



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

---

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y  
ZOOTECNIA

EFFECTO DEL APORTE DE SOMBRA ADICIONAL EN  
EL COMEDERO SOBRE PATRONES  
CONDUCTUALES, EL CONSUMO ALIMENTICIO Y  
LA GANANCIA DE PESO DE CABRITAS LECHERAS  
ESTABULADAS

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
**MEDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA**

PRESENTA

**NALLELY BERENICE GUEVARA MALDONADO**

Asesores:

MVZ. PhD. Lorenzo Álvarez Ramírez  
MVZ. M.C. Alejandra Sánchez Cervantes



México, D.F.

2010



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **DEDICATORIA**

A mi mamá Yolanda Maldonado por su cariño y por ser un ángel que está siempre allí en los momentos más difíciles, y a quien le debo la vida de muchas formas.

A mi papá Rafael Guevara por su cariño y apoyo y además por ser el consejero más importante en mi vida, ya que mucho de lo que soy se lo debo a él.

A mi hermana Liliana Guevara por su apoyo y consejos, y compartir esta vida juntas.

Gracias por ayudarme a cumplir mis objetivos y seguir adelante. Los quiero mucho.

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por se mi *alma mater*.

A la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, por ser mi segundo hogar.

Al Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Animal en Altiplano.

Al MVZ. José Luis Dávalos Flores por su amabilidad, atenciones y por las facilidades para realizar este trabajo.

Al Dr. Lorenzo Álvarez Ramírez por su paciencia y confianza, y por ser una persona a quien admiro por su dedicación, conocimientos y rectitud.

A la MVZ Alejandra Sánchez Cervantes por sus consejos y el apoyo en la realización de esta Tesis.

A los miembros del jurado por su orientación y valiosa aportación a este trabajo:

MVZ. Andrés Ernesto Ducoing Watty

MVZ. Anne María del Pilar Sisto Burt

MVZ. Francisco Aurelio Galindo Maldonado

MVZ. Reyna Rocío Arvizu Barrera.

Al proyecto PAPIIT (DGAPA) IN205810 por el apoyo financiero.

A Manolo por brindarme su amor, apoyo y confianza y por ser mi fuerza para seguir adelante.

A Ana, Óscar, Paulina, Zulema, por apoyarme cuando lo he necesitado y por su amistad entrañable a través de los años.

A Silvia y Gustavo por las lindas experiencias vividas juntos.

A Gaby, Cris y Blanca por conservar nuestra amistad a pesar de que la vida nos ha llevado por caminos diferentes.

A Mayra, Saúl, Allan y Sergio, por su gran apoyo durante mi estancia.

A todos los profesores que durante la carrera aportaron parte de su conocimiento para lograr mi formación en la Medicina Veterinaria.

A los académicos, administrativos y personal del CEIEPAA por hacerme sentir como en casa.

A todas la personas que he conocido en durante toda mi vida y han dejado una huella imborrable.

A “Fémur” por ser quien me brindó una lección muy grande en mi vida.

A las cabritas W (“las mijas”), utilizadas en el experimento.

A todos los animales sobre los que puse en práctica mis conocimientos durante la carrera.

## CONTENIDO

	Página
RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	2
MATERIAL Y MÉTODOS.....	8
RESULTADOS.....	11
DISCUSIÓN.....	15
REFERENCIAS.....	22
FIGURAS.....	26

## RESUMEN

GUEVARA MALDONADO NALLELY BERENICE. Efecto del aporte de sombra adicional en el comedero sobre patrones conductuales, el consumo alimenticio y la ganancia de peso de cabritas lecheras estabuladas (bajo la dirección de MVZ. PhD. Lorenzo Álvarez Ramírez y MVZ. M.C. Alejandra Sánchez Cervantes).

El objetivo de este estudio fue comparar algunos efectos conductuales y productivos en cabritas lecheras estabuladas alimentadas en comederos con y sin sombra. Durante un total de 60 días, 40 cabritas fueron alimentadas en comederos con y sin sombra ( $n = 20$ ). En ambos casos, los animales tuvieron acceso a sombras en zonas alejadas del comedero. Se utilizó un muestreo de barrido (200h diurno, 100h nocturno) para registrar el número de animales alimentándose y rumiando, además de su ubicación dentro del corral. Se registró la temperatura ambiental en áreas de sombra y sol, el desperdicio diario de alimento, el tiempo de alimentación continua luego de aportar el concentrado, y el peso corporal semanalmente. Un mayor porcentaje de animales fue registrado comiendo durante el día en el grupo con sombra ( $P < 0.05$ ). El porcentaje promedio de desperdicio durante todo el estudio fue menor en el grupo sombra ( $25.8 \pm 1.9$ ) que en el grupo sol ( $30.4 \pm 1.8$ ;  $P = 0.05$ ). En los animales del grupo sombra se registró un mayor tiempo de consumo continuo ( $26.6 \pm 1.3$ ;  $\text{min} \pm \text{ee}$ ;  $P < 0.05$ ) que en el grupo sol ( $16.1 \pm 1$ ); ello tuvo una correlación negativa con la temperatura ambiental en el grupo sol ( $r = -0.50$ ,  $r^2 = 0.25$ ;  $P = 0.02$ ). El peso corporal no fue diferente entre grupos ( $P > 0.05$ ). Las temperaturas ambientales registradas en el grupo sol fueron mayores ( $P < 0.05$ ) que en el grupo sombra durante los periodos diurnos. Se concluye que el uso de sombra durante 60 días en el comedero de cabritas lecheras aumenta las visitas al mismo y a su vez el consumo neto de alimento.

## **Introducción**

La cabra es considerada una especie menos sensible al estrés ambiental que otros animales debido a su alta adaptación a medios áridos. Se distribuye en regiones con condiciones climáticas adversas y posee características únicas (capacidad para conservar agua, alta tasa de sudoración y altas tasas respiratoria y cardiaca, etc.) que le permiten sobrevivir mejor al estrés calórico que las ovejas y vacas. No obstante lo anterior, varios documentos indican que cuando son expuestas a altas temperaturas se provoca una serie de afectaciones que pueden ser negativas para el animal y el productor (depresión del consumo de alimento, se afecta la producción y se altera el bienestar del animal) <sup>1,2</sup>.

El estrés calórico ocurre cuando los animales son expuestos a temperaturas ambientales mayores al límite térmico superior (LTS). El LTS se ha definido como la temperatura ambiental a partir de la cual se inician los procesos de pérdida de calor en el animal <sup>3</sup>, y éste despliega una serie de procesos fisiológicos y conductuales tendientes a mantener un balance térmico <sup>4,5</sup>.

El estrés calórico se entiende como la interrupción de la homeostasis provocada por temperaturas mayores al LTS del animal, lo que resulta en efectos negativos para la producción <sup>2</sup>. El LTS puede ser determinado mediante mediciones de las respuestas fisiológicas y conductuales que se desencadenan, como la disminución del consumo alimenticio, el aumento de la temperatura corporal y la tasa respiratoria, además de afectaciones en la producción <sup>2</sup>.

Se ha sugerido que el límite de tolerancia al calor en la cabra se encuentra entre 35 y 40°C (cabras Nubias) <sup>1</sup>, aunque el LTS varía de acuerdo a la edad, raza, nivel de nutrición y nivel de producción entre otros factores <sup>2</sup>. Otros autores sugieren que el LTS de algunas razas



(Egipcia y Zairaiby) se encuentra entre 25 y 30°C <sup>2</sup> y que el estrés calórico se inicia cuando se les expone a 30°C <sup>1,2</sup>.

La regulación de la temperatura corporal en climas calientes es una condición importante para la producción ganadera. Prácticas sencillas como el uso de sombras pueden disminuir las consecuencias del estrés calórico en corrales de engorda bovina <sup>6-8</sup>. Se ha afirmado sin embargo, que el uso de sombra en diferentes sistemas de producción resultaría en conductas no productivas por parte del animal <sup>9</sup>, y que el tiempo de pastoreo y alimentación se reduciría <sup>5</sup>. Sin embargo, estudios recientes en vacas lecheras han probado que la presencia de sombra no afecta el tiempo de pastoreo <sup>9, 10</sup>. En condiciones de estabulación, el uso de sombras en corrales de engorda de bovinos incrementa el consumo de materia seca (MS) y las ganancias diarias de peso (GDP) de forma significativa <sup>6</sup>. En corrales de vacas lecheras también, el uso de sombras incrementa el consumo de alimento y la GDP <sup>11</sup>.

Otras consecuencias negativas se han descrito en situaciones de estrés calórico en bovinos. Algunas sugerencias se han hecho en el sentido de que también se afecta la calidad de la carne producida bajo condiciones de altas temperaturas <sup>6, 12, 13</sup>. En ausencia de sombras, se incrementan las conductas agresivas y, al parecer, ello provoca un incremento en la presencia de cortes amarosados <sup>6, 14</sup>. Se sabe que el estrés físico que ocurre durante las peleas o montas incrementa la glicogenolisis muscular, y la deficiencia del glicógeno al sacrificio puede resultar en cortes oscurecidos <sup>13</sup>.

En cabras, Katamoto et al. <sup>15</sup> encontraron que temperaturas de 38°C provocan depresión del animal, incrementan la tasa respiratoria y la temperatura corporal, y reducen entre un 14 y 30% el consumo alimenticio. Por su parte, Appleman y Delouche <sup>1</sup> describieron una

reducción del 32 y 39% en el tiempo de alimentación cuando se expusieron a 30 y 35°C respectivamente; la exposición a 40°C redujo el tiempo de consumo en un 92%<sup>1</sup>.

En cabritos de 8 meses de edad, Al-Tamimi<sup>16</sup> encontró que la permanencia en áreas soleadas (30-45°C) incrementa la temperatura corporal interna (rectal) y externa (piel, pelo), además de que aumenta las frecuencias cardíaca y respiratoria. También, se ha encontrado que el tiempo de rumia se disminuye en temperaturas de 30-40°C<sup>1,2</sup>.

Los antecedentes hacen suponer que cuando los animales comen sin la protección otorgada por sombras en comederos, además de las afectaciones a su bienestar, las visitas al comedero y el consumo neto se reducirían, con las consecuencias negativas obvias para la granja.

El Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Animal en Altiplano (CEIEPAA) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ), de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), se encuentra ubicado en una región con climas extremos (desde 3 hasta 37°C); en la época caliente del año las temperaturas pueden alcanzar límites de hasta 35-40°C al sol. Observaciones preliminares dejan ver que la carencia de sombras en áreas de pastoreo puede representar un problema de bienestar animal serio y un inconveniente productivo importante. De la misma manera, en las instalaciones construidas para el alojamiento, el área de construcción de los techos no permite proteger a los animales en la zona de alimentación, lo que podría inhibir conductas alimenticias importantes y significar pérdidas productivas de consideración. Todo ello representa una oportunidad de investigación importante sobre la relevancia del recurso sombra-sobre-el-comedero en ambientes de altas temperaturas, como aquellos en que se encuentra la mayoría de las cabras en el País.

En vacas lecheras, la presencia de sombra exclusivamente en el área del comedero incrementa la producción de leche durante la lactancia, además de incrementar la fertilidad de un modo significativo con respecto de aquellas que no cuentan con sombra alguna <sup>17</sup>.

## **Hipótesis**

Cuando los animales comen sin la protección otorgada por sombras en comederos, se reducen las visitas al comedero y el consumo neto de alimento, con consecuencias negativas en las ganancias de peso del animal y se alteran los patrones diurnos de conducta dentro del corral.

Dichos cambios conductuales se asocian de manera directa con la temperatura ambiental en las diferentes áreas del corral.

## **Objetivo**

El objetivo es comparar algunos efectos conductuales y productivos (GDP) en cabritas lecheras estabuladas alimentadas en comederos con y sin sombra adicional.

## Material y métodos

El estudio se realizó en el CEIEPAA de la FMVZ, UNAM, en sus instalaciones para estabulación caprina. Se utilizó un total de 40 cabritas lecheras (2-3 meses de edad, a 10-15 días del destete) durante su desarrollo. Todos los animales fueron alojados en un corral con un área de al menos 180 m<sup>2</sup>, comederos con una extensión de 13.5 m<sup>2</sup> equipados con cornadizas y 26 m<sup>2</sup> de sombra para descanso alejada del comedero (Figura 1). El corral fue dividido temporalmente en dos secciones iguales y en el comedero de una sección (SOMBRA) se colocó malla sombra (bloqueo >80%, 23 m<sup>2</sup>; Figura 1) durante las 24h para proveer de protección solar en los horarios diurnos de mayor radiación. El comedero de la otra sección (SOL) no se acondicionó de modo alguno y se mantuvo expuesto a la radiación solar, como se encuentra en el diseño original de las instalaciones. Los grupos se balancearon de acuerdo al peso y raza de las cabritas sin que hubiera diferencia entre ambos. En cada sección se introdujo a 20 cabritas y permanecieron bajo experimentación durante 60 días (mayo-junio). En ambas secciones, los animales tuvieron acceso a las sombras construidas originalmente para el descanso, en zonas alejadas del comedero.

*Registro de conductas y mediciones de temperatura.* Diariamente, con una frecuencia de cada 10 minutos, durante el horario diurno (09:00-18:00h) y por un total de 200h, se utilizó un muestreo de barrido para registrar las conductas descritas por Mitlohner et al. <sup>18</sup>. Brevemente: *permanencia de pie*, se consideró como una conducta inactiva (sin locomoción, en sol y sombra); *echada*, considerada cuando el cuerpo del animal estuvo en contacto con el piso (en sombra y sol –comedero, sombra-corrал y en sol); *alimentación*, cuando se encontró consumiendo alimento en zona de comedero; *bebiendo*, consumiendo agua en zonas de bebedero; *caminando*, el animal se desplazaba de un lugar a otro del

corral; *rumia*, el animal masticaba activamente al tiempo que emitía cualquier otra conducta. En cada caso se registró el número de animales emitiendo la conducta respectiva utilizando una hoja formateada especialmente para ello. Se realizaron también los mismos registros conductuales en horarios nocturnos (19:00-08:00h) durante un total de 100h<sup>18</sup>.

