

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA
Y ZOOTECNIA

**PATRONES CONDUCTUALES Y PESO CORPORAL AL
FINAL DE LA GESTACIÓN DE HEMBRAS DE CIERVO ROJO
(*Cervus elaphus*) EN PASTOREO CON Y SIN SOMBRA
ARTIFICIAL**

TESIS
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA

PRESENTA

NANCY GUADALUPE MEJÍA HUERTA

Asesores:

DR Lorenzo Álvarez Ramírez
MVZ MAE Alejandra Sánchez Cervantes

México, D. F.

2011



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

Esta tesis la dedico a mis padres Margarita Huerta y Juan Mejía, en especial a mi hija Marsha Banda. Gracias por confiar en mí y por el apoyo brindado.

A mi abuelita Lucia Osorio por cuidarme e inculcarme el amor y el respeto a los animales

A mis hermanos Karina y Federico por estar conmigo y apoyarme siempre.

A Alfonso Banda por darme el regalo máspreciado de mi vida, mi hija.

A todos mis amigos animales que me han compartido su vida.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a todas las personas (Belem, Débora, Allan), que me apoyaron en la realización de esta tesis así como a mis asesores a la Dra. Alejandra Sánchez y al Dr. Lorenzo Álvarez por su apoyo, orientación y paciencia, ya que sin su ayuda este trabajo no hubiera sido posible; pero lo mas importante por brindarme su amistad.

De igual manera se agradece el apoyo del proyecto PAPIIT IN205810 de DGAPA-UNAM por el financiamiento para realizar este proyecto.

CONTENIDO

	Página
RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	3
OBJETIVOS.....	6
HIPÓTESIS.....	7
MATERIAL Y MÉTODOS.....	8
RESULTADOS.....	12
DISCUSIÓN.....	29
CONCLUSIÓN.....	35
REFERENCIAS.....	36

RESUMEN

MEJÍA HUERTA NANCY GUADALUPE. Patrones conductuales y peso corporal al final de la gestación de hembras de ciervo rojo (*Cervus elaphus*) en pastoreo con y sin sombra artificial (bajo la dirección de DR Lorenzo Álvarez Ramírez y MVZ MAE Alejandra Sánchez Cervantes).

Para determinar si el recurso sombra induce cambios en patrones conductuales y en la ganancia diaria de peso (GDP) de hembras de ciervo rojo gestantes en pastoreo, se utilizaron 46 hembras gestantes (multíparas, de 5.5 meses de gestación) con y sin sombra artificial (n=23). Se utilizó un muestreo de barrido (30 días y 6 noches) para determinar el número de animales pastando o en descanso y su ubicación dentro del potrero, al tiempo que se registró la temperatura ambiental y de bulbo negro. Todas las hembras fueron pesadas al inicio del estudio y en las dos semanas previas al parto. Se encontró una correlación positiva altamente significativa ($P < 0.0002$) entre la temperatura ambiental ($R^2 = 0.7$; $y = (2.45x) + (-6.91)$) y de bulbo negro ($R^2 = 0.9$; $y = (2.40x) + (-49.24)$) con el porcentaje de animales que usaron la sombra artificial en el horario diurno. No hubo diferencia entre el porcentaje de animales pastando en ambos grupos ($P > 0.05$) durante el día y la noche. Los animales del grupo sombra permanecieron de pie y echados en la sombra la mayor parte del periodo diurno ($P < 0.05$), en que las temperaturas fueron mayores. El grupo sombra presentó un menor número de conductas de termorregulación (visitas al bebedero y búsqueda de agua o lodo para refrescarse; $P < 0.05$). Al final del estudio, la GDP promedio en las hembras del grupo sombra fue mayor ($P = 0.01$) que en el grupo sol (215 ± 24.1 vs. 127.1 ± 23.6 ; gramos \pm ee). Se concluye que la sombra artificial se usó con mayor intensidad en los horarios en que la temperatura ambiental aumentó, redujo la expresión de otras

conductas de termorregulación e indujo una mayor GDP durante la última fase de la gestación en hembras de ciervo rojo en pastoreo.

INTRODUCCIÓN

Los animales que pastorean durante la primavera y el verano están más expuestos a sufrir estrés térmico por calor.¹ El estrés calórico se entiende como la disrupción de la homeostasis provocada por temperaturas mayores al límite térmico superior (LTS) del animal.² El fenómeno ocurre cuando los animales no pueden usar sus mecanismos conductuales y fisiológicos normales para mantener una temperatura corporal constante, o los usan sin éxito.³ En esta condición, el animal presenta alteraciones en el flujo y distribución de la sangre (vasoconstricción interna y externa), cambios de conducta, incrementa sus mecanismos de pérdida de calor internos (respiración y sudoración), externos (conducción, convección, radiación, evaporación) y el consumo de agua.^{4,5} Tales situaciones pueden comprometer seriamente el estado del animal con respecto de sus intentos para adaptarse al medio (bienestar animal)^{6,7} y su desempeño productivo.⁸

Los herbívoros tienden a establecer un balance entre el calor producido en sus procesos metabólico-digestivos y sus mecanismos de disipación de calor.⁹ Las temperaturas altas y el estrés térmico representan la mayor limitante a la productividad animal en regiones tropicales y áridas¹⁰ y comprometen seriamente el bienestar del animal. Los efectos negativos de las altas temperaturas sobre la producción animal son bien conocidos y la literatura es amplia en el tema.^{8,11-13} En este sentido, el agua y la sombra son los recursos esenciales para que los animales en pastoreo se adapten a condiciones climáticas adversas.^{14,15} La temperatura ambiental y de bulbo negro suelen ser medidas como indicadores de condiciones de estrés térmico en el animal. La temperatura de bulbo negro representa una de las mediciones más

importantes y utilizadas como indicador de estrés calórico, en su lectura se integran los efectos de la radiación calórica sobre superficies permanentemente expuestas a la radiación solar (energía radiante).¹⁶⁻¹⁸

El ciervo rojo (*Cervus elaphus*) tiende a buscar los medios de protección que mayor aislamiento de la radiación solar le proporcionan en horarios en que la temperatura se incrementa¹⁵ y se ha sugerido que su condición de bienestar se asocia directamente con la posibilidad de encontrar dichos elementos de protección.¹⁵ Ello hace pensar en la necesidad de ofrecer resguardos artificiales contra las temperaturas provocadas por la exposición al sol. Se ha sugerido también que los factores climáticos se asocian a las variaciones de peso corporal en la especie y se ha aceptado que la disminución del peso corporal en ciertas estaciones del año es consecuencia, entre otras razones de los costos energéticos para la termorregulación.^{19,20}

En el ganado bovino, el uso de sombras puede disminuir los signos de estrés calórico en corrales de engorda²¹⁻²³ y en pastoreo.^{24,25} Cuando se cuenta con sombra, se reducen expresiones fisiológicas como la temperatura corporal, la frecuencia cardíaca y respiratoria, además de mejorarse la conversión alimenticia, ganancias de peso y peso de la canal con respecto de los bovinos desprovistos de ella.²¹⁻²⁶ Durante los horarios más calientes del día, los bovinos utilizan intensamente zonas de sombra.^{22,27-31} En animales sin este recurso se presentan diferentes patrones de comportamiento que intentan disminuir el estrés por calor,¹⁴ permaneciendo mayor tiempo de pie e inmóvil durante el día, buscando la sombra generada por la malla divisoria o por compañeros de rebaño, y ubicándose alrededor del bebedero e introduciendo los miembros en el agua.^{14,25}

En la literatura consultada no se encontró información respecto del uso de sombras artificiales en ciervos y sus efectos sobre la conducta y desempeño del animal. En esta especie exótica, originaria de latitudes templadas y frías, la exposición a radiación solar alta sin protección podría estar generando problemas de bienestar e inducir situaciones de pobre desempeño productivo. De ser considerado como una especie cinegética, este cérvido ha pasado a ser una alternativa para la producción de carne de manera intensiva y extensiva en 27 estados del país.³²

En condiciones de pastoreo en regiones de clima semiseco templado sin sombras naturales o artificiales (20°30'46" N; 99°53'17" O, Tequisquiapan, Querétaro, México)³³ el ciervo rojo suele manifestar signos claros de afectaciones conductuales en la estación caliente del año (observaciones personales no publicadas). Además se podría estar afectando su desempeño productivo al final de la gestación, reduciendo su ganancia de peso y pudiendo implicar un menor desarrollo fetal y menores viabilidades de las crías. El objetivo del presente estudio fue evaluar el patrón de utilización de sombras artificiales por hembras de ciervo rojo en pastoreo y determinar si la ausencia de dicho recurso durante los últimos dos meses de gestación afecta el peso corporal.

OBJETIVOS

Determinar y evaluar el patrón diario de utilización de sombras artificiales por hembras de ciervo rojo en pastoreo y su relación con la temperatura ambiental y de bulbo negro.

