.8 compared to the previous one.

dedicaron menor tiempo a orinar, con 6.9 % (tabla 6).

No hubo interacción entre actividades y sesión del día para la conducta continua (tabla 7). Al analizar el efecto de la sesión de día, se registraron diferencias ( $P < 0.001$ ), pues en la mañana los animales tuvieron mejor comportamiento, con 68.9 %. Sin embargo, entre la actividad orinar y defecar, esta última fue la de mayor por ciento, con 60.8 con respecto a la anterior.

Table 7. Performance of continues behavior , main effects

Effects	Morning		Afternoon		SE±Sign.
Day session	Observations/activity	%	Observations/activity	%	2.06
	407.0	68.9	183.0	31.0	0.001
Activity	Urinate		Defecate		EE±Sign.
	Observations/activity	%	Observations/activity	%	2.06
	231.0	39.1	359.0	60.8	0.001

## Discussion

The time dedicated by the animals to the activity of grazing-walking was superior to the rest of the activities. This indicates that they spend more on grass intake, with a higher use of grazing time to cover their dry matter intake needs. Solorzano *et al.* (2018) reported similar behaviors in crossbred West African sheep, without the presence of shade and with artificial shade.

Sheep, like many herbivores, in their natural environment spend long periods of the day identifying and collecting food as part of their animal behavior. According to Hinch (2017), food collection in sheep becomes more important when food availability is restricted or the diet is not nutritionally balanced, since sheep spend large proportions of the day taking the food. This study was influenced by the restricted grazing system, which implied higher use of grazing time to cover the dry matter intake needs. Similar results were

## Discusión

El tiempo dedicado por los animales a la actividad de pastar-caminar fue superior al resto de las actividades. Esto indica que emplean más en el consumo de pasto, con un mayor aprovechamiento del tiempo de pastoreo para cubrir sus necesidades de ingestión de materia seca. Solórzano *et al.* (2018) informaron comportamientos similares en ovejas mestizas West African, sin presencia de sombra y con sombra artificial.

Las ovejas, como muchos de los herbívoros, en su ambiente natural dedican períodos largos del día a la identificación y colección de alimentos, como parte de su conducta animal. Según Hinch (2017), la recolección del alimento en los ovinos se torna más importante cuando la disponibilidad de alimento es restringida o la dieta no es balanceada nutricionalmente, pues las ovejas destinan grandes proporciones del día a cosechar el alimento. En este estudio influyó el sistema de pastoreo restringido, lo que implicó mayor aprovechamiento del tiempo de

reported by Oliveira *et al.* (2013) and Solórzano *et al.* (2018).

In the farm with trees, rest in the shade was the second activity to which they spent the most time. Later, ruminant followed, while these activities on the farm without trees take on a value of zero. However, during rumination and rest, both in the sun, the value becomes zero for the farm with trees, where the animals have the possibility and preference to carry out these activities in the shade. Similar results were obtained by Alvarado-Canché *et al.* (2017) in researches carried out with sheep in a silvopastoral system with *Leucaena leucocephala* and *Cynodon plectostachyus*, where they recorded the same behavior.

For the farm with trees, the results show that the animals prefer to rest and ruminate in the shade with respect to rest in the sun. In the farm without trees, they spent more time resting and ruminating in the sun, since they did not have shade. These results explain the importance of trees in the sheep grazing system of this study. Candelaria-Martínez *et al.* (2015), Alvarado-Canche *et al.* (2017), Macías-Cruz *et al.* (2018) and Reyes *et al.* (2018) state that natural or artificial shade promotes cooling mechanisms of animals. In this sense, the reduction in the time dedicated to ruminate, as well as the increase in the time in the standing position and panting, are behaviors that show reductions in thermal welfare (Lima *et al.* 2014 and De *et al.* 2017).

The time spent grazing-walking (table 2) was greater in the morning than in the afternoon session. These results coincide with those reported by De-Oliveira *et al.* (2013) and Silva *et al.* (2015), who observed higher intensity of grazing in the morning and at the end of the afternoon, times that are related to the best atmospheric conditions. López *et al.* (2015) point out that, in response to heat stress, a reduction in food intake appears in sheep.