Durante los periodos de evaluación conductual (diurnas y nocturnas) y con una frecuencia de cada hora, se registró la temperatura de bulbo negro<sup>19</sup> con dos dispositivos ubicados dentro del corral uno en la sombra del comedero, y otro en el área de sol (Figura 1). El dispositivo mencionado se acondicionó con un termómetro-higrómetro para interiores y exteriores (Wired Thermometer/Hygrometer, Modelo 63-1032, Radioshack®; -Yokohama, 2009, comunicación personal-). Además, se determinó la temperatura del suelo en cada área de cada sección (sol y sombra) utilizando un termómetro infrarrojo (Infrared and contact thermometer, Modelo 561, Fluke® Corporation, Everett, WA, USA).

Se realizaron pesajes al total de los animales cada semana para determinar la GDP. Durante todos los días del estudio, se registraron las cantidades de alimento aportado y los sobrantes del día anterior, con la finalidad de calcular el consumo diario de alimento por grupo. Las cantidades de alimento otorgado se decidieron con base en las recomendaciones del NRC y siempre se administró la misma cantidad a cada sección ajustándola a los pesajes inmediatamente anteriores.

Cada día del estudio y con la finalidad de medir la permanencia de los animales en las zonas de comederos en presencia del alimento preferido<sup>20</sup>, se registró el tiempo transcurrido desde el aporte de concentrado hasta el momento en que al menos el 50% de las cabras se habían retirado del comedero. Para ello, el alimento concentrado fue proporcionado siempre a la misma hora del día (13:00-13:30h).

*Análisis de resultados.* Los datos conductuales fueron expresados en porcentaje y transformados a su arcoseno para utilizar pruebas paramétricas. Previo a ello se utilizó la prueba Shapiro-Wilk para determinar la distribución de cada variable. Se utilizó el procedimiento GLM para muestreos repetidos y la prueba de Duncan en la comparación del desempeño productivo (GDP) entre tratamientos y la comparación de las demás variables con sus datos transformados <sup>21</sup>. Las mismas pruebas fueron utilizadas en las mediciones de temperatura ambiental <sup>21</sup>. Los registros diurnos y nocturnos de cada variable se analizaron por separado.



## Resultados

### *Conducta de alimentación*

En la Figura 2 se presenta el porcentaje de animales comiendo en diferentes momentos del día. En promedio, un mayor porcentaje de animales fue registrado comiendo en el grupo sombra que en el grupo sol ( $P < 0.05$ ). En el grupo sombra, un mayor porcentaje de animales se registró comiendo desde las 9:50 y hasta las 12:00 h del día, y luego de manera esporádica a las 13:30, 13:40, 15:40, 16:00 y 16:10 h. En el horario nocturno, la conducta no presentó diferencia significativa entre tratamientos ( $P > 0.05$ ; figura 2).

### *Consumo de alimento*

El desperdicio diario de alimento se encuentra en la Figura 3. El porcentaje promedio de desperdicio durante todo el estudio fue menor en el grupo sombra ( $25.8 \pm 1.9$ ) que en el grupo sol ( $30.4 \pm 1.8$ ;  $P = 0.05$ ). El porcentaje de consumo neto de alimento se presenta en la Figura 4, calculado en base al desperdicio para el grupo sombra y sol fue de  $74.1 (\pm 1.8)$  y de  $69.6 (\pm 1.8)$  respectivamente.

En la Figura 5 se presenta la duración promedio de la prueba de concentrado. En los animales del grupo sombra la prueba tuvo una duración promedio mayor ( $26.6 \pm 1.3$ ;  $\text{min} \pm \text{ee}$ ;  $P < 0.05$ ) que en el grupo sol ( $16.1 \pm 1$ ). En la figura 6 se muestra la relación entre la temperatura y la duración de la prueba de concentrado. Se encontró una correlación negativa entre la duración de la prueba de concentrado y la temperatura ambiental en el grupo sol ( $r = -0.50$ ,  $r^2 = 0.25$ ;  $P = 0.02$ ). En el grupo sombra, dicha correlación no fue significativa ( $r = -0.23$ ,  $r^2 = 0.05$ ;  $P = 0.3$ ).

### *Ganancia de peso*

La GDP promedio de las cabritas del grupo sol fue de  $0.08 \pm 0.03$  (kg $\pm$ ee) y de  $0.08 \pm 0.03$  para el grupo sombra ( $P > 0.05$ ). La figura 7 muestra el peso corporal promedio de las cabritas durante todo el experimento.

### *Registros de temperatura*

En la figura 8 se muestra la temperatura ambiental durante las 24 horas del día. Las temperaturas ambientales registradas en el grupo sol fueron mayores que en el grupo sombra durante los periodos diurnos, de las 9 a las 18 h ( $P < 0.05$ ). La temperatura promedio más alta registrada fue de  $35.4$  °C ( $\pm 0.81$ ) en el grupo sol y de  $31.8$  °C ( $\pm 0.66$ ) en el grupo sombra. En los horarios nocturnos no existieron diferencias significativas entre grupos ( $P > 0.05$ ; figura 8).

En la figura 9 se presentan las temperaturas de bulbo negro durante las 24 horas. Estas temperaturas fueron mayores en el grupo sol que en el grupo sombra durante los horarios diurnos ( $P < 0.05$ ). La temperatura promedio más alta registrada fue de  $45.9$  °C ( $\pm 1.24$ ) en el área de sol y de  $33.9$  °C ( $\pm 1.24$ ) para el área de sombra. En los horarios nocturnos no existieron diferencias significativas entre grupos ( $P > 0.05$ ; figura 9).

La temperatura del suelo fue mayor en la sección de sol y alcanzó máximos promedios de  $51.3$  °C ( $\pm 1.2$ ;  $P < 0.05$ ; figura 10).

### *Otras conductas*

Las cabras que se encontraron echadas en el área de comedero se presentan en la figura 11. Se observó a un mayor porcentaje de cabras del grupo sombra echadas en el área de comedero en diferentes momentos del día. El tratamiento afectó significativamente el porcentaje de animales echados en la zona del comedero durante el día ( $P < 0.05$ ). En el grupo sombra, un mayor porcentaje de animales se registró echado en la sombra del comedero a las 10:10, de 10:50 a 13:50 h, de 14:30 a las 15:00 h, a las 15:20 y de 15:40 a 18:00 h del día. Estas diferencias se acentúan en las horas del día con las temperaturas ambientales más elevadas. En el horario nocturno no se presentaron diferencias significativas entre grupos ( $P > 0.05$ ).

En la figura 12 se muestra el porcentaje de cabras echadas en áreas de sombra del corral. Un mayor porcentaje de cabras del tratamiento sol se encontraron en la sombra del corral en horarios diurnos ( $P < 0.05$ ). Esto también coincidió con las temperaturas ambientales más elevadas del día. En el horario nocturno no se presentaron diferencias significativas entre grupos ( $P > 0.05$ ).

El porcentaje de animales echados en áreas de sol se presenta en la figura 13 (a y b). El grupo tuvo un efecto significativo en la variable ( $P < 0.05$ ); se registró a un mayor porcentaje de cabras del tratamiento sombra en áreas de sol dentro del corral a las 9:30 h, de 10:40 a 11:00 h a las 11:20 y a las 12:20. En el horario nocturno no se presentó diferencia significativa entre grupos ( $P > 0.05$ ).

En la figura 14, 15, 16, 17 y 18 se observa el porcentaje de cabras que se encontraron de pie en área de sol, de pie en área de sombra, caminando, rumiando y bebiendo respectivamente

durante todo el día. No se observó un efecto del tratamiento en el periodo diurno ni en el nocturno en ninguna de dichas conductas ( $P>0.05$ ).

Durante el experimento hubo un total de 8 cabritas enfermas, siete de ellas dentro del grupo sol y una en el grupo sombra. Las afectaciones que se presentaron fueron diarreas, problemas respiratorios y oculares.

## Discusión

En el presente estudio, el aporte de sombra en áreas de comedero se asoció con un mayor porcentaje promedio de animales comiendo en diferentes momentos del día. En horarios identificados como de mayor temperatura ambiental, se observó a un mayor porcentaje de cabras alimentándose en áreas de comedero cuando la zona contó con sombra. En ningún momento del día las cabras del grupo sol se encontraron comiendo en mayor porcentaje que el grupo sombra. Resulta lógico que un menor número de animales en áreas de comedero indujera un consumo de alimento también menor como lo visto en el presente estudio. Lo anterior coincide con lo publicado en ovejas <sup>22</sup> y vacas <sup>6, 23</sup>.

El consumo voluntario de alimento se reduce en animales expuestos a altas temperaturas <sup>16, 22, 24</sup>, especialmente si el alimento es de mala calidad <sup>25</sup> debido al esfuerzo para reducir la producción de calor y por el bajo tiempo de tránsito digestivo <sup>22, 26</sup>. En un intento por mantenerse en balance térmico con el ambiente, el animal disminuye su consumo de alimento y su actividad física para reducir la producción de calor corporal, al tiempo que el consumo de agua y la frecuencia de micción aumentan <sup>24, 27</sup>. En el presente estudio los animales tenían la capacidad de moverse a áreas sombreadas del corral, y la disminución en el consumo de alimento se explica por el hecho de que un menor número de ellos fue visto en zonas de comedero.

El tiempo que permanecieron los animales en áreas de comedero luego de administrar el concentrado, se incrementó en un 40% cuando se contó con sombra. Ello sugiere fuertemente un efecto negativo de las condiciones de altas temperaturas, confirmadas con las mediciones ambientales respectivas, en las preferencias del animal <sup>2</sup>. La correlación

negativa que se encontró entre la temperatura ambiental y el tiempo de alimentación refuerza claramente lo anterior. En el mediano y largo plazo, un mayor desperdicio-rechazo de alimento agravaría las pérdidas económicas para la granja <sup>28</sup>.

Sin protección contra el sol, los animales buscan y utilizan la sombra cuando su temperatura corporal supera los 39.1°C <sup>29, 30</sup>. Aunque en el presente estudio no se registró la temperatura corporal, resultados de experimentos en proceso indican que las temperaturas corporales pueden alcanzar hasta 41.5°C cuando el animal está totalmente expuesto al sol por periodos cortos (Alvarez et al., 2010, resultados preliminares no publicados). En el presente estudio, las temperaturas registradas alcanzaron máximos de 43.9°C para la temperatura ambiental y de 54.7°C para la temperatura de bulbo negro, lo que claramente rebasa lo considerado como zona de confort térmico para la especie <sup>2</sup>. Es de hacer notar que dichas temperaturas corresponden a las registradas con los dispositivos expuestos a la radiación solar durante el estudio; dicha técnica de monitoreo térmico es aceptada y utilizada en la literatura del tema <sup>9, 16, 17, 31</sup> y se consideran registros válidos como los percibidos por el animal expuesto permanentemente a las condiciones ambientales.

Los efectos de áreas de sombra sobre el desempeño productivo de los animales se han llegado a debatir. Aunque en ocasiones no se observan beneficios productivos claros y en plazos cortos, la mayoría de la literatura coincide en que se mejora la producción de leche o carne en cantidad y/o calidad <sup>6, 11, 22, 23, 32-38</sup>. Del mismo modo, la literatura coincide en que las afectaciones al bienestar del animal deben considerarse suficientes para promover las adaptaciones necesarias <sup>29, 39, 40</sup>. En el presente estudio, la ganancia de peso no difirió entre grupos durante el periodo de registro. Dadas las bajas tasas de conversión en la especie y su

alta capacidad metabólica para adaptarse a restricciones alimenticias <sup>41,42</sup>, es posible que se requiera de un mayor periodo de exposición o de la carencia total del recurso sombra para observar diferencias en el desarrollo del animal o para detectar consecuencias negativas en su productividad posterior. En cabritos expuestos permanentemente a estrés calórico por periodos de 40 días <sup>43</sup>, las ganancias diarias de peso disminuyen de manera significativa.

Ante altas temperaturas ambientales, se requiere de energía adicional para mantener la homeotermia, dicha energía adicional representa el costo de las adaptaciones conductuales y fisiológicas. La disminución del consumo alimenticio durante el estrés calórico se entiende como un mecanismo de protección contra la hipertermia. Los incrementos del calor producido por la actividad voluntaria, la fermentación ruminal, la digestión, la absorción de nutrientes y el metabolismo se reducen cuando se disminuye el consumo de alimento, por lo que el animal tendría que disipar una menor cantidad de calor. Lo anterior resulta benéfico para mantener el balance térmico entre el animal y el ambiente, pero el desempeño productivo suele reducirse debido a que el aporte de nutrientes es menor a lo requerido para la producción <sup>2</sup>.

Como era de esperarse, en el grupo con sombra en comedero se observó a un mayor porcentaje de cabras echadas en dicha zona del comedero en diferentes momentos del día. Se ha argumentado que dicha conducta resultaría en un acúmulo problemático de estiércol en zonas cercanas al comedero, lo que podría afectar la capacidad del animal para acceder al alimento de forma cómoda y eficaz. Dicho argumento parece aplicable a corrales de engorda de bovinos en que, con una alta densidad poblacional, incluso se considera que los animales descansando en zonas cercanas al comedero interferirían con la alimentación de compañeros, lo que resultaría negativo. En el caso de cabras lecheras, la densidad

poblacional dentro del corral debería permitir el ingreso suficiente a cada animal, independientemente de si algunos descansan cerca del comedero. Además, el no aporte de sombras para controlar el acúmulo de desechos en zonas del comedero resulta un método cuestionable en su eficacia y en su justificación ética en el trato animal; el acúmulo de desechos dentro del corral, sin importar su ubicación debería ser controlado mediante buenas prácticas higiénicas que se justifican mediante otros argumentos zootécnicos <sup>9</sup>. De acuerdo a varios autores, <sup>29</sup> tanto el agua como el alimento *deben* ser administrados en la sombra para evitar las consecuencias negativas sobre el confort animal, sobre los patrones de consumo alimenticio y sobre el desempeño productivo <sup>44</sup>.