Comparar el peso corporal de hembras durante sus dos últimos meses de gestación en relación con la ausencia y presencia del recurso sombra.

HIPÓTESIS

El ciervo rojo en cautiverio con acceso a la sombra artificial, utilizará el recurso con intensidad en horarios en que la temperatura se incrementa.

El uso de sombras artificiales reduce la expresión de conductas de termorregulación como enlodarse e introducir extremidades en bebederos.

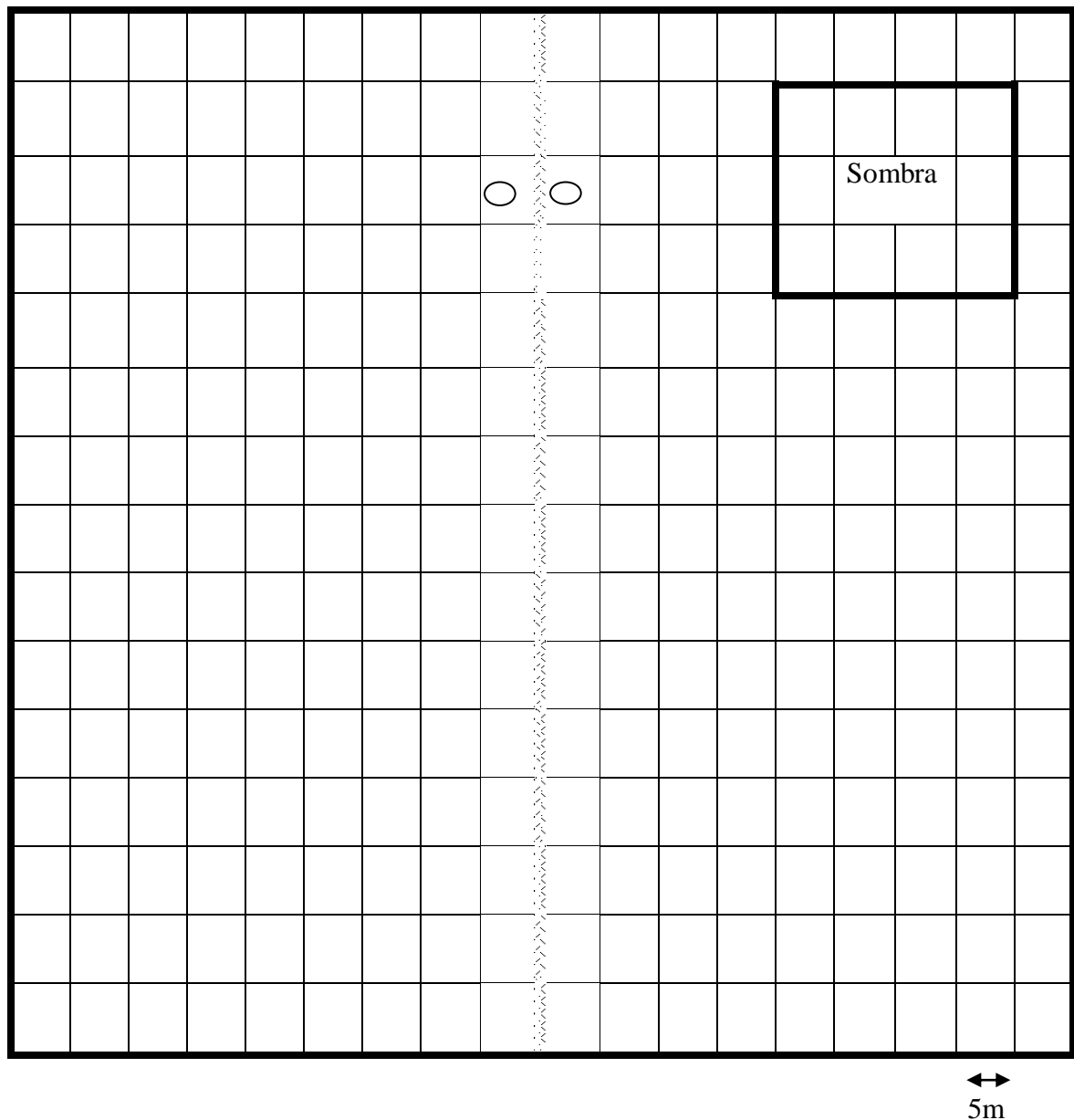
El uso de sombras artificiales durante los últimos dos meses de gestación induce una mayor ganancia de peso.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el rebaño de cérvidos del 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) durante la estación de primavera (marzo-mayo). El CEIEPAA se encuentra ubicado en una región de clima semiseco templado (20°30'46'' N; 99°53'17'' O) con climas extremos desde -3 hasta 37°C; en la época más caliente del año las temperaturas pueden alcanzar límites de hasta 45°C al sol ³⁴

Las hembras utilizadas fueron previamente sincronizadas en su ciclo estral y servidas mediante monta directa en el invierno anterior (del 7 de octubre al 17 de noviembre) para contar con un periodo de gestaciones delimitado y programado.

Un total de 46 hembras gestantes (múltiparas, 5.5 meses de gestación) fue dividido (n=23) y cada subgrupo se introdujo en un potrero diferente con una superficie de 5,500m² cada uno para proveer aproximadamente 3.5kg de materia seca de alfalfa (*Medicago sativa*) por animal al día en cada grupo. En el potrero del grupo con sombra (CS) se colocó una malla sombra (protección >80%, 60m², 2.5m altura), mientras que en el potrero del grupo sin sombra (SS) no se colocó dicha estructura y se mantuvieron en las condiciones de rutina del CEIEPAA. Cada potrero contó con un bebedero con capacidad de 120L para consumo de agua a voluntad y se llenaba diariamente (Figura 1).



○ Bebedero ⋯ Cerco eléctrico

Figura 1. Diagrama de distribución de ambos potreros con y sin acceso al recurso sombra.

Se registraron conductas sociales y de mantenimiento en ambos grupos durante un total de 30 días soleados en un horario de 08:00 a 19:00 h. Por medio de un muestreo conductual de barrido programado, realizado con una frecuencia de cada 10 minutos (66 observaciones por día), se determinó la

ubicación de los animales dentro del potrero, especificando si se encontraban en zona de sombra o sol. Además, en cada caso se registró si se encontraban pastoreando o en descanso para determinar el porcentaje de animales involucrado en cada conducta durante el día, utilizando el siguiente etograma para ambos grupos.³⁵

Parado: se consideró como una postura erguida inactiva (sin locomoción y sin pastoreo, en área de sol y sombra).

Echado: se consideró cuando el cuerpo del animal estuvo en contacto con el piso (en área de sol y sombra).

Pastando: conducta en la que el animal se encontraba parado consumiendo forraje del potrero.

Bebiendo: conducta en que el animal se encontraba con la cabeza en el bebedero.

Además, en cada grupo se registró la frecuencia de interacciones agresivas en las que un animal desplazó a otro activamente (patadas, mordidas, amenazas y persecuciones), conductas de termorregulación (enlodarse, introducir extremidades en bebederos, búsqueda de sombra generada por el cerco, bebedero y otros animales). Los mismos registros conductuales se realizaron en periodos nocturnos (19:00 a 07:00 h) por un total de seis días para conocer la actividad durante la noche, distribuidos al final del periodo de observación. Todos los registros fueron hechos desde una distancia mínima aproximada de 100m por dos observadores independientes utilizando binoculares apropiados (Celestron® modelo 71140), hojas preformateadas y lámpara de leds para las observaciones nocturnas.

Al mismo tiempo se registró la temperatura ambiental con una frecuencia de cada 30 minutos utilizando un termómetro-higrómetro para interiores y exteriores (Wired Thermometer/Hygrometer, Modelo 63-1032, Radioshack®). Se registró también la temperatura de bulbo negro mediante el dispositivo respectivo acondicionado.³⁴

Todas las hembras fueron pesadas en una báscula electrónica ganadera al inicio del experimento y en las dos semanas previas al parto (46 días) para determinar el total de kilogramos ganados y la ganancia diaria de peso (GDP).

Análisis de información

Para su análisis, los datos conductuales fueron transformados a su arcoseno antes de utilizar pruebas paramétricas. Se utilizó estadística descriptiva y análisis de varianza para muestras repetidas (PROC GLM) usando el tratamiento como variable de clase y las conductas medidas al igual que la ganancia de peso como variables de respuesta. Se realizaron además pruebas de correlación y regresión lineal para las temperaturas (ambiental y de bulbo negro) y el uso de sombra (PROC CORR y PROC REG) con el porcentaje de animales usando la sombra como variable dependiente.³⁶

RESULTADOS

En la figura 2 se muestra el promedio de las temperaturas ambiental y de bulbo negro en las 24 horas durante todo el estudio. La temperatura ambiental más alta registrada en el periodo de muestreo fue de 36.2 °C y se alcanzó a las 15:00 horas, la temperatura más baja fue de 9.1 °C a las 05:50 horas. La temperatura de bulbo negro más alta registrada fue de 53.3 °C y se alcanzó a las 13:00 horas, la temperatura más baja registrada por el dispositivo fue de 8.1 °C a las 05:50 horas.