The activity rest in the shade as well as in the sun was greater in the afternoon than in the morning, which coincides with what was reported by De *et al.* (2017) and Solórzano *et al.* (2018), who state that in the afternoon session, when the temperature values are higher, the animals considerably decrease intake and spend more time resting and ruminating.

The differences in behavior by season show the changes that occur in the behavioral patterns of these sheep, such as rest and ruminate, to adapt food intake to environmental conditions. The greatest time was dedicated to grazing-walking activity, followed by the time spent resting in the sun in the rainy season (table 3). The presence of trees influenced on that intake was not affected by the incidence of solar radiation and high temperatures. Similar behaviors are described by Chediak-Correa *et al.* (2013), Mahjoubi *et al.* (2014), Todaro *et al.* (2015) and Macías-Cruz *et al.* (2016).

The effect of heat stress in sheep have contrasting

pastoreo para poder cubrir las necesidades de ingestión de materia seca. Similares resultados refirieron Oliveira *et al.* (2013) y Solórzano *et al.* (2018).

En la finca con árboles, descansar a la sombra fue la segunda actividad a la que dedicaron mayor tiempo. Posteriormente, le siguió rumiar, mientras que estas actividades en la finca sin árboles adquieren valor de cero. No obstante, en la rumia y el descanso, ambas al sol, el valor se hace cero para la finca con árboles, donde los animales tienen la posibilidad y preferencia de realizar estas actividades a la sombra. Resultados similares obtuvieron Alvarado-Canché *et al.* (2017) en investigaciones realizadas con ovinos en un sistema silvopastoril con *Leucaena leucocephala* y *Cynodon plectostachyus*, donde registraron igual comportamiento.

Para la finca con árboles, los resultados indican que los animales tienen preferencia por el descanso y rumia a la sombra con respecto al descanso al sol. En la finca sin árboles, dedicaron más tiempo a las actividades de descanso y rumia al sol, pues no contaron con sombra. Estos resultados explican la importancia de la presencia de árboles en el sistema de pastoreo de las ovejas de este estudio. Candelaria-Martínez *et al.* (2015), Alvarado-Canché *et al.* (2017), Macías-Cruz *et al.* (2018) y Reyes *et al.* (2018) plantean que la sombra natural o artificial promueve mecanismos de enfriamiento de los animales. En este sentido, la reducción del tiempo dedicado a la rumia, así como el incremento del tiempo en la posición de pie y el jadeo, son conductas que evidencian reducciones del bienestar térmico (Lima *et al.* 2014 y De *et al.* 2017).

El tiempo invertido en pastar-caminar (tabla 2) fue superior en la mañana con respecto a la sesión de la tarde. Estos resultados coinciden con los referidos por De-Oliveira *et al.* (2013) y Silva *et al.* (2015), quienes observaron mayor intensidad de pastoreo en la mañana y al final de la tarde, tiempos que se relacionan con las mejores condiciones atmosféricas. López *et al.* (2015) señalan que, en respuesta al estrés por calor, en el ganado ovino aparece una reducción en la ingesta de alimentos.

La actividad descansar a la sombra como al sol fue mayor en la tarde que en la mañana, lo que coincide con lo informado por De *et al.* (2017) y Solórzano *et al.* (2018), quienes afirman que en la sesión de la tarde, cuando los valores de temperatura son más altos, los animales disminuyen considerablemente el consumo y permanecen más tiempo en descanso y rumia.