En horarios diurnos, la utilización del área de sombra original del corral fue mayor en el grupo sol. Evidentemente, al no contar con el recurso en otras zonas del corral, preferían echarse en esa área en horarios de temperaturas más altas.

Durante el periodo diurno, los porcentajes de animales echados en el área de sol de ambos grupos fueron irrelevantes, con promedios máximos de apenas 2%, lo cual indica que esta área del corral fue poco utilizada por las cabras. En este mismo periodo del día, la mayoría de los animales se encontraba en áreas de sombra, lo que claramente sugiere la preferencia del animal por zonas protegidas.

La sombra en los comederos no afectó la presentación de la conducta de rumia en las cabras. En los casos en que se priva por completo de sombra, el ganado vacuno <sup>29</sup> y ovino <sup>22</sup> disminuye la actividad de rumia, y una mayor temperatura ambiental disminuye también dicha conducta en ovinos <sup>25</sup>. En el presente estudio, ambos grupos contaban con sombra



dentro del corral, de modo que se facilitaba la termorregulación sin recurrir a una disminución de la actividad digestiva.

Se ha afirmado que algunos bovinos en trópico reducen el tiempo de pastoreo diurno, durante las altas temperaturas, y aumentan el nocturno cuando no se encuentran adaptados a las condiciones climáticas <sup>5</sup>; dicho incremento en el pastoreo nocturno sin embargo, no les permite igualar el tiempo de alimentación de sus compañeros mejor adaptados. Por otro lado, el uso de sombras no afecta negativamente el tiempo de pastoreo, y las vacas utilizan más tiempo comiendo durante horarios nocturnos para compensar el tiempo que permanecían bajo la sombra en horarios diurnos <sup>45</sup>. En el presente estudio, se esperaba que el grupo sol tuviera un mayor número de animales en zonas de comedero por las noches, en una estrategia conductual para compensar lo visto durante el día, sin embargo esto no ocurrió. Es probable que en condiciones en que no se cuente con sombra alguna, los animales desplieguen tal estrategia debido a una mayor afectación que la que se registró.

Además de afectaciones al bienestar del animal y su desempeño productivo, hay claras evidencias de que la exposición a la radiación solar sin protección induce alteraciones considerables en la capacidad inmune y predispone de manera importante a condiciones patológicas <sup>6, 22, 29, 46</sup>. La inmunidad inespecífica se reduce en los animales criados sin acceso a sombras <sup>22</sup>. Aunque no se realizó análisis estadístico alguno, resulta interesante que del total de cabritas que presentó signos de enfermedad durante el estudio (8 cabritas con diarrea, neumonía y/o conjuntivitis), siete de ellas fueron del grupo sol. Esto no representa evidencia alguna de que existiera una respuesta inmune comprometida en los animales alimentándose sin sombra, pero los antecedentes obligan a mirar el hallazgo con

cuidado y evaluar dicha respuesta fisiológica en próximos acercamientos al tema. Las altas temperaturas ambientales inducen a su vez elevaciones en la temperatura corporal del animal y altas tasas respiratorias, ello incrementa los requerimientos de energía para mantenimiento entre un 7 y 25% y podría resultar en alcalosis respiratoria debido a la reducción de CO<sub>2</sub> sanguíneo<sup>22</sup>. La exposición a altas temperaturas puede también provocar desbalances minerales al reducirse los niveles de sodio, potasio, calcio y fósforo, favoreciendo la ocurrencia de patologías en general.

## **Conclusión**

Se concluye que, en cabritas lecheras, el uso de sombra en el comedero aumentó las visitas al mismo, el consumo neto, disminuyó el desperdicio y aumentó el tiempo de consumo de alimento. Estos cambios se relacionaron de manera directa con la temperatura ambiental en las diferentes áreas del corral.

El uso de sombra en el comedero durante un periodo de 60 días no alteró la ganancia diaria de peso de las cabritas.

Los resultados soportan parcialmente la hipótesis planteada, y generan sugerencias respecto del efecto de exposiciones más prolongadas a las condiciones ambientales abordadas.

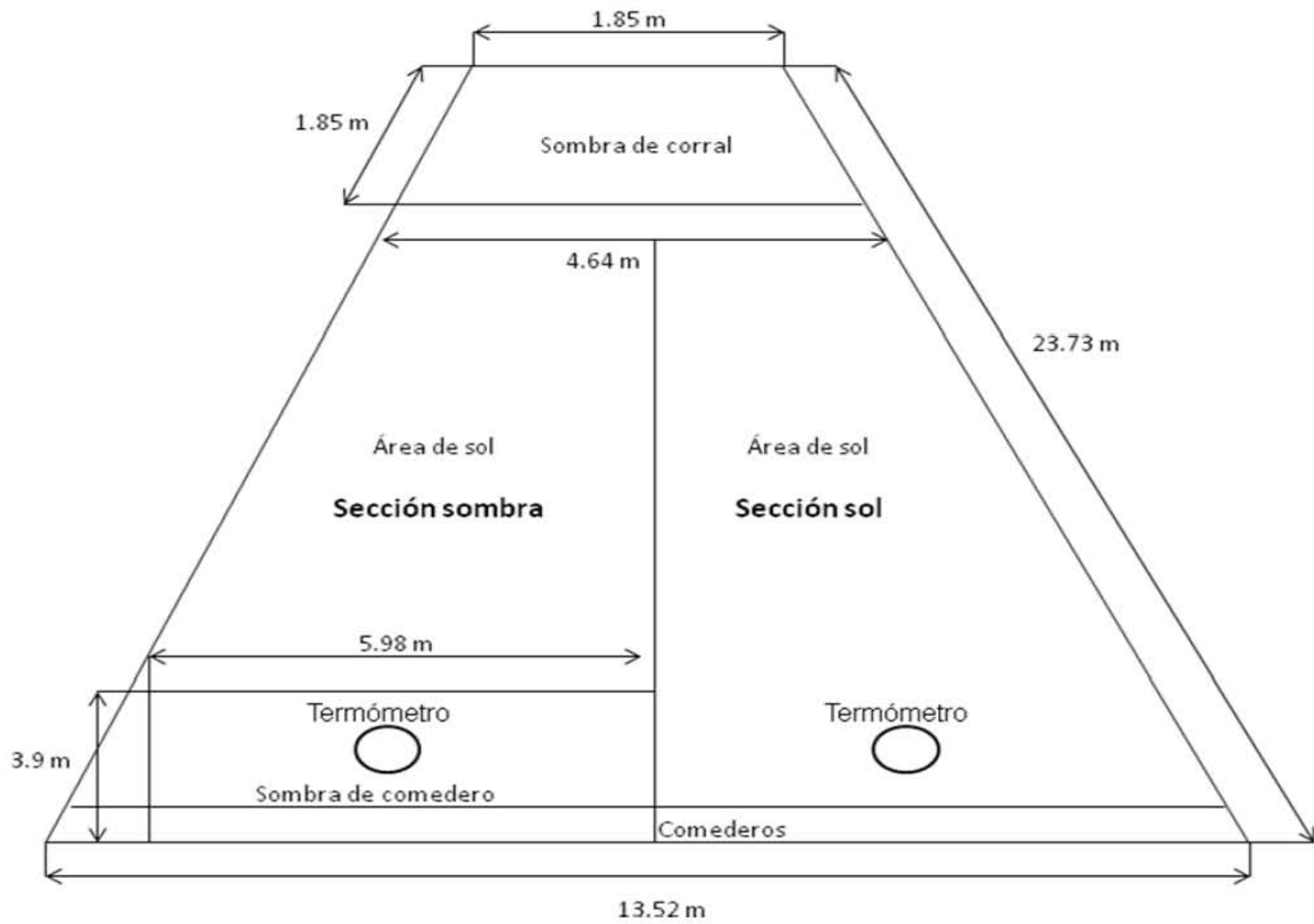
## Referencias

1. Appleman RD, Delouche JC. Behavioral, physiological and biochemical responses of goats to temperature, 0 °C to 40 °C. *J Anim Sci* 1958; 17:326-335.
2. Lu CD. Effects of heat stress on goat production. *Small Rumin Res* 1989; 2:151-162.
3. Bligh J, Johnson K. Glossary of terms for thermal physiology. *J Appl Physiol* 1977; 35:941-961.
4. Spiers DE, Spain JN, Sampson JD, Rhoads RP. Use of physiological parameters to predict milk yield and feed intake in heat-stressed dairy cows. *J Therm Biol* 2004; 29:759-764.
5. Bennett I, Finch V, Holmes C. Time spent in shade and its relationship with physiological factors of thermoregulation in three breeds of cattle. *Appl Anim Behav Sci* 1984; 13:227-236.
6. Mitlohner FM, Galyean ML, McGlone JJ. Shade effects on performance, carcass traits, physiology, and behavior of heat-stressed feedlot heifers. *J Anim Sci* 2002; 80:2043-2050.
7. Bucklin R, Turner L, Beede D, Bray R, Hemken R. Methods to relieve heat stress for dairy cows in hot, humid climates. *Appl Eng Agricult* 1991; 7:241-247.
8. Oliver J, Hellman H, Bishop S, Pelissier C, Bennett L. Heat stress survey California Agriculture 1979; 33:6-8.
9. Widowski T, presented in part at Livestock Environment VI: Proceedings of the 6th International Symposium, Louisville, Kentucky, USA, 21-23 May, 2001, Yea.
10. Tucker CB, Rogers AR, Schütz KE. Effect of solar radiation on dairy cattle behaviour, use of shade and body temperature in a pasture-based system. *Appl Anim Behav Sci* 2008; 109:141-154.
11. Marcillac-Embertson NM, Robinson PH, Fadel JG, Mitlohner FM. Effects of shade and sprinklers on performance, behavior, physiology, and the environment of heifers. *J Dairy Sci* 2009; 92:506-517.
12. Kadim IT, Mahgoub O, Al-Ajmi DS, Al-Maqbaly RS, Al-Mugheiry SM, Bartolome DY. The influence of season on quality characteristics of hot-boned beef m. longissimus thoracis. *Meat Sci* 2004; 66:831-836.
13. Kreikemeier KK, Unruh JA, Eck TP. Factors affecting the occurrence of dark-cutting beef and selected carcass traits in finished beef cattle. *J Anim Sci* 1998; 76:388-395.

14. Voisin BD, Grandin T, O'Connor SF, Tatum JD, Deesing MJ. Bos indicus-cross feedlot cattle with excitable temperaments have tougher meat and a higher incidence of borderline dark cutters. *Meat Sci* 1997; 46:367-377.
15. Katamoto H, Fukuda H, Oshima I, Ishikawa N, Y. K. Nitroblue tetrazolium reduction of neutrophils in heat stressed goats is not influenced by selenium and vitamin E injection. *J Vet Med Sci* 1998; 60:1243-1249.
16. Al-Tamimi HJ. Thermoregulatory response of goat kids subjected to heat stress. *Small Rumin Res* 2007; 71:280-285.
17. Roman-Ponce H, Thatcher WW, Buffington DE, Wilcox CJ, Van Horn HH. Physiological and production responses of dairy cattle to a shade structure in a subtropical environment. *J Dairy Sci* 1977; 60:424-430.
18. Mitlohner FM, Morrow-Tesch JL, Wilson SC, Dailey JW, McGlone JJ. Behavioral sampling techniques for feedlot cattle. *J Anim Sci* 2001; 79:1189-1193.
19. Alzina L, Farfán J, Valencia E, Yokohama J. Condición ambiental y su efecto en la temperatura rectal y frecuencia respiratoria en bovinos cruzados (*Bos taurus* x *Bos indicus*) del estado de Yucatán, México. *Rev Biomed* 2001; 12:112-121.
20. Abijaoudé J, Morand-Fehr P, Tessier J, Schmidely P, Sauvant D. Influence of forage: concentrate ratio and type of starch in the diet on feeding behaviour, dietary preferences, digestion, metabolism and performance of dairy goats in mid lactation. *Anim Sci* 2000; 71.
21. SAS. Cary, N.C., USA, 1999.
22. Sevi A, Annicchiarico G, Albenzio M, Taibi L, Muscio A, Dell'Aquila S. Effects of solar radiation and feeding time on behavior, immune response and production of lactating ewes under high ambient temperature. *J Dairy Sci* 2001; 84:629-640.
23. Muller C, Botha J, Smith W. Effect of shade on various parameters of Friesian cows in a Mediterranean climate in South Africa. 1. Feed and water intake, milk production and milk composition. *South African J Anim Sci.* 1994a; 24:49-55.
24. Abdalla EB, Kotby EA, Johnson HD. Physiological responses to heat-induced hyperthermia of pregnant and lactating ewes. *Small Rumin Res* 1993; 11:125-134.
25. Costa P, Da Silva R, De Souza R. Effect of air temperature and humidity on ingestive behaviour of sheep. *Int J Biometeorol* 1992; 36:218-222.