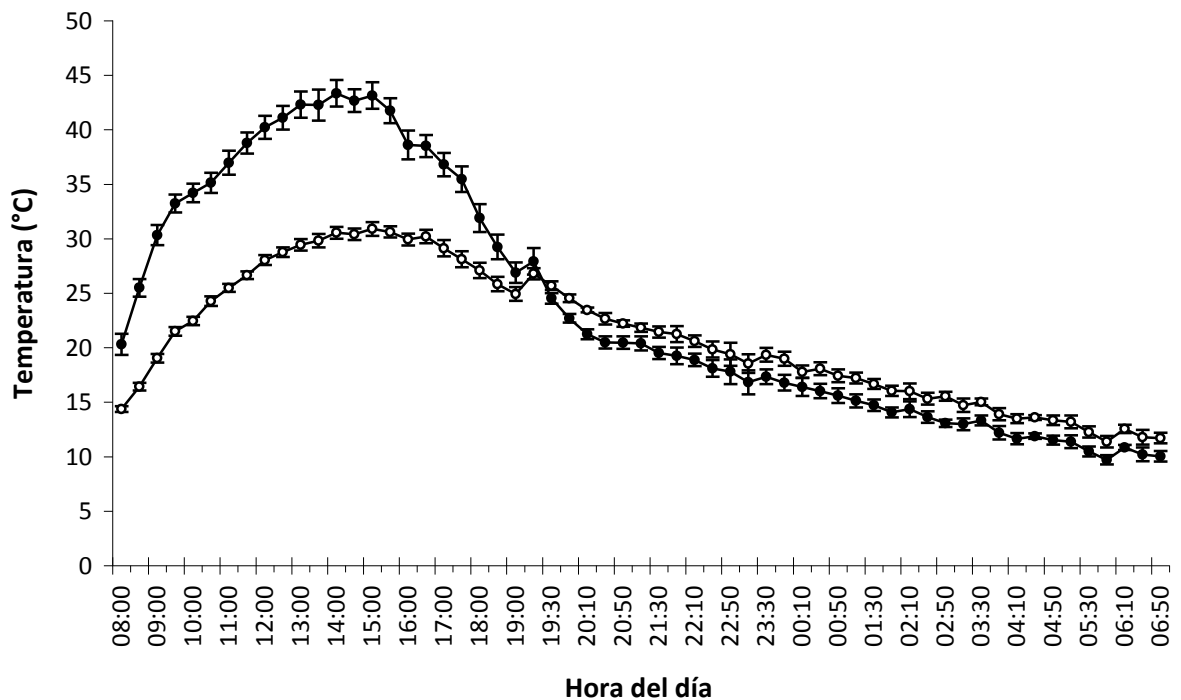


Figura 2. Promedios ($\pm ee$) de la temperatura ambiental \square y temperatura de bulbo negro \bullet en las 24 horas del día durante el periodo del 30 de marzo al 16 de mayo.

En la figura 3 se presenta el porcentaje promedio de animales usando la sombra artificial durante las 24 horas. Se encontró una correlación positiva altamente significativa entre la temperatura ambiental ($R^2=0.7$; $P=0.0002$; $y=(2.45x)+(-6.91)$) y de bulbo negro ($R^2= 0.9$; $P=0.0001$; $y=(2.40x)+(-49.24)$) con el porcentaje de animales que usaron la sombra artificial en el horario diurno. Como tendencia general, un mayor porcentaje de animales usó la sombra en horarios en que la temperatura fue mayor durante el día (Figuras 4, 5 y 6).

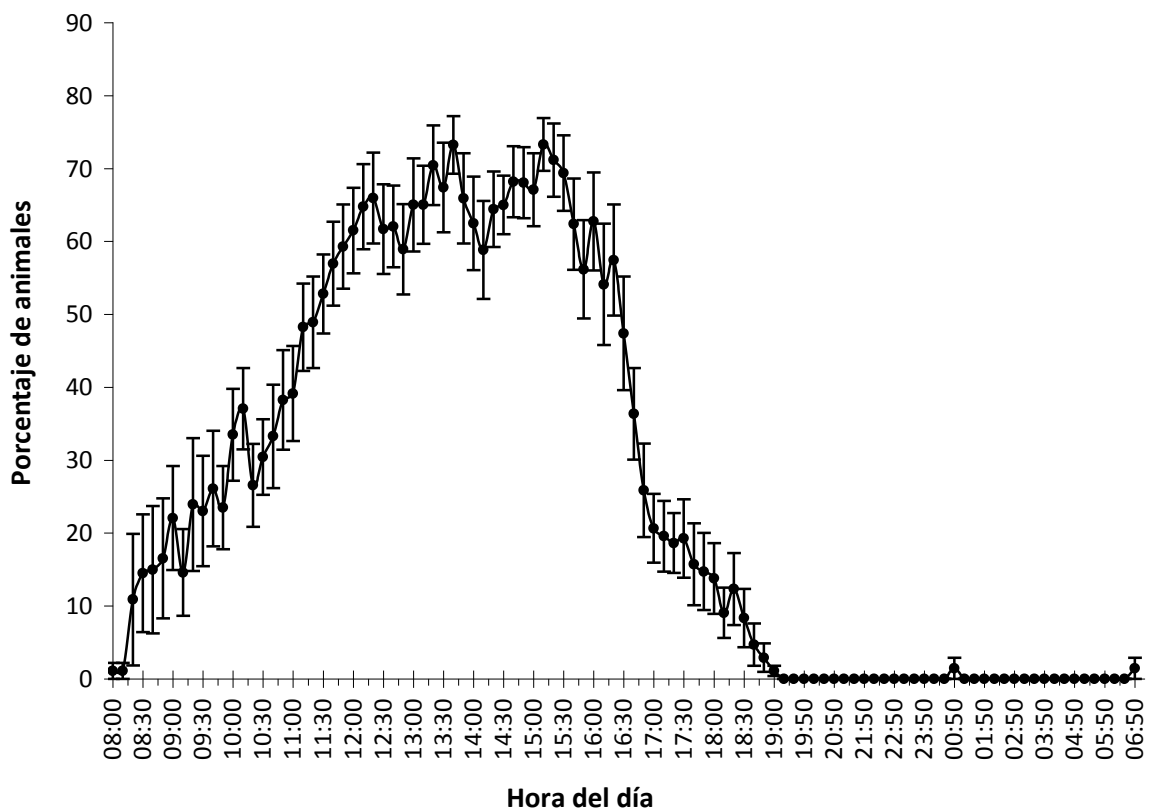


Figura 3. Porcentaje ($\pm ee$) de animales usando la sombra artificial durante las 24 horas del día.