Las diferencias encontradas en la conducta por época demuestran los cambios que se producen en los patrones conductuales de estos ovinos, como el descanso y rumia, para adaptar el consumo de alimento a las condiciones ambientales. El mayor tiempo lo dedicaron a la actividad de pastar-caminar, seguido del tiempo invertido en el descanso al sol en la época lluviosa (tabla 3). La presencia de los árboles influyó en que no se afectara el consumo por la incidencia de la radiación solar y las altas temperaturas. Comportamientos similares describen Chediak-Correa *et al.* (2013), Mahjoubi *et al.* (2014),

results, because this form of stress depends on the intensity and duration of the factors that cause it, the species and the genetic characteristics of the animal (Al-Haidary *et al.* 2012, Indu *et al.* 2015 and Sejian *et al.* 2017). The results of table 5 show the changes in the behavior of the two groups of sheep that graze with access to shade or without it, in both seasons. The greater times dedicated to the activity of grazing-walking and rest in the sun in the rainy season, can be associated with the presence of trees, which favors the thermal environment of grazing, as well as the lack of shade on the farm without trees, which forces the animals to increase their rest in the sun.

The behavior observed in both seasons (table 4 and 5), in which the animals spent more time grazing-walking on the farm with trees, and preferred rest in the shade, may be due to the effects of thermal welfare of trees, which favor the thermoregulation of grazing animals (Silva *et al.* 2015 and Macías-Cruz *et al.* 2016a).

Defecate and urinate activities were higher in the morning than in the afternoon session, and higher for the farm without trees compared to the farm with trees. This performance could be explained by the production system with restricted grazing, which stimulates the physiological events at the start of grazing in the morning session. The decrease in urination in the afternoon could be associated with fluid retention (Macías-Cruz *et al.* 2018), which is an adaptation mechanism that hair sheep have to reduce body water loss and avoid dehydration under conditions of intense heat stress. Macías-Cruz *et al.* (2016a) in a previous study in hair sheep suggested the presence of this mechanism.

In the farm without trees, they performed more actions of urination and defecation, which is explained by the studies of Macías-Cruz *et al.* (2013) and Macías-Cruz *et al.* (2016), who suggest that the higher tolerance that hair sheep have to heat stress conditions is the result of genetic and phenotypic adaptations, as well as the activation of physiological, metabolic and endocrinological mechanisms, which help to maintain an adequate body water balance and normothermic conditions (38.3 to 39.9 °C), at a low energy cost.

Water loss constitutes a thermoregulatory way, associated with the thermal conditions of the relation between the animal and the environment (Olarte *et al.* 2019). Grazing with trees caused less time to be dedicated to these activities, which could be due to physiological adjustments to try to dissipate the excess body heat load. Various studies agree in suggesting that there is an increase in water intake. (Vicente-Pérez *et al.* 2015, da Silva *et al.* 2017 and Vicente Pérez *et al.* 2020).

It is concluded that the animals that had access to the trees shade dedicated more time to the grazing-walking activity with respect to those that

Todaro *et al.* (2015) y Macías-Cruz *et al.* (2016).

El efecto del estrés calórico en ovinos presenta resultados contrastantes, debido a que esta forma de estrés depende de la intensidad y duración de los factores que lo ocasionan, la especie y las características genéticas del animal (Al-Haidary *et al.* 2012, Indu *et al.* 2015 y Sejian *et al.* 2017). Los resultados de la tabla 5 informan los cambios en la conducta de los dos grupos de ovejas que pastorean con acceso a la sombra o sin ella, en ambas épocas. Los mayores tiempos dedicados a la actividad de pastar-caminar y descansar al sol en la época lluviosa, se pueden asociar a la presencia de árboles, que favorece el ambiente térmico del pastoreo, como a la falta de sombra en la finca sin árboles, lo que obliga a los animales a incrementar el descanso al sol.

La conducta observada en ambas épocas (tabla 4 y 5), en las cuales los animales dedicaron más tiempo a pastar-caminar en la finca con árboles, y prefirieron el descanso a la sombra, se puede deber a los efectos de bienestar térmico de los árboles, que favorecen la termorregulación de los animales en el pastoreo (Silva *et al.* 2015 y Macías-Cruz *et al.* 2016).