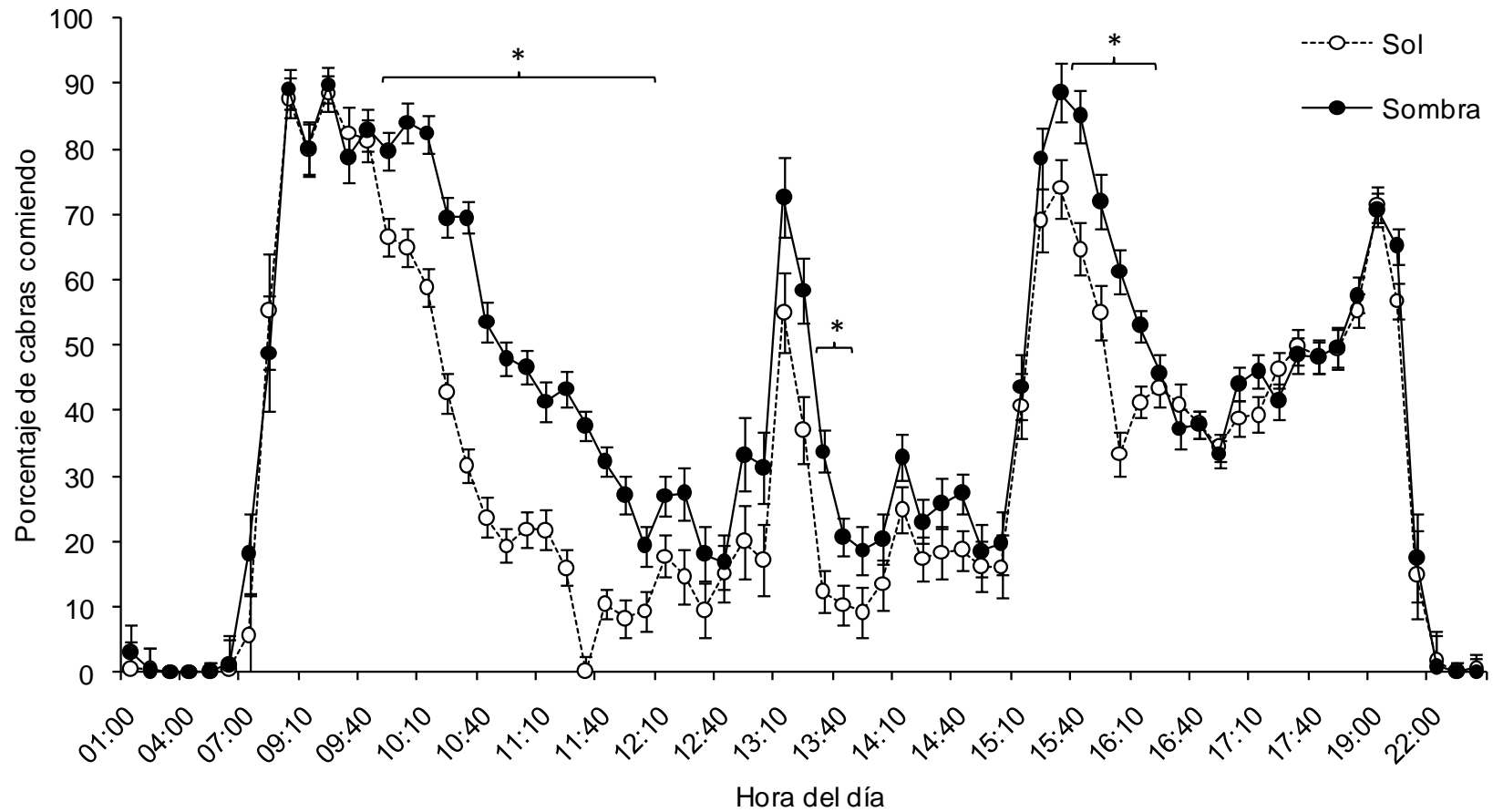
26. Bernabucci U, Bani P, Ronchi B, Lacetera N, Nardone A. Influence of short- and long-term exposure to a hot environment on rumen passage rate and diet digestibility by Friesian heifers. *J Dairy Sci* 1999; 82:967-973.
27. Hahn GL. Dynamic responses of cattle to thermal heat loads. *J Anim Sci* 1999; 77:10-20.
28. St-Pierre NR, Cobanov B, Schnitkey G. Economic losses from heat stress by US livestock industries. *J Dairy Sci* 2003; 86:E52-77.
29. Blackshaw K, Blackshaw A. Heat stress in cattle and the effect of shade on production and behaviour: a review. *Australian J Experim Agricult* 1994; 34:285-295.
30. Seath DM, Miller GD. Effect of warm weather on grazing performance of milking cows. *J Dairy Sci* 1946; 29:199-206.
31. Buffington D, Collazo-Arocho A, Canton G, Pitt D, Thatcher W, Collier R. Black-globe humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. *Transaction of Am Soc Agricultural Engineers* 1981; 24:711.
32. Sevi A, Albenzio M, Annicchiarico G, Caroprese M, Marino R, Taibi L. Effects of ventilation regimen on the welfare and performance of lactating ewes in summer. *J Anim Sci* 2002; 80:2349-2361.
33. Sevi A, Taibi L, Albenzio M, Caroprese M, Marino R, Muscio A. Ventilation effects on air quality and on the yield and quality of ewe milk in winter. *J Dairy Sci* 2003; 86:3881-3890.
34. Mitlohner F, Morrow JL, Dailey JW, Wilson S, Galyean M, Miller M, McGlone J. Shade and water misting effects on behavior, physiology, performance, and carcass traits of heat-stressed feedlot cattle. *J Anim Sci* 2001; 79:2327-2335.
35. Johnson AK, Mitlohner FM, Morrow JL, McGlone JJ. Effects of shaded versus unshaded wallows on behavior, performance, and physiology of the outdoor lactating sow. *J Anim Sci* 2008; 86:3628-3634.
36. Bohmanova J, Misztal I, Cole JB. Temperature-humidity indices as indicators of milk production losses due to heat stress. *J Dairy Sci* 2007; 90:1947-1956.
37. Fuquay JW. Heat stress as it affects animal production. *J Anim Sci* 1981; 52:164-174.
38. Morrison SR. Ruminant heat stress: effect on production and means of alleviation. *J Anim Sci* 1983; 57:1594-1600.

39. Schütz KE, Rogers AR, Cox NR, Tucker CB. Dairy cows prefer shade that offers greater protection against solar radiation in summer: Shade use, behaviour, and body temperature. *Appl Anim Behav Sci* 2009; 116:28-34.
40. Caroprese M. Sheep housing and welfare. *Small Rumin Res* 2008; 76:21-25.
41. Arriaga A. Evaluación del estado corporal y sus efectos sobre el comportamiento productivo en cabras lecheras. FMVZ, UNAM, México DF, 2007.
42. Paz H. Evaluación del efecto regulatorio de leptina sobre el metabolismo energético y comportamiento productivo en cabras de genotipo cárnico. FMVZ, UNAM, México DF, 2010.
43. Darcan N, GÜNEY O. Effect of spraying on growth and feed efficiency of kids under subtropical climate. *Small Rumin Res* 2002; 43:189-190.
44. Buffington D, Collier J, Canton G. Shade management systems to reduce heat stress for dairy cows in hot, humid climate. *Transactions Am Soc Agricultural Engineers* 1983; 26:1798-1802.
45. Kendall PE, Nielsen PP, Webster JR, Verkerk GA, Littlejohn RP, Matthews LR. The effects of providing shade to lactating dairy cows in a temperate climate. *Livest Sci* 2006; 103:148-157.
46. Morrow-Tesch JL, McGlone JJ, Salak-Johnson JL. Heat and social stress effects on pig immune measures. *J Anim Sci* 1994; 72:2599-2609.

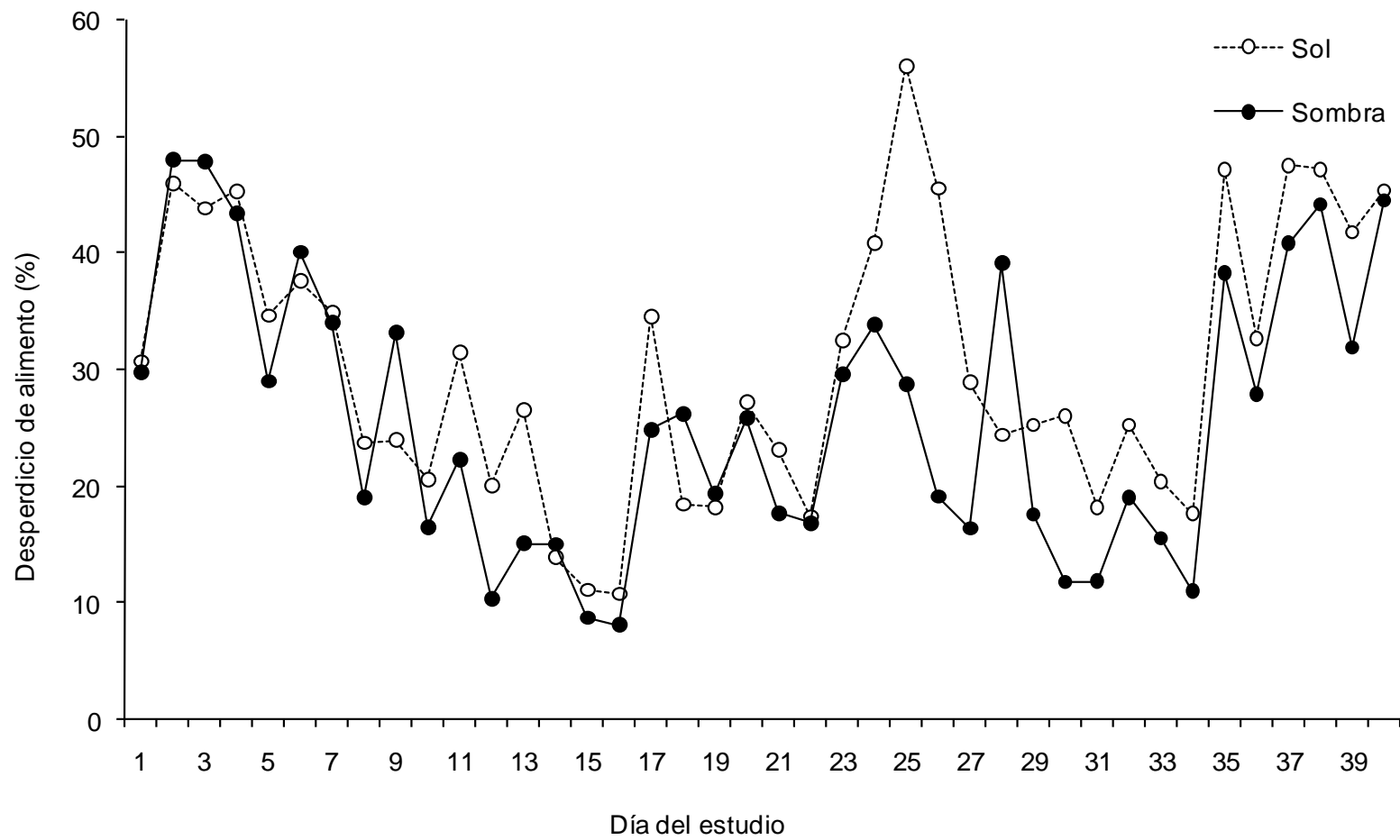


**Figura 1.** Diagrama del corral de experimentación con cada una de las áreas de sombra y sol para cada sección (sombra y sol).