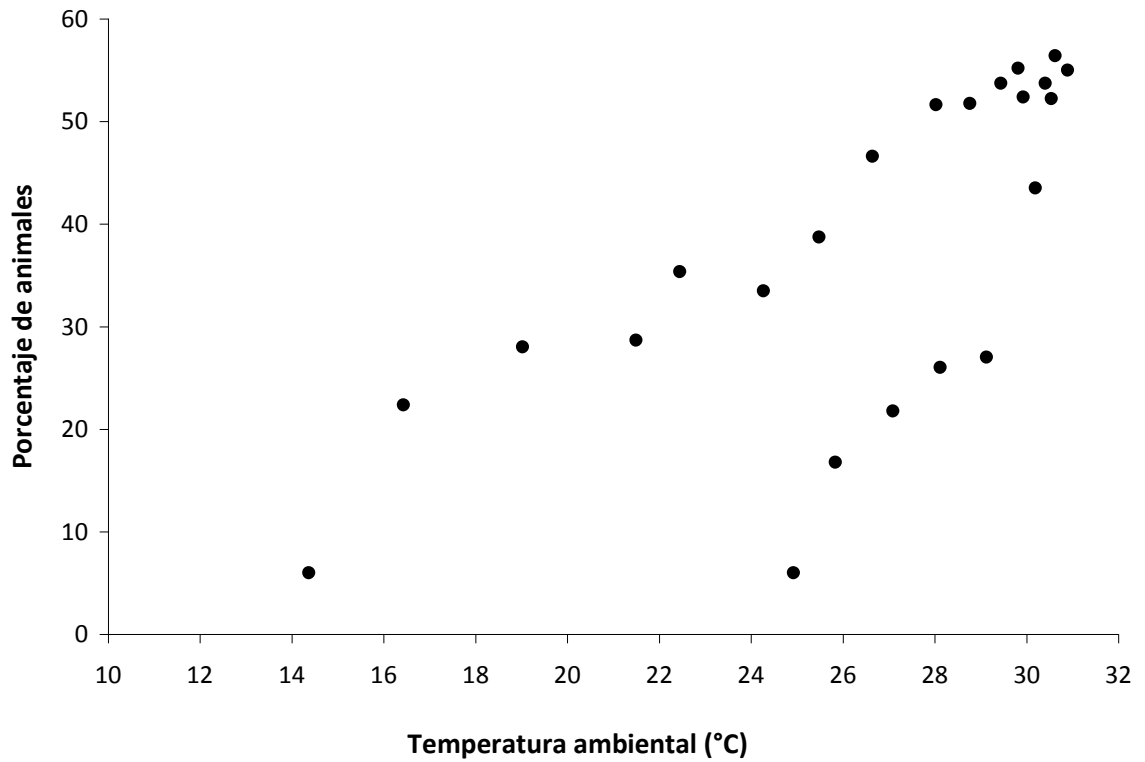


Figura 4. Relación de la temperatura ambiental y el porcentaje de animales usando la sombra artificial durante el estudio. Se encontró una correlación altamente significativa entre ambas variables ($R^2=0.7$; $P=0.0002$; $y=(2.45x)+(-6.9)$).

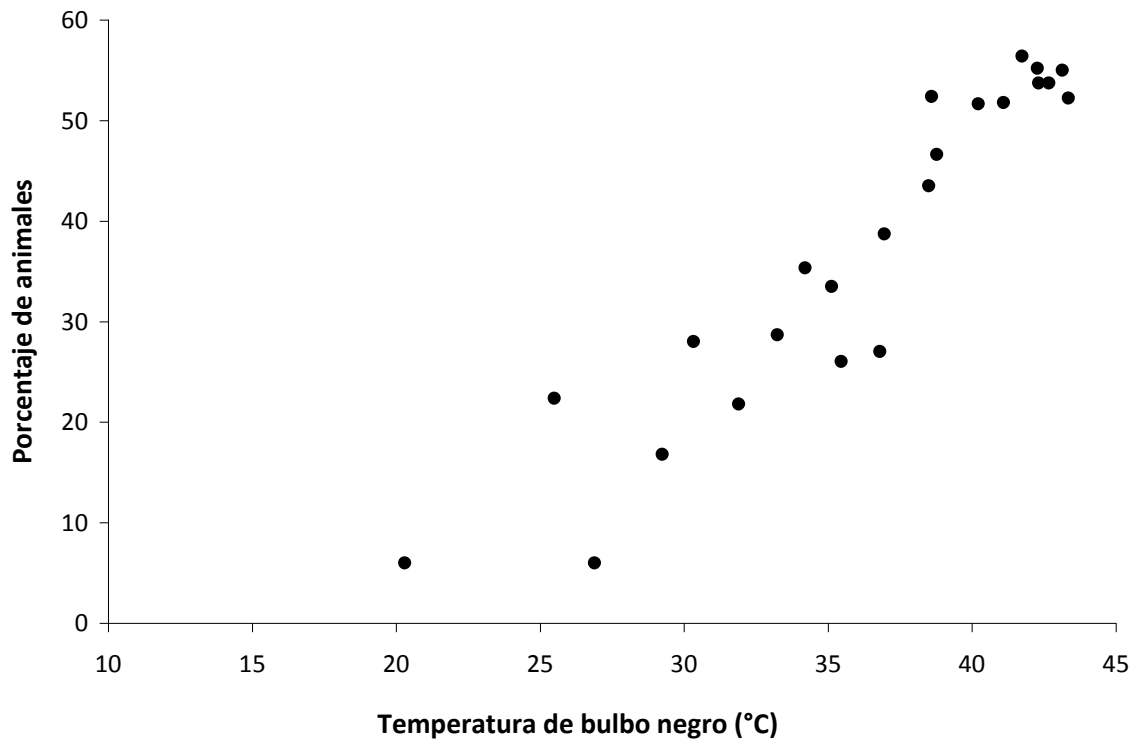


Figura 5. Relación de la temperatura de bulbo negro y el porcentaje de animales usando la sombra artificial durante el estudio. Se encontró una correlación positiva altamente significativa entre ambas variables ($R^2=0.9$; $P=0.0001$; $y=(2.40x)+(-49.2)$).

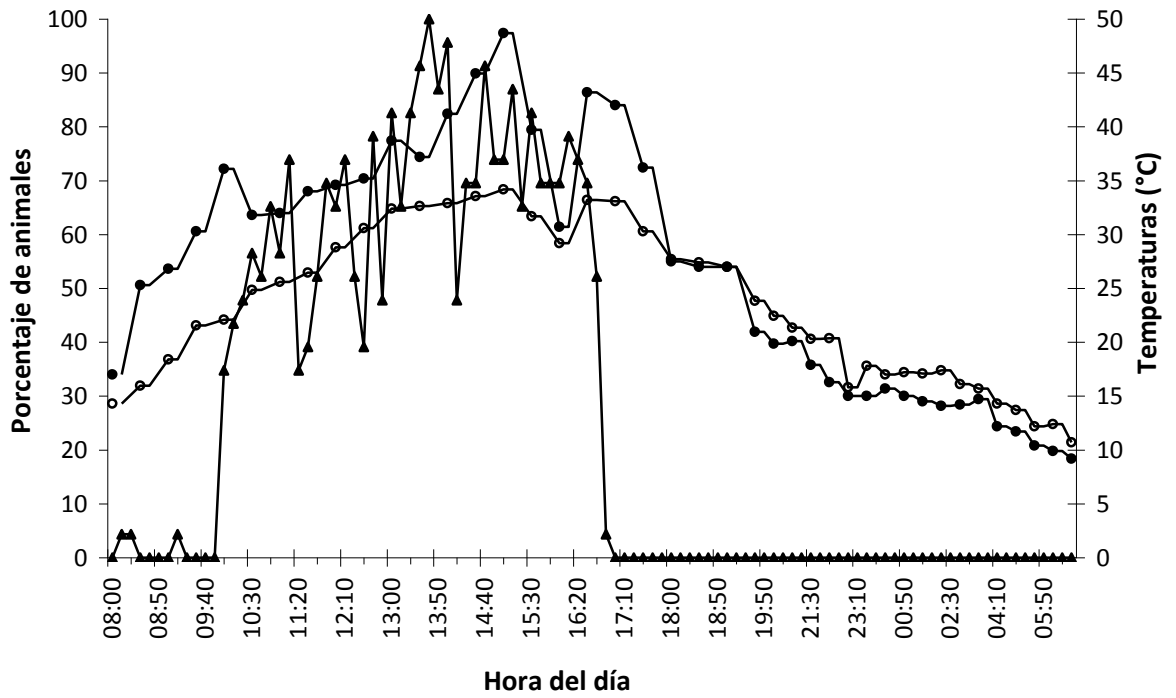


Figura 6. Porcentaje de animales usando la sombra artificial \blacktriangle en relación a la temperatura ambiental \circ y temperatura de bulbo negro \blacksquare durante las 24 horas del día. Los datos corresponden a un solo día de registro en el experimento.

En la figura 7 se muestra el porcentaje de animales parados y echados bajo la sombra artificial durante las 24 horas del día en el grupo que contó con el recurso.