Las actividades defecar y orinar fueron mayores en la mañana con respecto a la sesión de la tarde, y superiores para la finca sin árboles con respecto a la finca con árboles. Este comportamiento se pudiera explicar por el sistema de producción con pastoreo restringido, que estimula los eventos fisiológicos a la salida al pastoreo en la sesión de la mañana. La disminución de la micción en la tarde pudiera estar asociada a la retención de líquidos (Macías-Cruz *et al.* 2018), que es un mecanismo de adaptación que tienen las ovejas de pelo para reducir las pérdidas de agua corporal, y evitar la deshidratación en condiciones de estrés calórico intenso. Macías-Cruz *et al.* (2016) en un estudio previo en ovinos de pelo sugirió la presencia de este mecanismo.

En la finca sin árboles, realizaron más acciones de miccionar y defecar, lo que se explica a partir de los trabajos de Macías-Cruz *et al.* (2013) y Macías-Cruz *et al.* (2016), quienes plantean que la mayor tolerancia que presentan los ovinos de pelo ante condiciones de estrés calórico es el resultado de adaptaciones genéticas y fenotípicas, así como de la activación de mecanismos fisiológicos, metabólicos y endocrinológicos, que ayudan a mantener un balance de agua corporal adecuado y condiciones de normotermia (38.3 a 39.9 °C), a un costo energético bajo.

La pérdida de agua constituye una vía de termorregulación, asociada a las condiciones térmicas de la relación entre el animal y el medio ambiente (Olarte *et al.* 2019). El pastoreo con árboles provocó que se dedicara menor tiempo a estas actividades, lo que pudo estar dado por los ajustes fisiológicos para tratar de disipar el exceso de carga de calor corporal. Diversos estudios coinciden en plantear que se produce aumento en el consumo de agua. (Vicente-Pérez *et al.* 2015, da Silva *et al.* 2017 y Vicente Pérez *et al.* 2020).

Se concluye que los animales que tuvieron acceso a la sombra de los árboles dedicaron más tiempo a



grazed on the farm without trees. When the sheep grazed in the tree system, shaded activities such as rest and ruminate was their choice. The behavior showed a higher proportion of grazing time in the morning session. In the system with trees, the highest proportions of grazing time were obtained in both seasons.

From these results, it can be affirmed that the use of shade, and more specifically, the presence of trees in the paddocks, provides a more favorable environment for grazing sheep production.

#### Conflict of interest

The authors declare that there is no conflict of interest between them.

#### Authors contribution

J. O. Serrano: Conceptualization, Investigation, Formal analysis, Writing – original draft

J. Martínez-Melo: Conceptualization, Formal analysis, Writing – original draft

Verena Torres: Formal analysis, Writing – original draft

A. Villares: Conceptualization, Investigation, Formal analysis

F.D. Manuel: Investigation, Formal analysis

N. Fonseca: Investigation, Formal analysis

J.C. Lorenzo: Conceptualization, Investigation, Formal analysis

la actividad de pastar-caminar con respecto a los que pastorearon en la finca sin árboles. Cuando las ovejas pastorearon en el sistema con árboles, las actividades a la sombra, como el descanso y la rumia, fueron su elección. La conducta mostró mayor proporción del tiempo al pastoreo en la sesión de la mañana. En el sistema con árboles, se obtuvieron las mayores proporciones del tiempo en pastoreo, en ambas épocas.

A partir de estos resultados, se puede afirmar que el uso de sombra, y más específicamente, la presencia de árboles en los potreros, proporciona un entorno más favorable para la producción ovina en pastoreo.