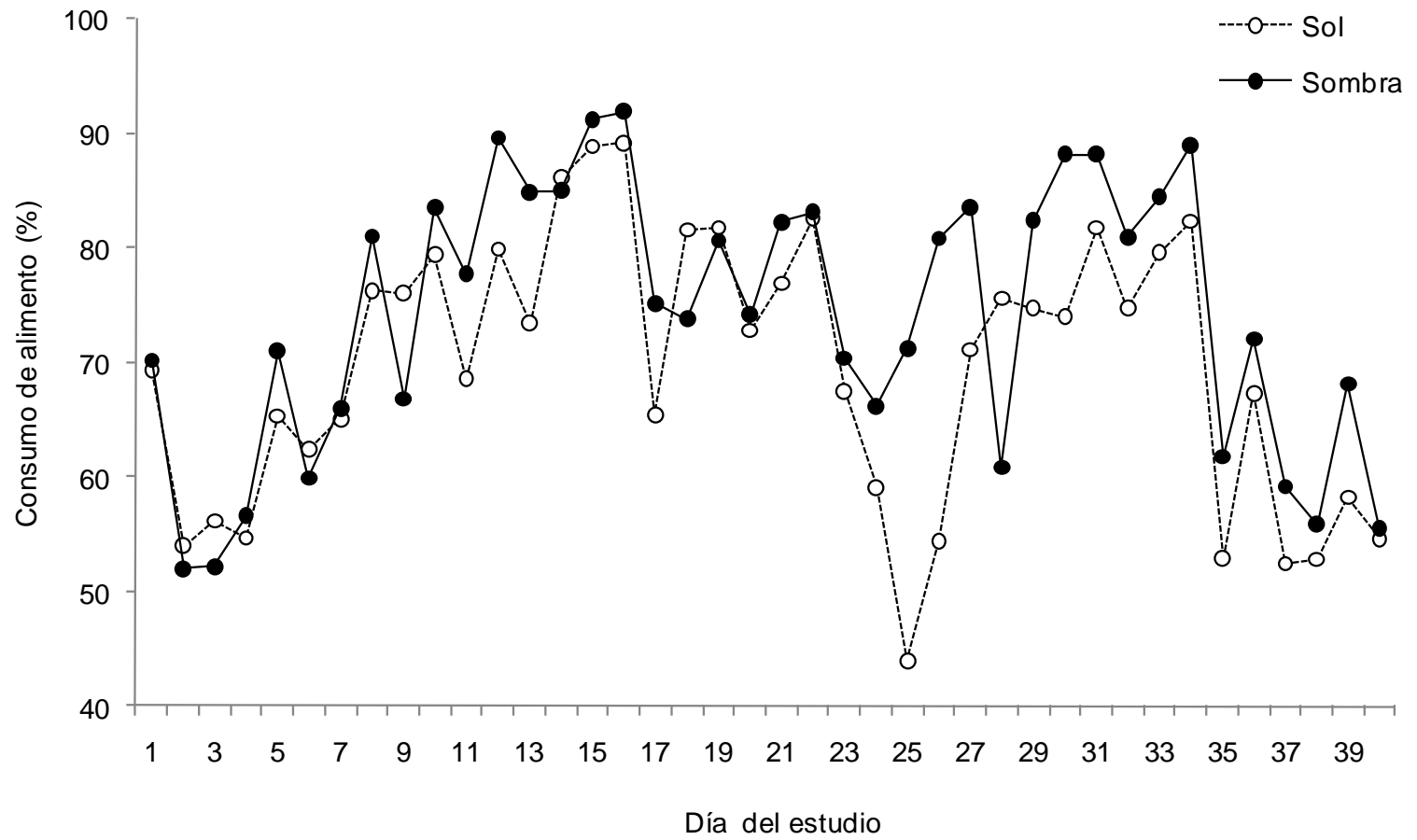




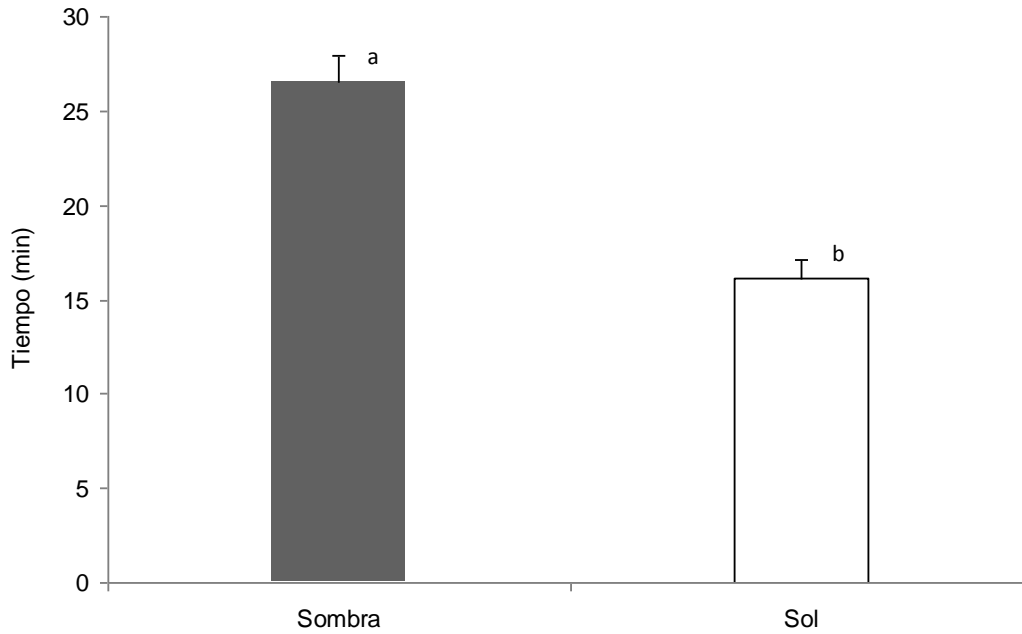
**Figura 2.** Porcentaje de cabras comiendo en diferentes momentos del día en cada grupo. Un mayor porcentaje de cabras fue visto comiendo durante el periodo diurno en el grupo sombra que en el grupo sol ( $P < 0.05$ ). \* Indica significancia entre grupos.



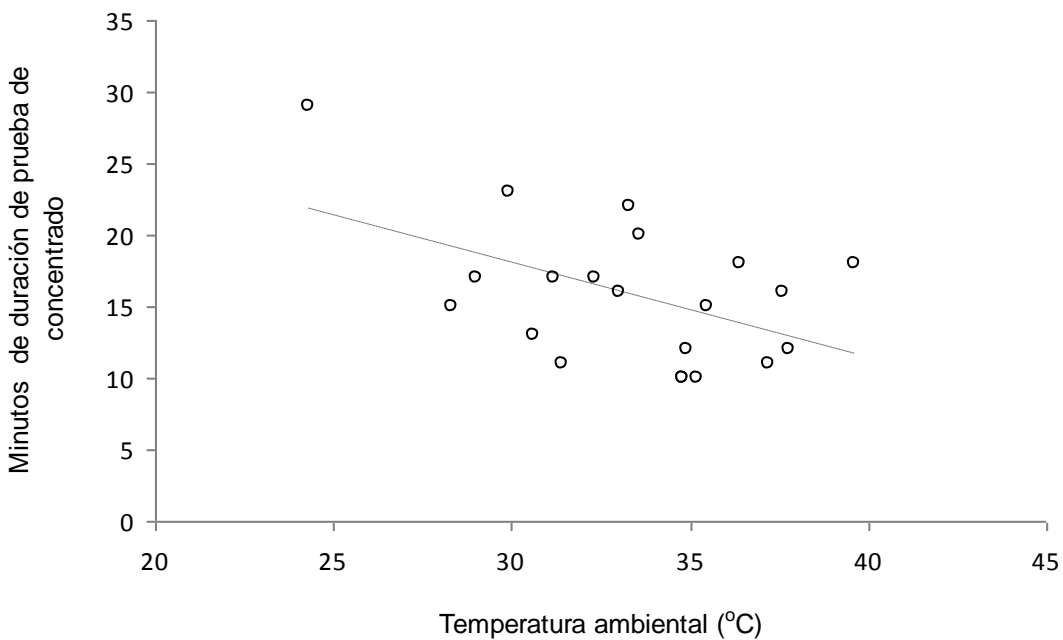
**Figura 3.** Desperdicio diario de alimento (%) en cada grupo. En el grupo con sombra en el comedero, el desperdicio fue menor durante todo el estudio ( $P < 0.05$ )



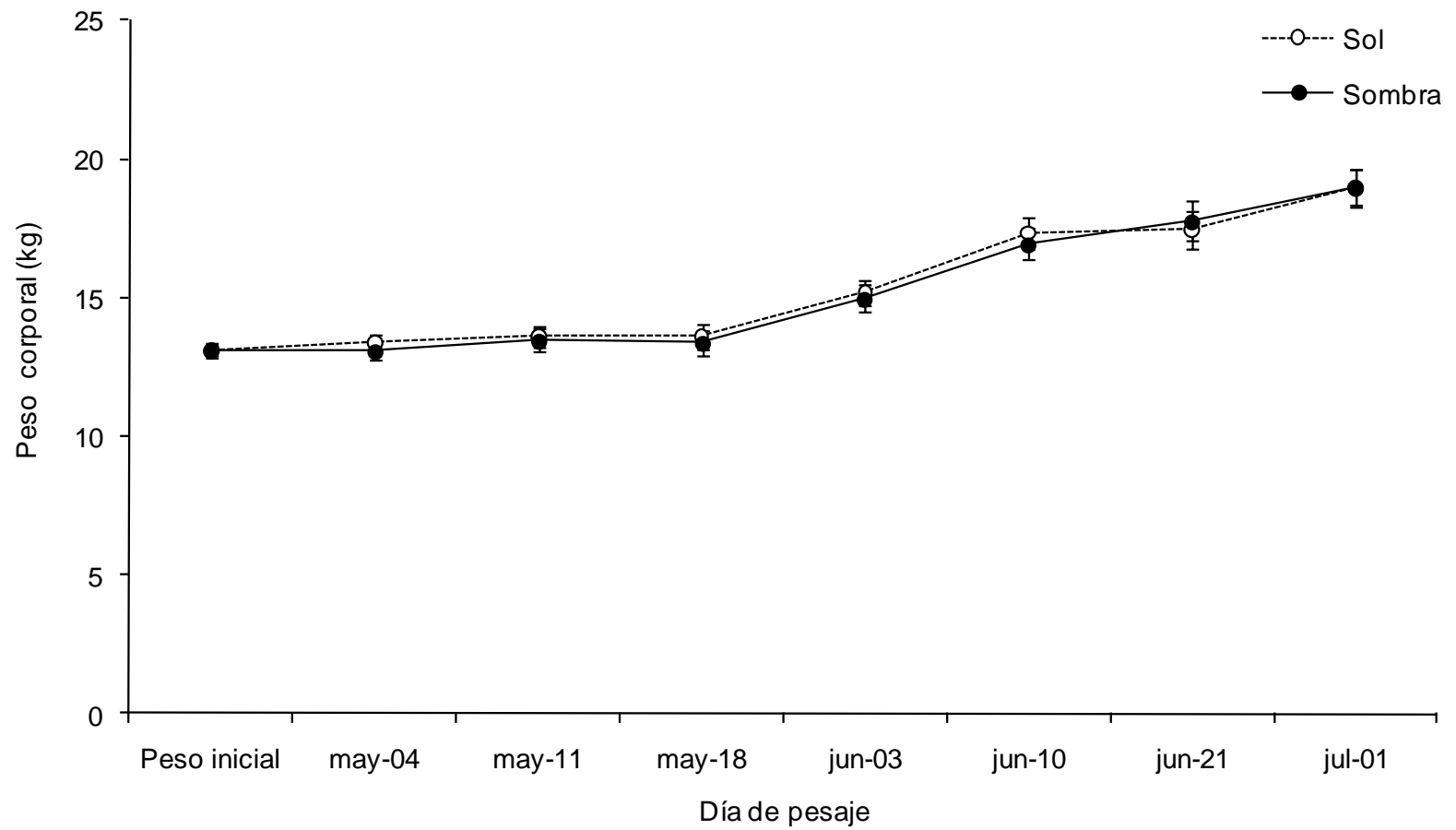
**Figura 4.** Consumo neto de alimento en ambos grupos. En cada grupo, el consumo fue calculado a partir del desperdicio diario.



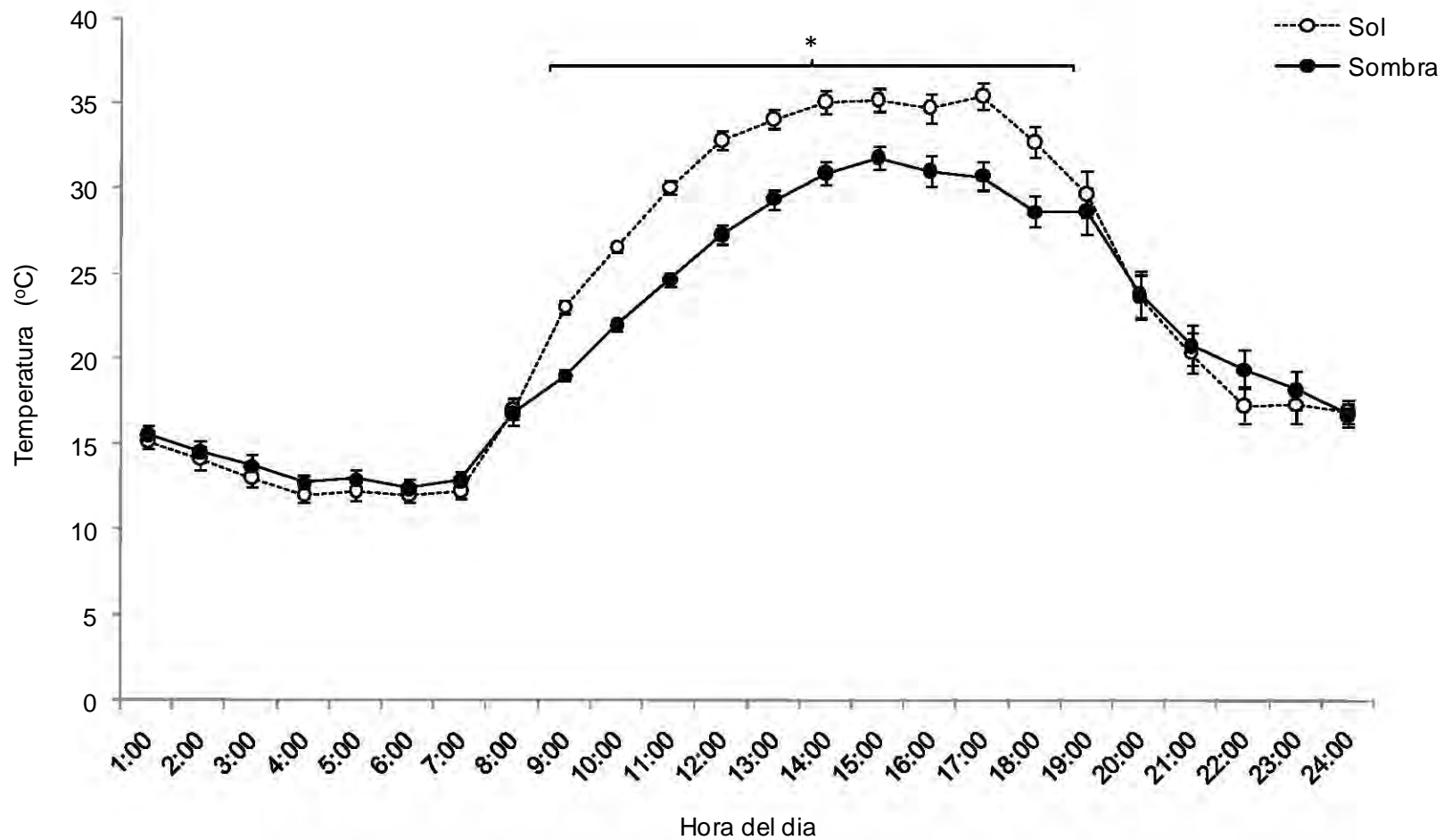
**Figura 5.** Duración (min  $\pm$  ee) de la prueba de concentrado en cada uno de los grupos. La prueba registró el tiempo transcurrido desde el aporte de concentrado hasta el momento en que al menos el 50% de las cabras se habían retirado del comedero en cada grupo. <sup>a,b</sup> Indican diferencia ( $P < 0.05$ ).