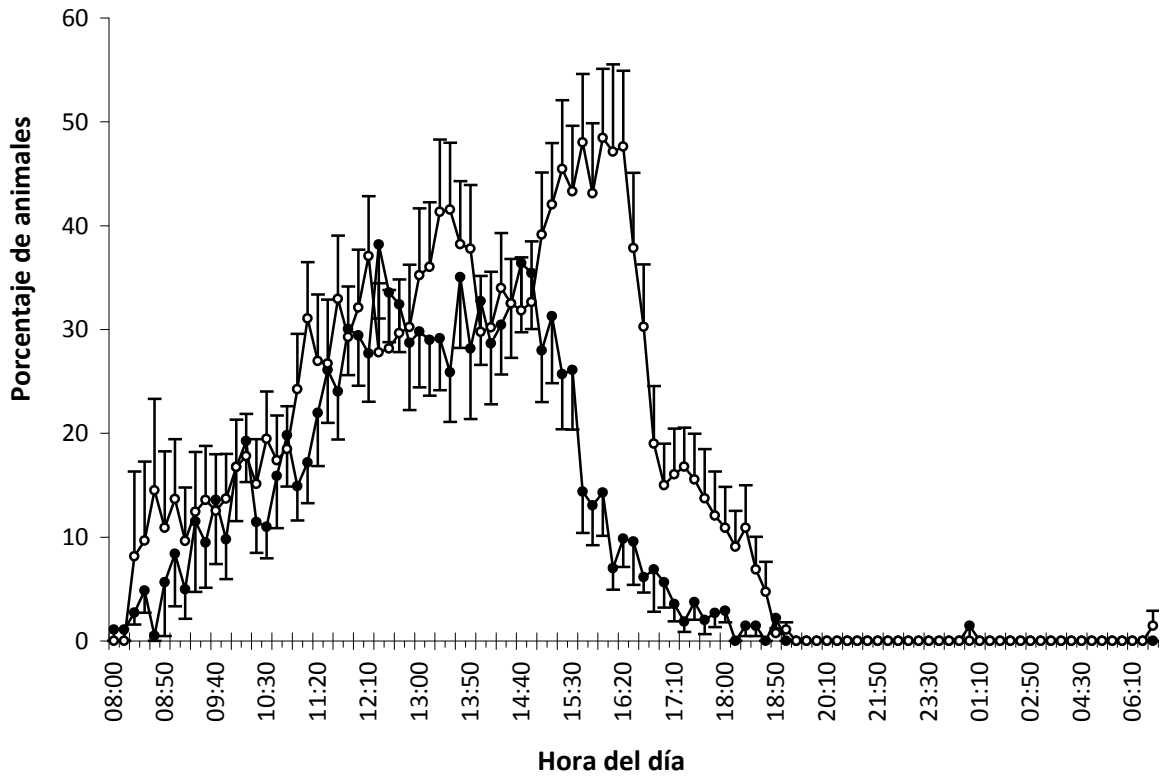


Figura 7. Porcentaje promedio ($\pm ee$) de animales parados \bullet y echados \circ bajo la sombra artificial durante las 24 horas del día en el grupo con sombra.

En las figuras 8 y 9 se observa el porcentaje de animales parados y echados en el área de sol respectivamente durante las 24 horas del día de todo el estudio. En ambos casos, los animales del grupo sombra prefirieron realizar dicha actividad en la sombra en la mayor parte del periodo diurno. En dicho horario, el porcentaje de animales en la sombra fue mayor ($P < 0.05$) en el grupo que tuvo acceso al recurso. Durante el periodo nocturno no se encontraron diferencias ($P > 0.05$) entre grupos.

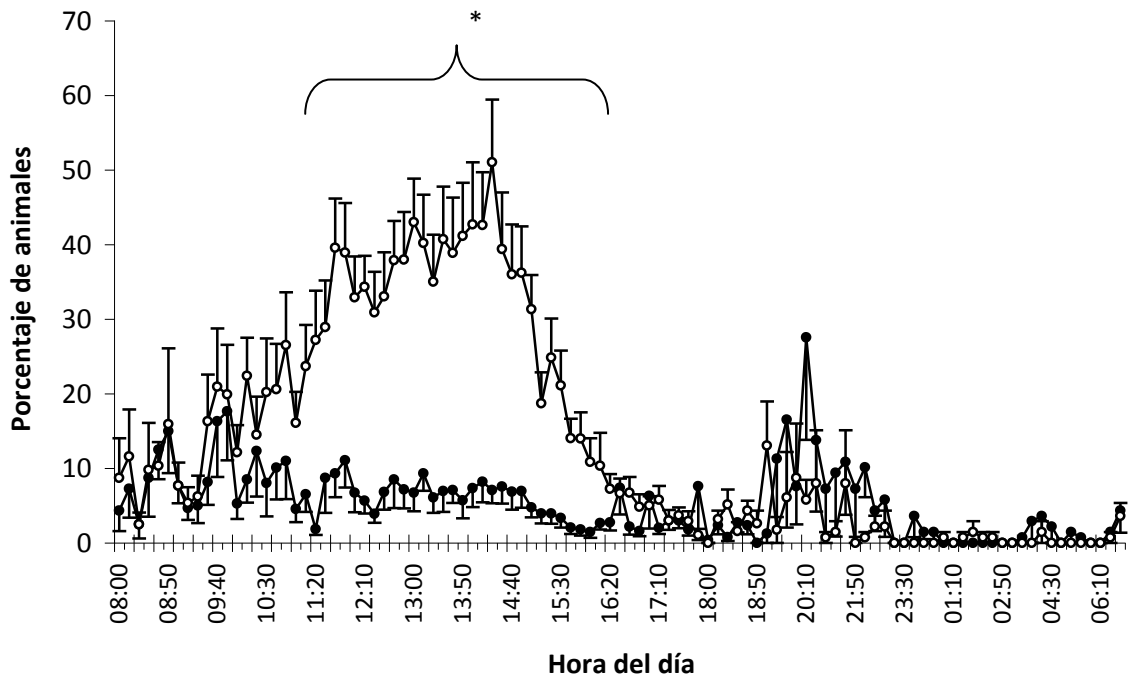


Figura 8. Porcentaje promedio ($\pm ee$) de animales parados en el área de sol durante las 24 horas del día en el grupo sol \circ y grupo sombra \bullet a lo largo del estudio.

*Indica diferencia significativa entre grupos ($P < 0.05$).

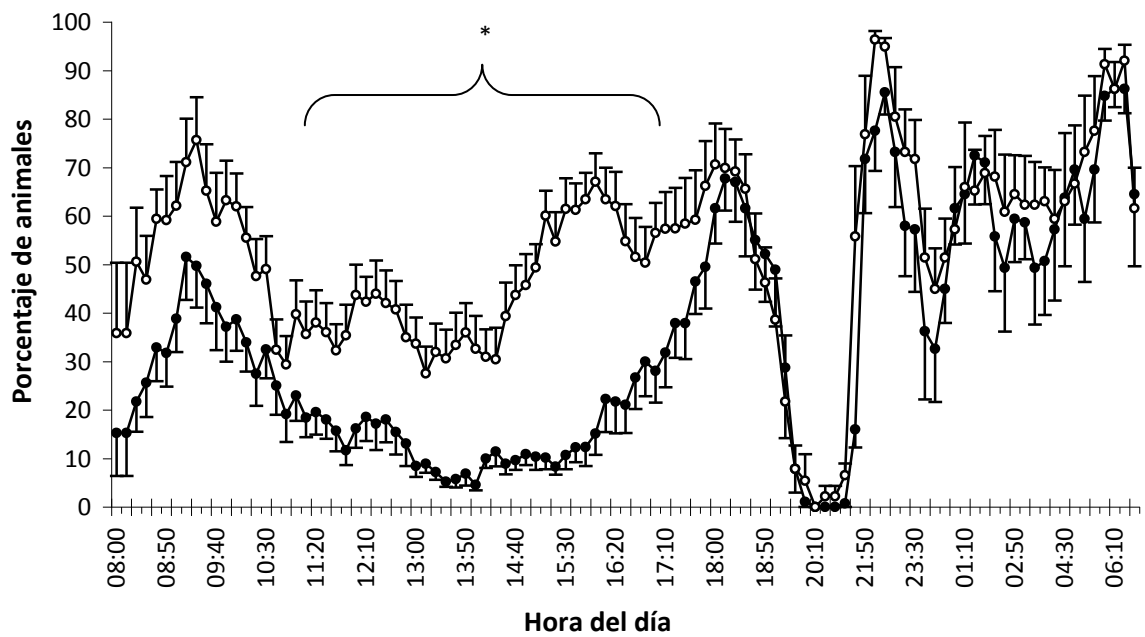


Figura 9. Porcentaje promedio ($\pm ee$) de animales echados en el área de sol durante las 24 horas del día en el grupo sol \circ y grupo sombra \bullet a lo largo del estudio.

*Indica diferencia significativa entre grupos ($P < 0.05$).

La figura 10 presenta el porcentaje de animales pastando durante todo el día del grupo sol y sombra durante el experimento. No se encontraron diferencias entre grupos ($P>0.05$).