#### Conflictos de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses entre ellos.

#### Contribución de los autores

J. O. Serrano: Conceptualización, Investigación, Análisis formal, Redacción- borrador original

J. Martínez-Melo: Conceptualización, Análisis formal, Redacción- borrador original

Magaly Herrera: Análisis formal, Redacción- borrador original

A. Villares: Investigación, Análisis formal

F.D. Manuel: Investigación, Análisis formal

N. Fonseca: Conceptualización, Análisis formal

J.C. Lorenzo: Conceptualización, Investigación, Análisis formal

## References

- Al-Dawood, A. 2017. "Towards heat stress management in small ruminants - a review". *Annals of Animal Science*, 17(1): 59-88, ISSN: 2300-8733. <https://doi.org/10.1515/aoas-2016-0068>.
- Al-Haidary, A.A., Aljumaah, R.S., Alshaikh, M.A., Abdoun, K.A., Samara, E.M., Okab, A.B. & Alfuraiji, M.M. 2012. "Thermoregulatory and physiological responses of Najdi sheep to environmental heat load prevailing in Saudi Arabia". *Pakistan Veterinary Journal*, 32(4): 515-519, ISSN: 0253-8318.
- Alvarado-Canché, A.D., Candelaria-Martínez, B., Castillo-Sánchez, L.E., Piñeiro-Vázquez, A.T. & 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, ISSN: 2007-3380. <https://doi.org/10.15741/revbio.04.06.06>.
- Candelaria-Martínez, B., Flota-Bañuelos, C. & Castillo-Sánchez, L.E. 2015. "Caracterización de los agroecosistemas con producción ovina en el oriente de Yucatán, México". *Agronomía Mesoamericana*, 26(2): 225-236, ISSN: 2215-3608. <http://dx.doi.org/10.15517/am.v26i2.19278>.
- Chediak-Correa, M.P., Lima-Dallago, B.S., Rezende-Paiva, S., Andrighetto-Canozzi, M.E., Louvandini, H., Jardim-Barcellos, J. & McManus, C. 2013. "Multivariate analysis of heat tolerance characteristics in Santa Inês and crossbred lambs in the Federal District of Brazil". *Tropical Animal Health and Production*, 45(6): 1407-1414, ISSN: 0049-4747. <https://doi.org/10.1007/s11250-013-0378-3>.
- CMP. 2019. Centro provincial de meteorología Ciego de Ávila. Estación Meteorológica del Territorio (78346) Venezuela.
- da Silva, W.E., Leite, J.H.G.M. & de Sousa, J.E.R., 2017. "Daily rhythmicity of the thermoregulatory responses of locally adapted Brazilian sheep in a semiarid environment". *International Journal of Biometeorology*, 61(7): 1221-1231, ISSN: 1432-1254. <https://dx.doi.org/10.1007/s00484-016-1300-2>.
- De, K., Kumar, D., Saxena, V.K., Thirumurugan, P. & Naqvi, S.M. 2017. "Effect of high ambient temperature on behavior of sheep under semiarid tropical environment". *International Journal of Biometeorology*, 61: 1269-1277, ISSN: 1432-1254. <https://dx.doi.org/10.1007/s00484-016-1304-y>.
- De-Oliveira, F.A., Turco, S.H., Araújo, G.G., Clemente, C.A., Voltolini, T.V. & 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, ISSN: 1807-1929. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662013000300015>.
- Duncan, D.B. 1955. "Multiple range and multiple F test". *Biometrics* 11(1): 1-42, ISSN: 1541-0420. <https://doi.org/10.2307/3001478>.
- FAO. 2020. Livestock systems. Available: <http://www.fao.org/livestock-systems/global-distributions/sheep/en/> [Consulted: January 15th, 2021].