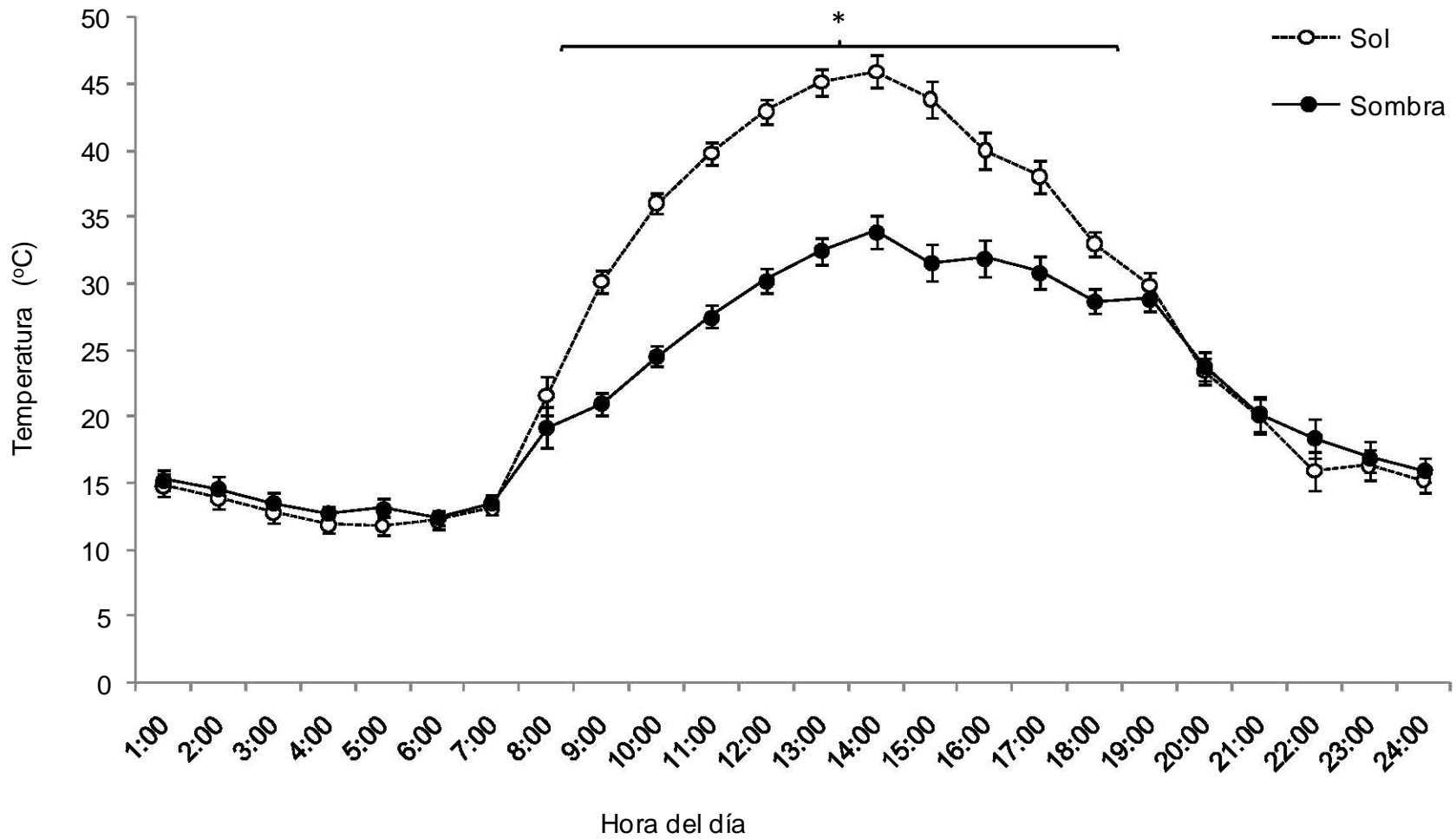
**Figura 6.** Relación entre la temperatura ambiente y la duración de la prueba de concentrado en el grupo sol. Se encontró una correlación negativa entre ambas variables ( $r = -0.50$ ,  $r^2 = 0.25$ ;  $P = 0.02$ ).



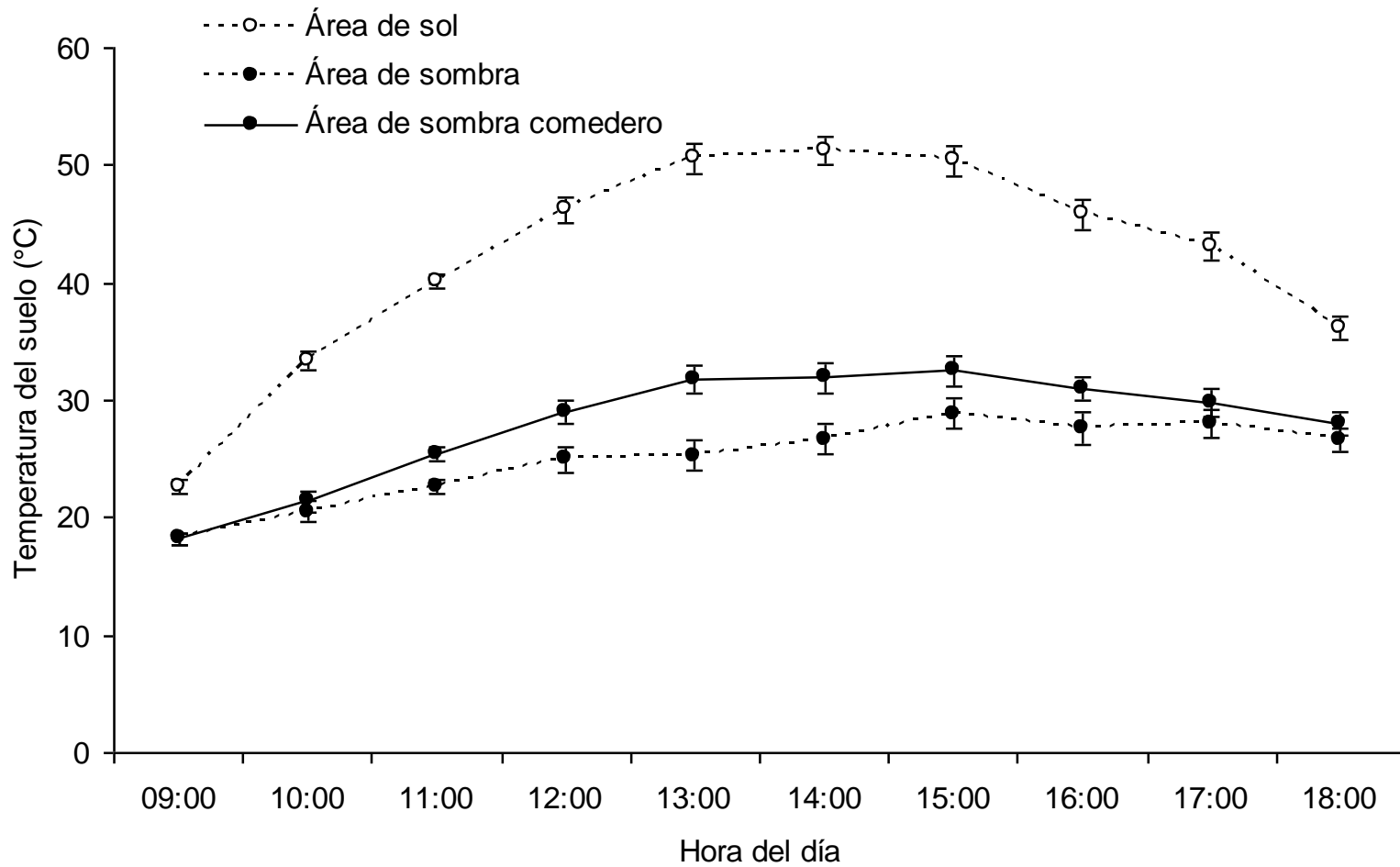
**Figura 7.** Peso corporal promedio de las cabritas en cada grupo. La ganancia diaria de peso no fue diferente entre grupos ( $P>0.05$ ).



**Figura 8.** Temperatura ambiental promedio durante las 24 horas en ambos grupos. La temperatura fue registrada con el termómetro en áreas de sol y en la sombra del comedero.\* Indica diferencia significativa entre grupos ( $P < 0.05$ ).

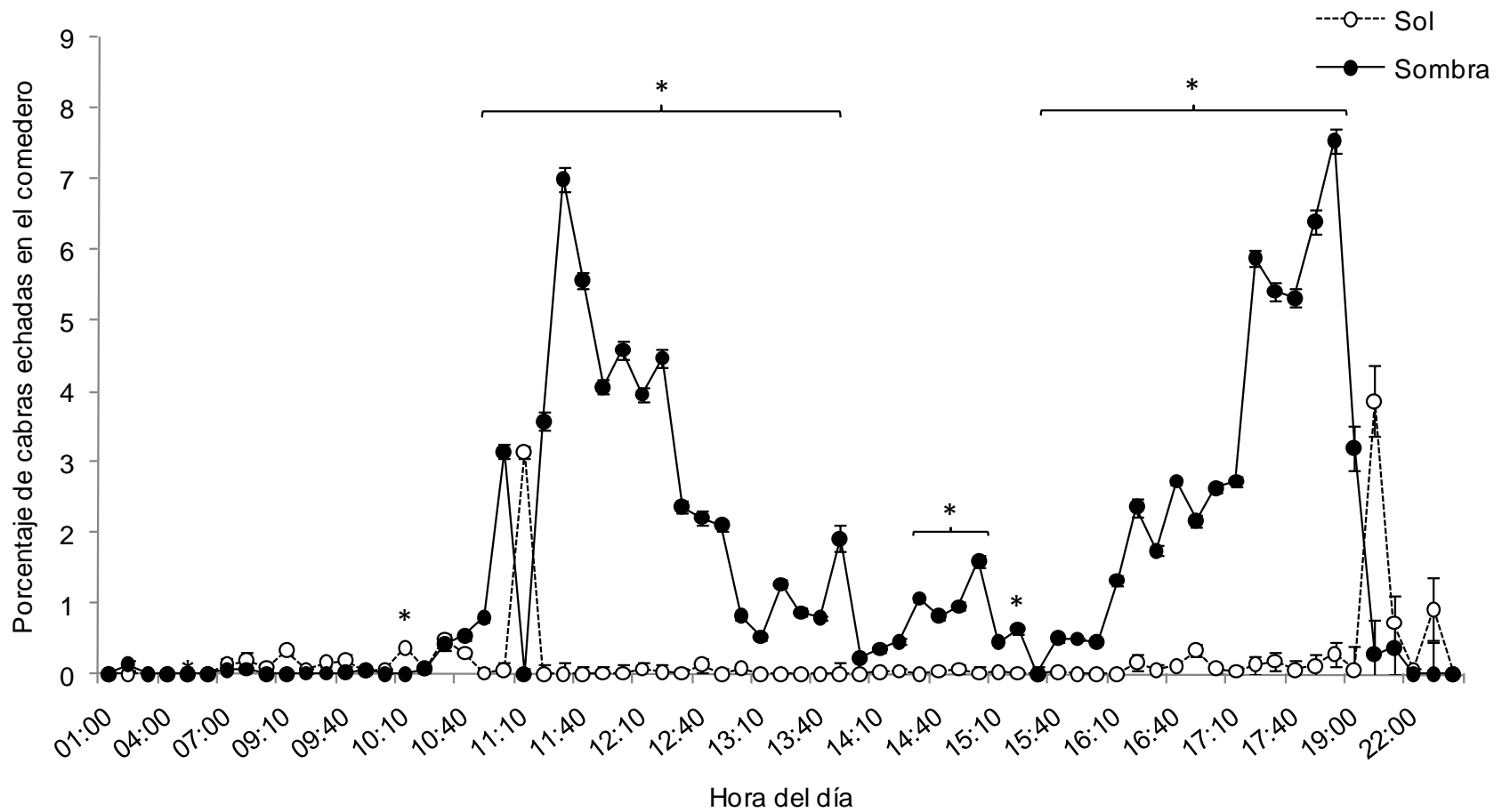


**Figura 9.** Temperaturas promedio de bulbo negro durante las 24 horas en cada grupo. Las temperaturas fueron registradas con los dispositivos en zona de sol y bajo la sombra del comedero. \* Indica diferencia significativa entre grupos ( $P < 0.05$ ).