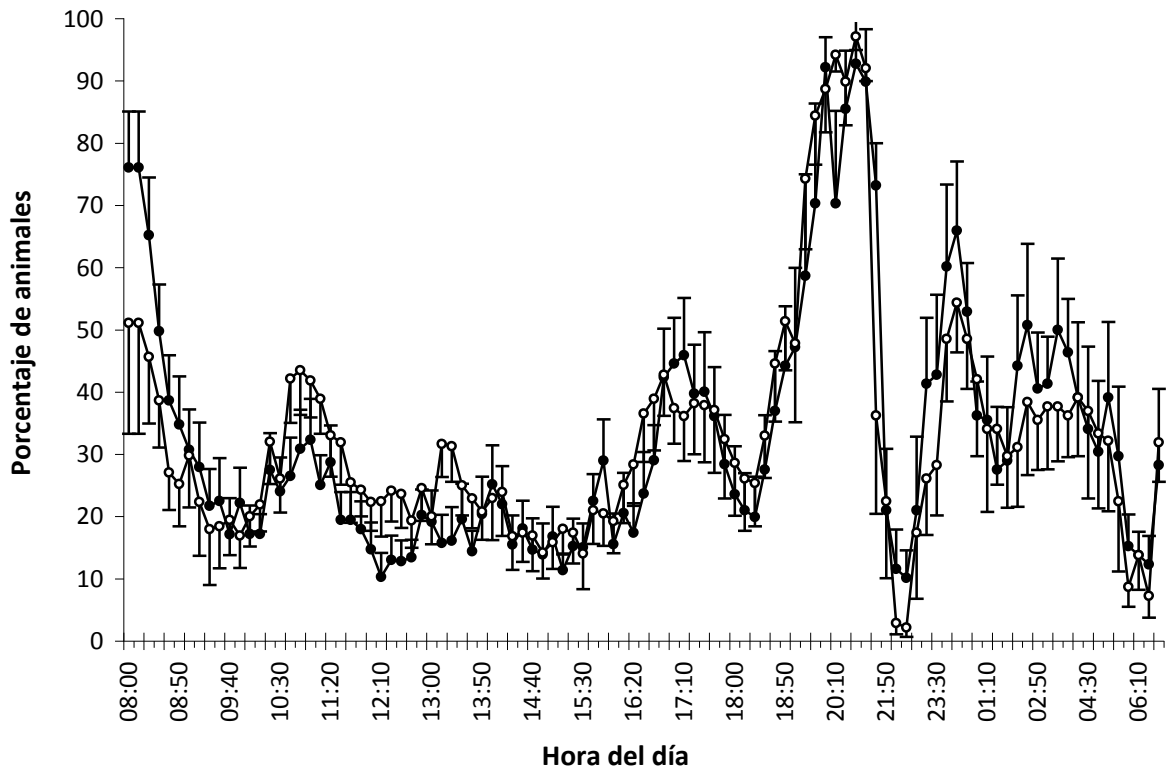


Figura 10. Porcentaje promedio ($\pm ee$) de animales pastando durante las 24 horas del día en el grupo sol \circ y grupo sombra \bullet a lo largo del estudio. No hay diferencia significativa entre los grupos ($P>0.05$).

Se observó un mayor número de animales bebiendo en el grupo sol que en el grupo sombra ($P < 0.05$; figuras 11 y 12).

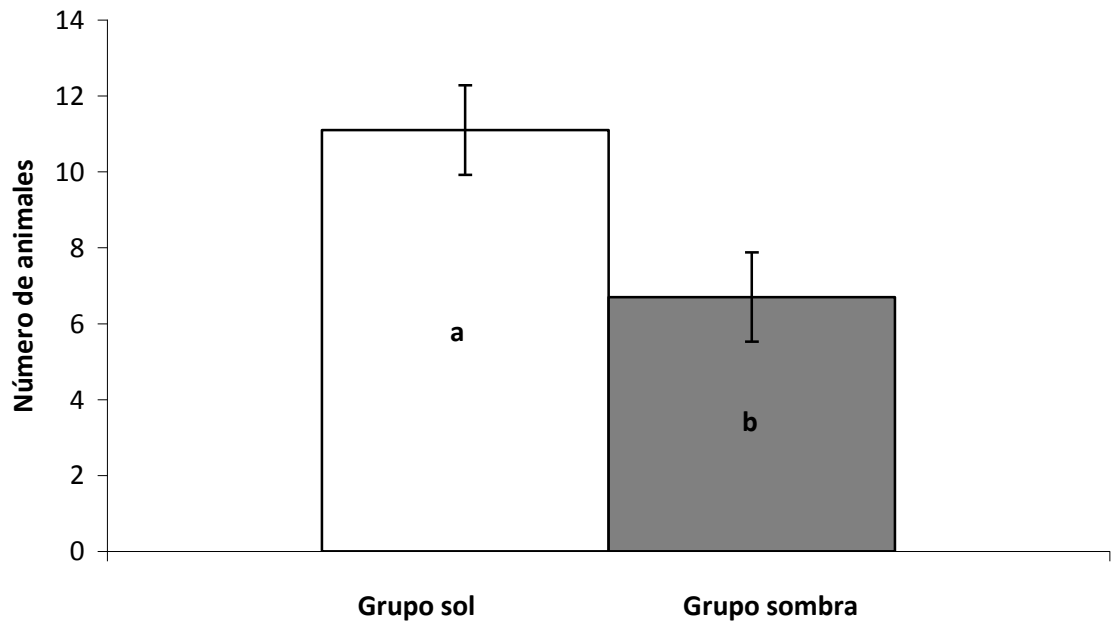


Figura 11. Frecuencia promedio diario ($\pm ee$) de animales bebiendo durante el estudio.
a,b literales diferentes indican diferencia significativa entre grupos ($P=0.05$).

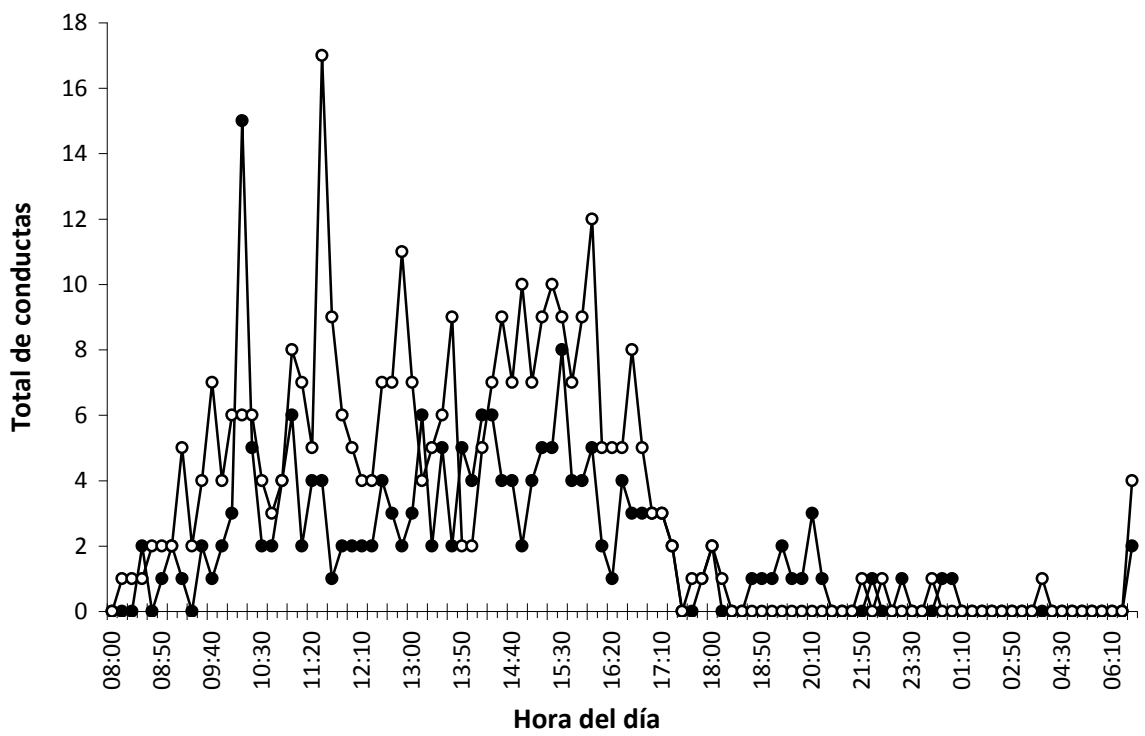


Figura 12. Número de animales bebiendo en el grupo sol —○— y grupo sombra —●— durante las 24 horas del día en todo el experimento.

En la figura 13 se presenta el promedio de conductas de termorregulación del grupo sol y sombra durante el experimento. El promedio de conductas de termorregulación emitidas en horarios diurnos por el grupo sol (10.0 ± 1.4) fue estadísticamente mayor al del grupo sombra (3.3 ± 1.4 ; $P=0.001$). Durante el horario nocturno no se observaron dichas conductas y no se encontraron diferencias entre los grupos ($P>0.05$). En la figura 14 se muestra la distribución de dichas conductas durante el día en ambos grupos.