- Ganaie, A.H., Ghasura, R.S., Mir, N.A., Bumla, N.A., Sankar, G. & Wani, S.A. 2013. "Biochemical and physiological changes during thermal stress in bovines: A review". *Iranian Journal of Applied Animal Science*, 3(3): 423-430, ISSN: 2251-631X.
- Gaughan, J.B., Mader, T.L., Holt, S.M., Sullivan, M.L. & Hahn, G.L. 2010. "Assessing the heat tolerance of 17 beef cattle genotypes". *International Journal of Biometeorology*, 54: 617-627, ISSN: 1432-1254. <https://doi.org/10.1007/s00484-009-0233-4>.
- Hinch, G.N. 2017. "Understanding the natural behaviour of sheep. In: *Advances in Sheep Welfare*". Edited by: Drewe M. Ferguson, Caroline Lee and Andrew Fisher. 1-15. <http://doi.org/10.1016/B978-0-08-100718-1.00001-7>.
- Indu, S., Sejian, V. & Naqvi, S.M.K. 2015. "Impact of simulated heat stress on growth, physiological adaptability, blood metabolites and endocrine responses in Malpura ewes under semiarid tropical environment". *Animal Production Science*, 55: 766-776, ISSN: 1836-5787. <http://dx.doi.org/10.1071/AN14085>.
- Lima, C.B., Costa, T.G., Nascimento, T.L., Júnior, D.M., Silva, M.J. & Mariz, T.M. 2014. "Comportamento ingestivo e respostas fisiológicas de ovinos em pastejo no semiárido". *Journal Animal Behavior and Biometeorology*, 2(1): 26-34, ISSN: 2318-1265. <http://dx.doi.org/10.14269/2318-1265.v02n01a05>.
- Lino, D.M., Pinheiro, R.S. & Ortunho, V.V. 2016. "Benefícios do bem-estar animal na produtividade e na sanidade de ovinos". *Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista*, 12(5): 124-132, ISSN: 1980-0827. <http://dx.doi.org/10.17271/1980082712520161506>.
- López, R., Pinto-Santini, L., Perozo, D., Pineda, J., Oliveros, I., Chacón, T., Rossini, M. & 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, ISSN: 0004-0592. <https://dx.doi.org/10.21071/az.v64i246.388>.
- López-Vigoa, O., Sánchez, T., Iglesias, J. M., Lamela, L., Soca, M., Arece, J. & 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, ISSN: 2078-8452.
- Macías-Cruz, U., Avendaño-Reyes, L., Álvarez-Valenzuela, F.D., Torrentera- Olivera, N.G., Meza-Herrea, C.A. & Mellado-Bosque, M. 2013. "Crecimiento y características de canal en corderas tratadas con clorhidrato de zilpaterol durante primavera y verano". *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 4(1): 1-12, ISSN: 2448-6698.
- Macías-Cruz, U., Gastélum, M.A., Álvarez, F.D., Correa, A., Díaz, R., Meza-Herrera, C.A., Mellado, M. & Avendaño-Reyes, L. 2016. "Effects of summer heat stress on physiological variables, ovulation and progesterone secretion in Pelibuey ewes under natural outdoor conditions in an arid region". *Animal Science Journal*, 87(3): 354-360, ISSN: 1740- 0929. <https://dx.doi.org/10.1111/asj.12430>.
- Macías-Cruz, U., Gastélum, M.A., Avendaño, R.L., Correa, C.A., Mellado, M., Chay, C.A. & 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, ISSN: 2448-6698. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v9i4.4527>.
- Macías-Cruz, U., López-Baca, M.A., Vicente, R., Mejia, A., Álvarez, F.D. & Correa-Calderón, A. 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, ISSN: 1432-1254. <https://dx.doi.org/10.1007/s00484-015-1123-6>.
- Mahjoubi, E., Amanlou, H., Mirzaei-Alamouti, H.R., Aghaziarati, N., Hossein Yazdi, M., Noori, G.R., Yuan, K. & Baumgard, L.H. 2014. "The effect of cyclical and mild heat stress on productivity and metabolism in Afshari lambs". *Journal of Animal Science*, 92(3): 1007-1014, ISSN: 1525-3163. <https://dx.doi.org/10.2527/jas.2013-7153>.
- McManus, C., Louvandini, H., Gugel, R., Sasaki, L.C., Bianchini, E., Bernal, F. E., Paiva, S. R. & Paim, T. P. 2011. "Skin and coat traits in sheep in Brazil and their relation with heat tolerance". *Tropical Animal Health and Production*, 43: 121-126, ISSN: 0049-4747. <https://dx.doi.org/10.1007/s11250-010-9663-6>.
- Olarte, S.M., Sánchez, S.H.R., Aréchiga, C.F.F., Bañuelos R.V. & López L.M.A. 2019. "Efecto de la radiación ultravioleta (UV) en animales domésticos. Revisión". *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 10(2): 416-432, ISSN: 2448-6698. <https://dx.doi.org/10.22319/rmcp.v10i2.4648>.
- Oliveira, F.A. de, Turco, Silvia H.N. Aaraújo, G.G.L. de, Clemente, C.A.A., Voltolini, T.V. & 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, ISSN: 1807-1929. <https://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662013000300015>.
- 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, ISSN: 1297-9651. Available: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00887147>.
- Ratnakaran, A.P., Sejian, V., Jose, V.S., Vaswani, S., Bagath, M., Krishnan, G., Beena, V., Devi, P. I., Varma, G. & Bhatta, R. 2017. "Review Article Behavioral Responses to Livestock Adaptation to Heat Stress Challenges". *Asian Journal of Animal Sciences*, 11(1): 1-13, ISSN: 1819-1878. <https://doi.org/10.3923/ajas.2017.1.13>.
- Reyes, J., Herrera, M., Marquina, J.R., Enjoy, D.D. & 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, ISSN: 0004-0592. <https://doi.org/10.21071/az.v67i259.3786>.
- Sejian, V., Bhatta, R., Gaughan, J., Malik, P.K., Naqvi, S.M.K. & Lal, R. 2017. "Adapting sheep production to climate change". In: Sejian V., Bhatta R., Gaughan J., Malik P., Naqvi S., Lal R. (eds) *Sheep Production Adapting to Climate Change*. Springer, Singapore, 1-29, [https://doi.org/10.1007/978-981-10-4714-5\\_1](https://doi.org/10.1007/978-981-10-4714-5_1).
- Silva, T.P.D., Marques, C.A.T., Torreão, J.N.C., Bezerra, L.R., Araújo, M.J., Gottardi, F.P., Edvan, R.L. & Oliveira, R.L. 2015. "Ingestive behaviour of grazing ewes given two levels of concentrate". *South African Journal of Animal Science*, 45(2): 180-187, ISSN: 2221-4062, <http://dx.doi.org/10.4314/sajas.v45i2.9>.
- Solórzano-Montilla, J., Pinto-Santini, L., Camacaro-Calvete, S., Vargas-Guzmán, D. & 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, ISSN: 2078-8452.