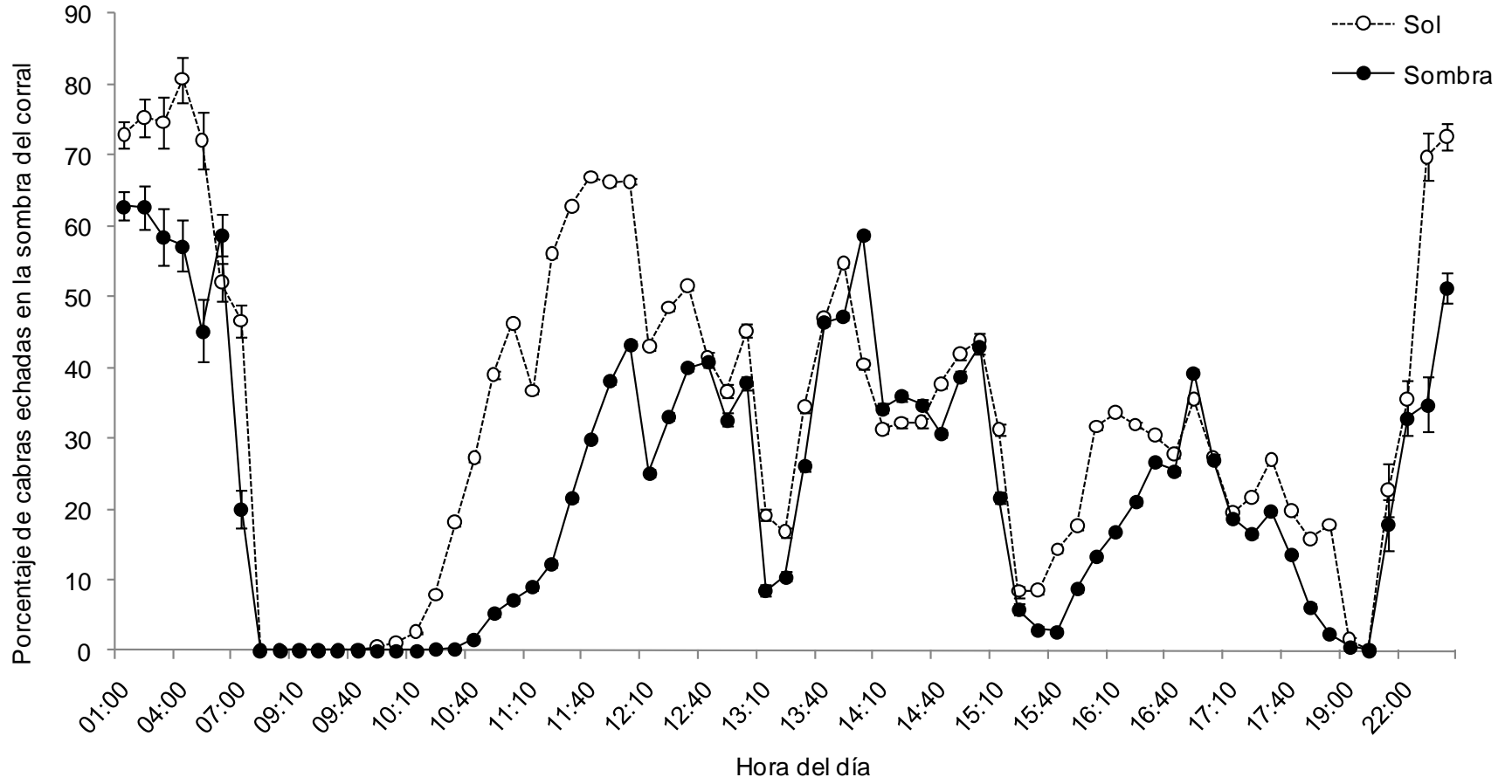


**Figura 10.** Temperatura promedio del suelo en cada zona del corral durante el periodo diurno. La temperatura fue mayor en la sección de sol y alcanzó máximos promedios de 51.3 °C ( $\pm 1.2$ ;  $P < 0.05$ ).

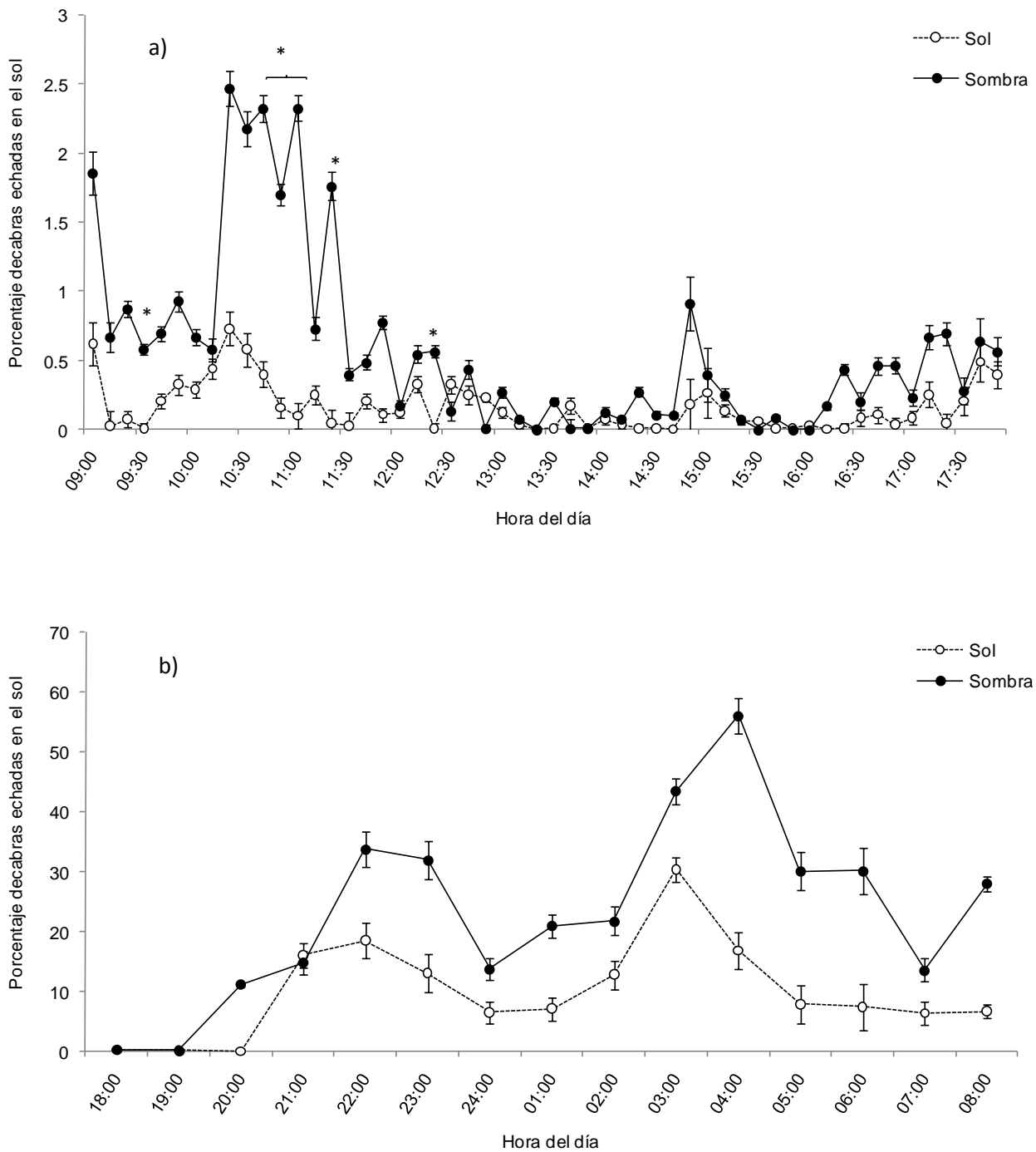




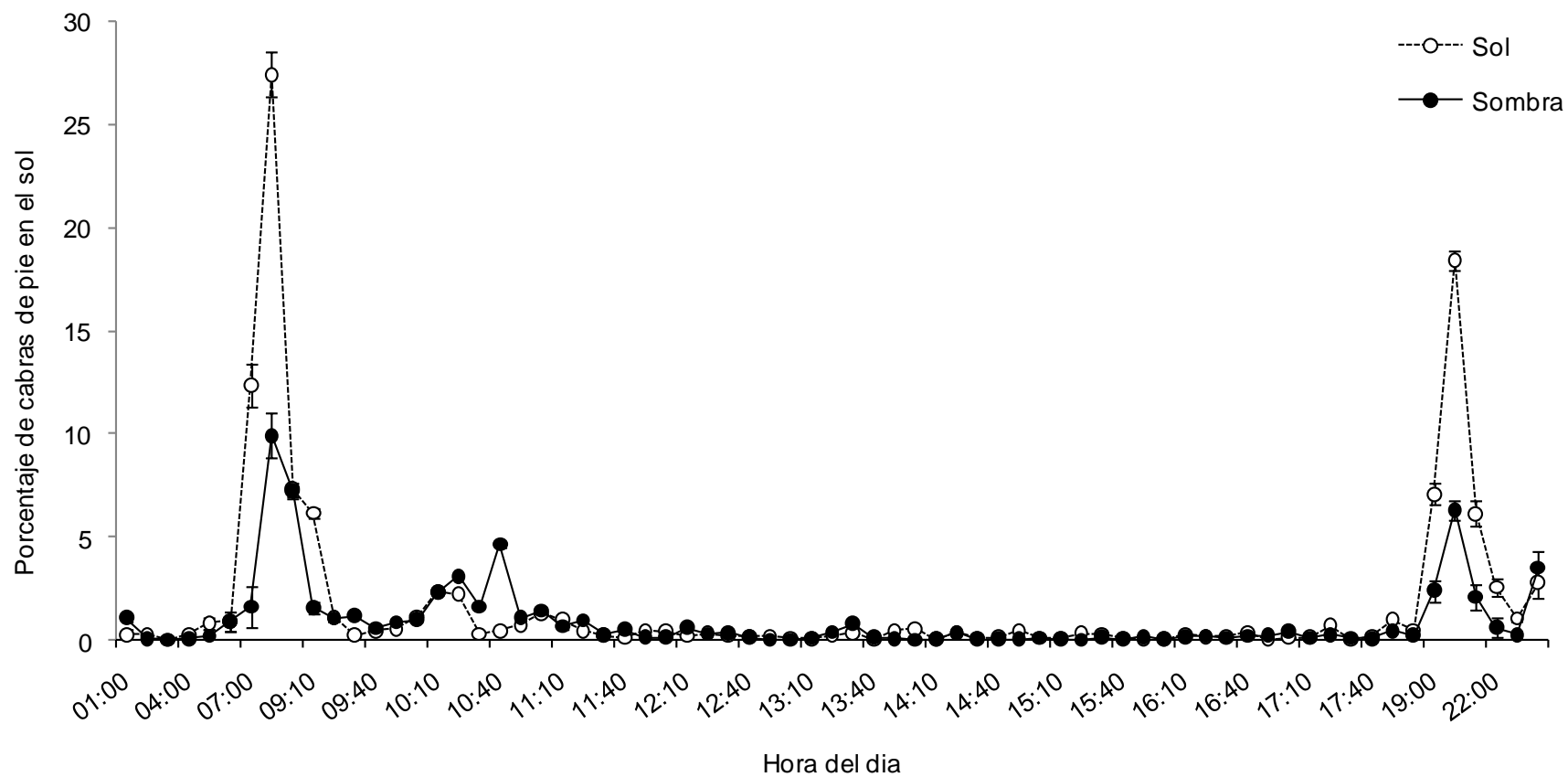
**Figura 11.** Porcentaje de cabras echadas en el área de comedero en cada grupo durante todo el día. Un mayor porcentaje de cabras del grupo sombra fue visto echado en zonas del comedero en horarios diurnos. \* Indica diferencia significativa entre grupos ( $P < 0.05$ ).



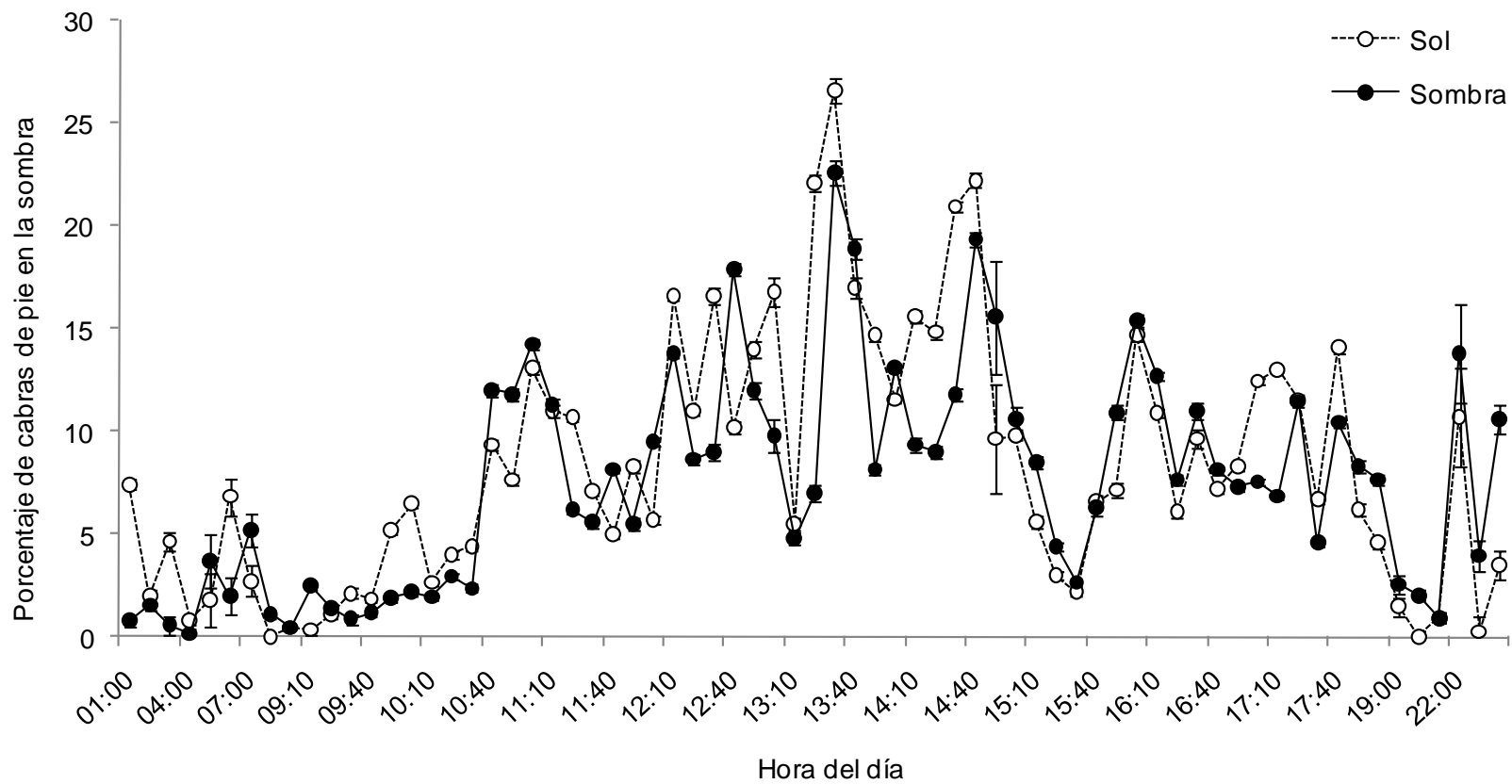
**Figura 12.** Porcentaje de cabras echadas en área de sombra del corral en cada grupo.