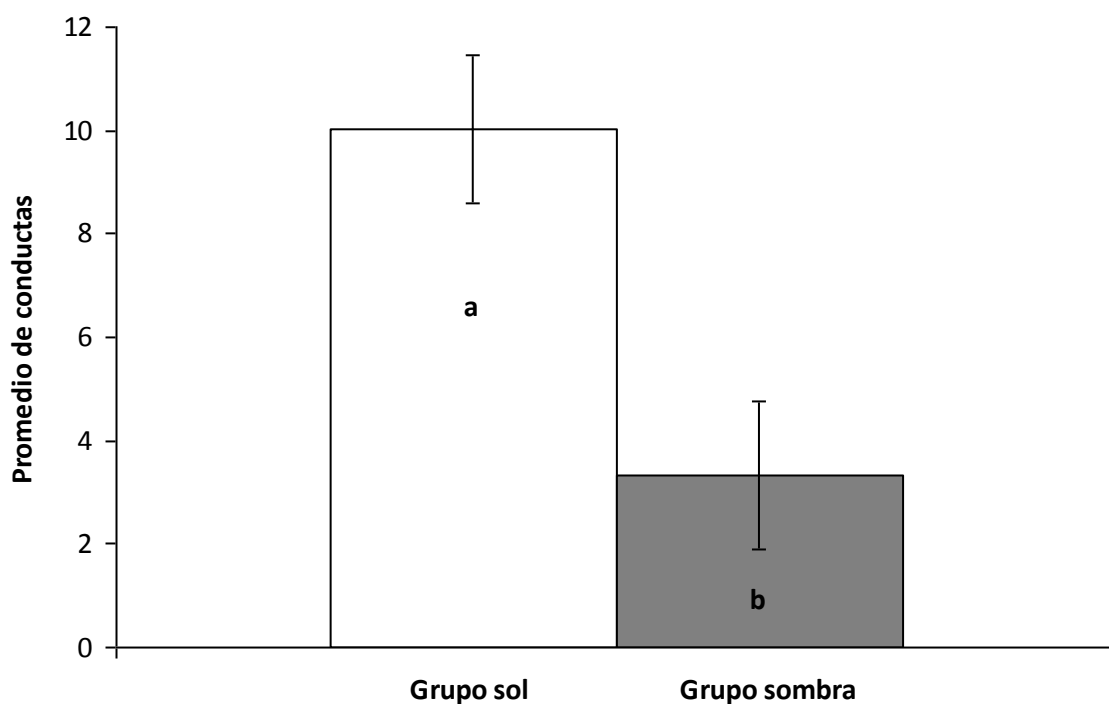


Figura 13. Frecuencia promedio diario ($\pm ee$) de conductas de termorregulación registradas en el horario diurno en cada grupo durante todo el estudio. a,b literales diferentes indican diferencia significativa entre grupos ($P=0.001$). Las conductas de termorregulación fueron: enlodarse, introducir extremidades en bebederos, búsqueda de sombra generada por el cerco, bebedero y otros animales.

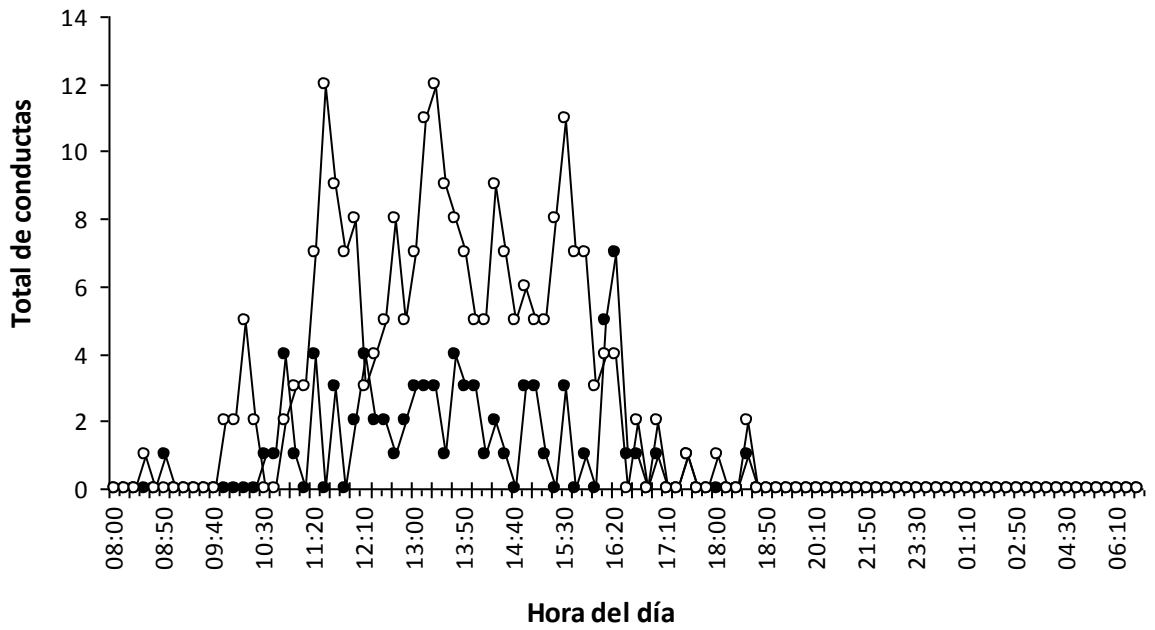


Figura 14. Emisión de conductas (total de eventos) de termorregulación en el grupo sol —○— y grupo sombra —●— durante las 24 horas del día en todo el experimento.

La cantidad de agresiones registradas no fue diferente entre grupos ($P>0.05$; sol: 11.5 ± 2.5 , sombra: 15.6 ± 2.5 ; figuras 15 y 16).

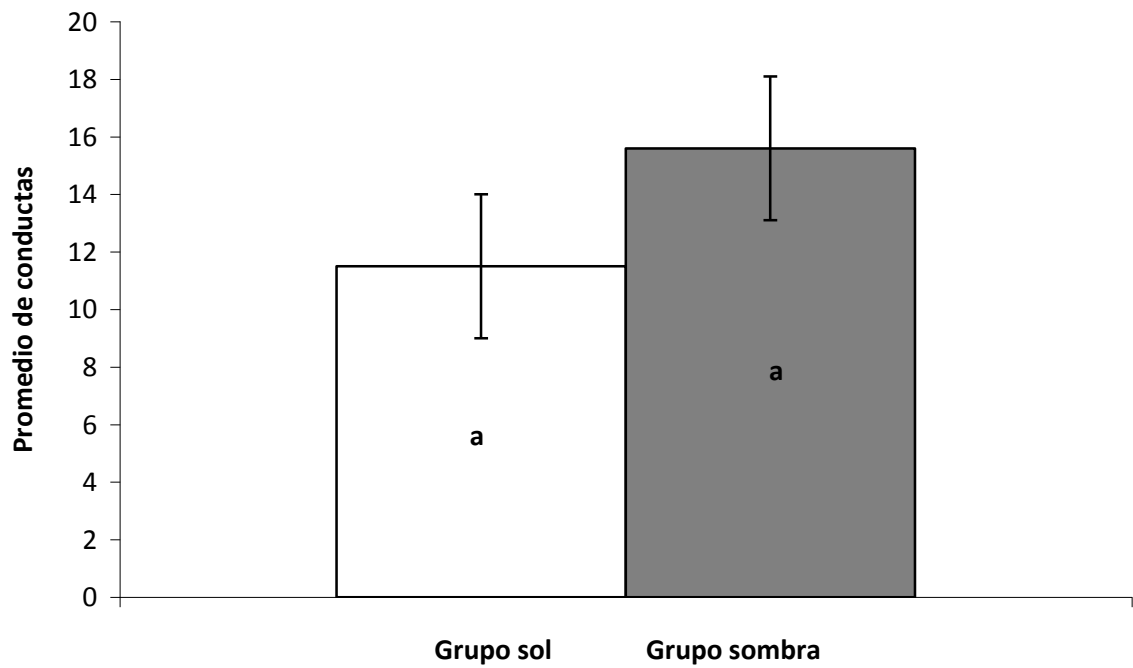


Figura 15. Promedio diario ($\pm ee$) de agresiones en ambos grupos durante todo el estudio.

a, no se encontraron diferencias significativas ($P>0.05$).