- Sousa, L.F., Maurício, R.M., Paciullo, D.S., Silveira, S.R., Ribeiro, R.S., Calsavara, L.H. & 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*, 3(3): 129-141, ISSN: 2346-3775. [https://dx.doi.org/10.17138/tgft\(3\)129-141](https://dx.doi.org/10.17138/tgft(3)129-141).
- Todaro, M., Dattena, M., Acciaioli, A., Bonanno, A., Bruni, G., Caroprese, M., Mele, M., Sevi A. & Marinucci, M.T. 2015. "Aseasonal sheep and goat milk production in the Mediterranean area: physiological and technical insights". *Small Ruminant Research*, 126: 59-66, ISSN: 0921-4488. <http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2015.01.022>.
- Vicente Pérez, R., Macías C.U., Avendaño, R.L., Correa-Calderón, A., López, M. de los Á. & Lara, R.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, ISSN: 2448-6698. <https://dx.doi.org/10.22319/rmcp.v11i1.4923>.
- Vicente-Pérez, A., Avendaño-Reyes, L., Barajas-Cruz, R., Macías-Cruz, U., Correa-Calderón, A., Vicente-Pérez, R., Corrales-Navarro, J.L. & Guerra-Liera, J.E. 2018. "Parámetros bioquímicos y hematológicos en ovinos de pelo con y sin sombra bajo condiciones desérticas". *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 5(14): 259-269, ISSN: 2007-901X. <https://dx.doi.org/10.19136/era.a5n14.1544>.
- Vicente-Pérez, R., Avendaño-Reyes, L., Álvarez, F., Correa-Calderón, A., Meza-Herrera, C.A. & Mellado, M. 2015. "Comportamiento productivo, consumo de nutrientes y productividad al parto de ovejas de pelo suplementadas con energía en el parto durante verano e invierno". *Archivos de Medicina Veterinaria*, 47(3): 301-309, ISSN: 0301-732X. <http://dx.doi.org/10.4067/S0301-732X2015000300006>.

**Received: May 5, 2021**

**Accepted: October 29, 2021**