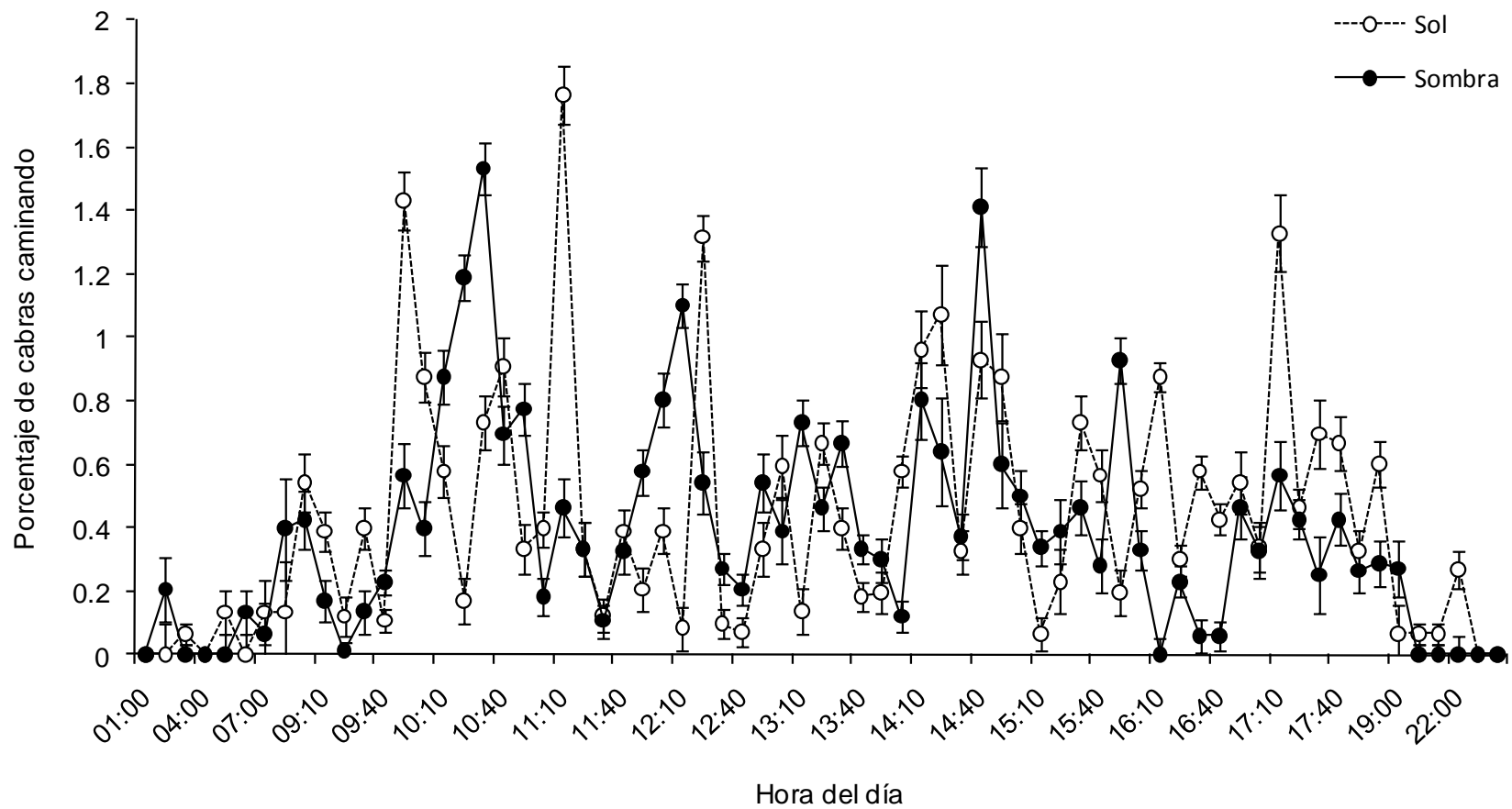
**Figura 13.** Porcentaje de cabras echadas en área de sol en ambos tratamientos durante el periodo diurno (a) y nocturno (b). \* Indica diferencia significativa entre grupos ( $P < 0.05$ ).



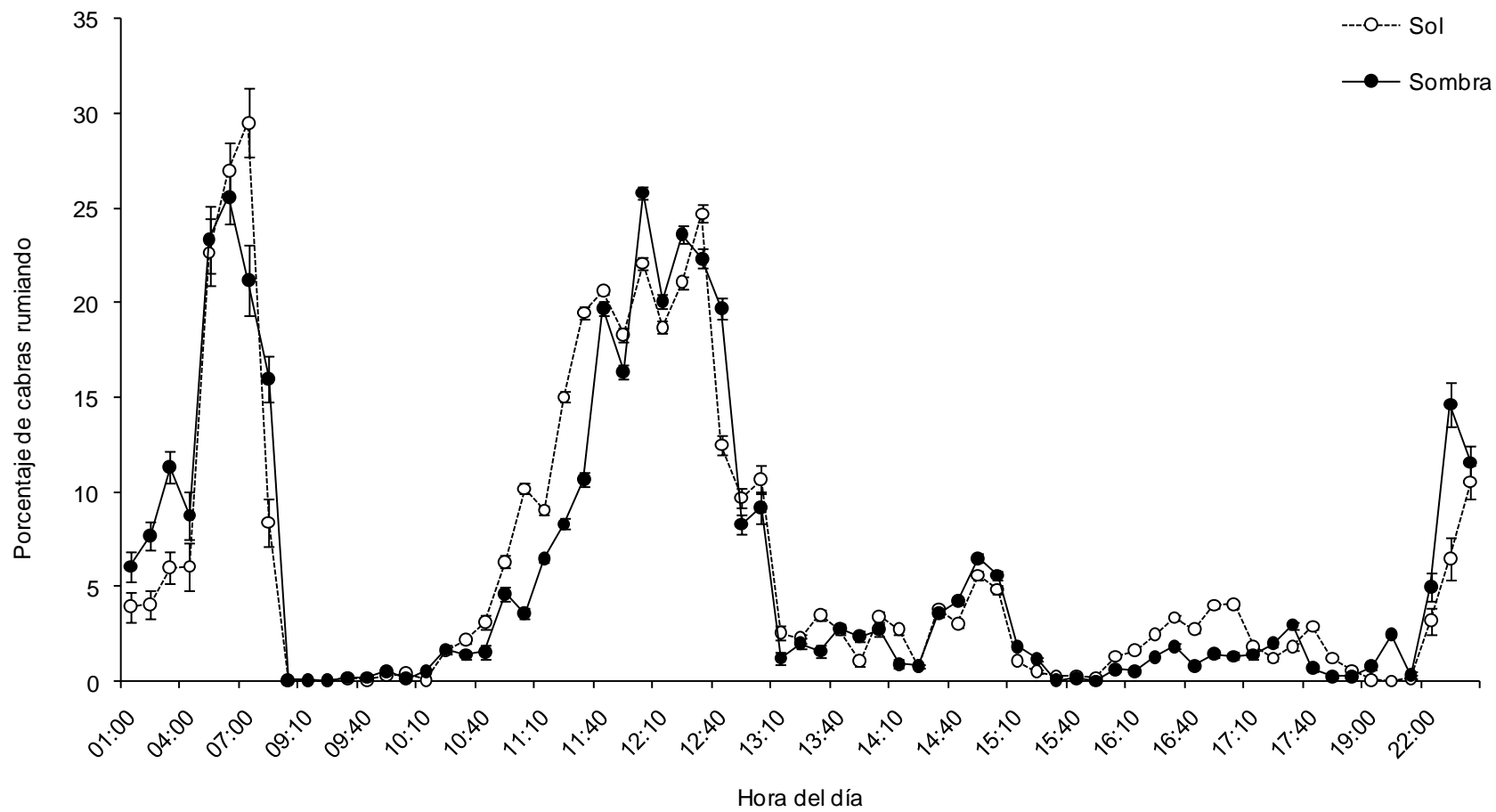
**Figura 14.** Porcentaje de cabras que se encontraron de pie en zonas de sol en ambos tratamientos durante todo el día. No se encontraron diferencias entre grupos ( $P>0.05$ ).



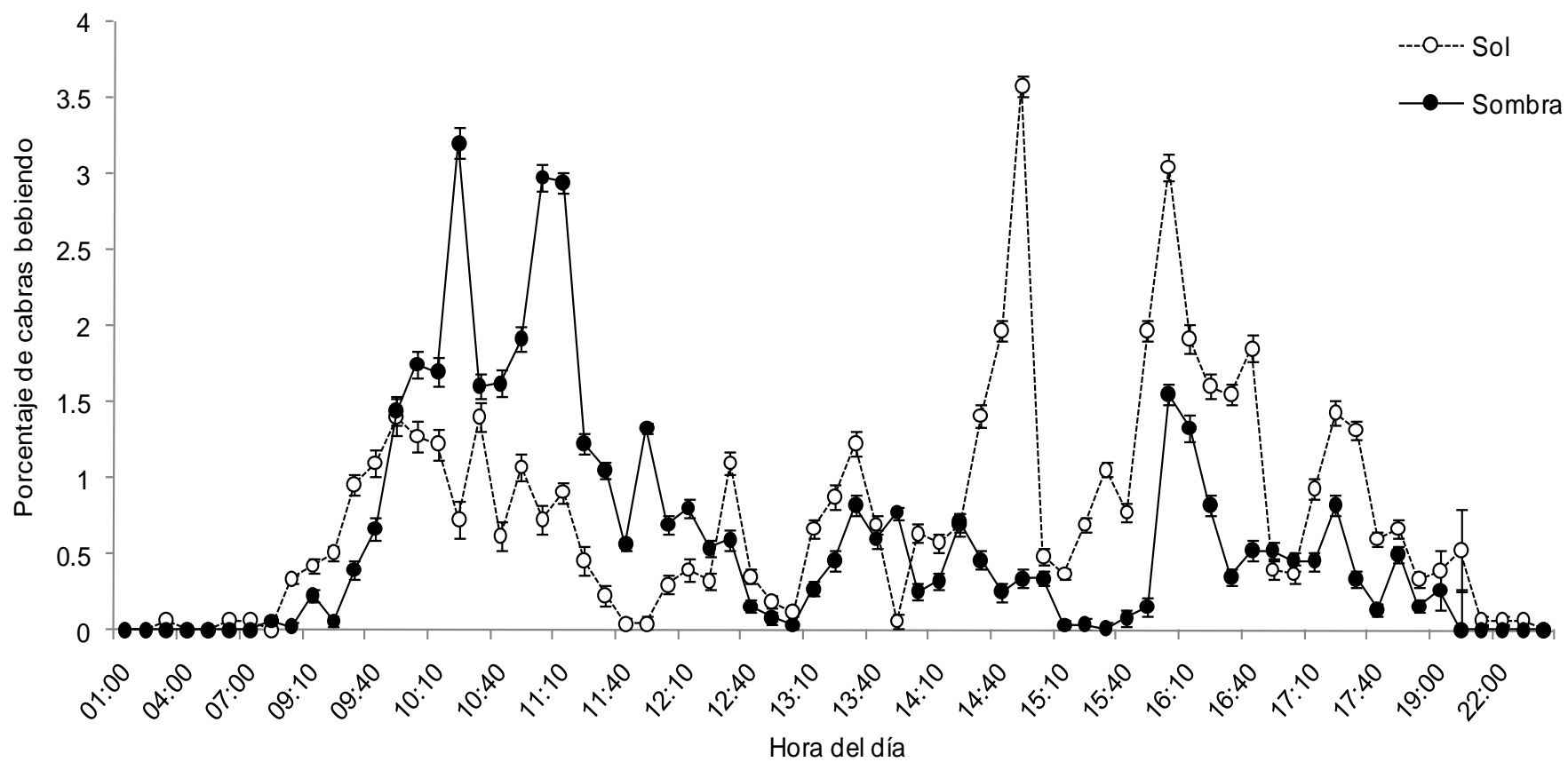
**Figura 15.** Porcentaje de cabras que se encontraron de pie en la sombra en ambos tratamientos durante el día. No se encontraron diferencias entre grupos ( $P > 0.05$ ).



**Figura 16.** Porcentaje de cabras caminando en ambos tratamientos durante el día. No se encontraron diferencias entre grupos ( $P > 0.05$ ).



**Figura 17.** Porcentaje de cabras rumiando en ambos tratamientos durante el día. No se encontraron diferencias entre grupos ( $P > 0.05$ )



**Figura 18.** Porcentaje de cabras bebiendo en ambos tratamientos durante el día. No se encontraron diferencias entre grupos ( $P>0.05$ ).