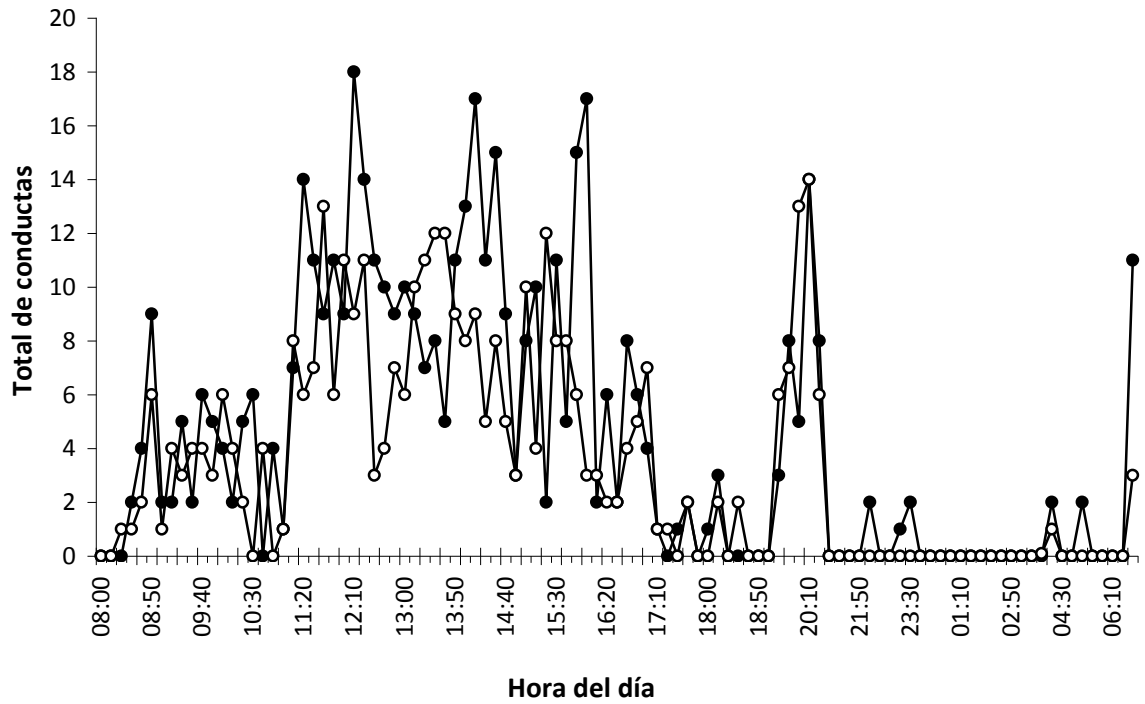


Figura 16. Total de agresiones en el grupo sol \circ y grupo sombra \bullet durante las 24 horas del día en todo el experimento.

El total de kilogramos ganados durante los 46 días del primer al segundo pesaje fue mayor ($P=0.01$) en el grupo sombra (9.9 ± 1.1) que en el grupo sol (5.8 ± 1.0). En la figura 17 se observa el peso inicial y final promedio en kilogramos de las hembras en cada grupo durante el experimento.

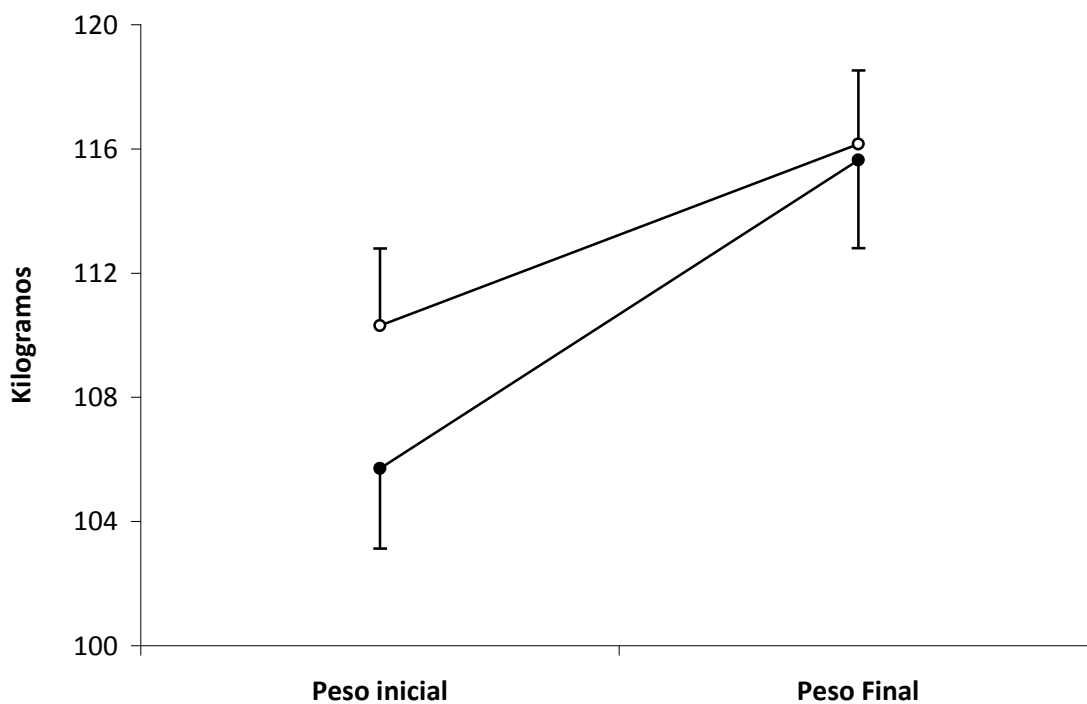


Figura 17. Pesos promedio inicial y final (kilogramos \pm ee) en el grupo sol $\text{---}\text{○}$ y grupo sombra $\text{---}\text{●}$.

La GDP promedio en gramos de las hembras del grupo sombra fue mayor que en las hembras del grupo sol (215 ± 24.1 vs. 127.1 ± 23.6 gramos \pm ee; $P=0.01$; figura 18).

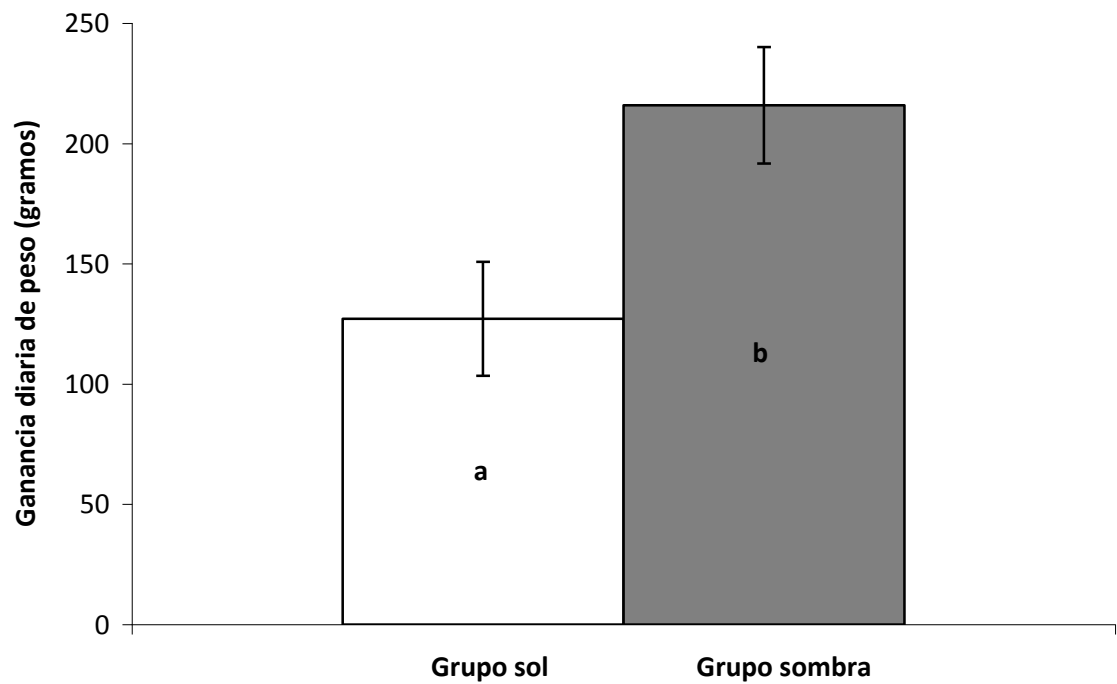


Figura 18. Promedio de la ganancia diaria de peso en gramos (\pm ee) durante los 46 días del primer al segundo pesaje en cada grupo. a,b literales diferentes indican diferencia significativa entre grupos ($P=0.01$).

DISCUSIÓN

El ciervo rojo es una especie que en condiciones naturales habita bosques de coníferas y pastizales en que la temperatura promedio oscila entre los 10 a 20°C en verano y -15 a 5°C en invierno.³⁷ En el presente estudio, las temperaturas ambientales y de bulbo negro máximas alcanzadas fueron 36.2 y 53.3°C respectivamente, lo que sugiere fuertemente que los animales estuvieron expuestos a condiciones de estrés térmico, aunque no existen referencias sobre la zona de confort térmico para esta especie.

La medición de temperatura con el bulbo negro inició en la década de los 50 en actividades humanas intensas y con exposición solar. Sus mediciones contribuyen a conocer la sensación térmica y el estrés calórico durante sesiones de actividad física. La temperatura de bulbo negro representa los efectos integrados de la radiación calórica y el efecto del viento, mientras que la temperatura ambiental refleja sólo la temperatura del aire. En la actualidad, la temperatura de bulbo negro se utiliza con frecuencia en estudios en que los animales se exponen a temperaturas altas y se esperan condiciones de estrés calórico.^{38,39}

Las condiciones ambientales influyen directamente en la eficiencia productiva, en la salud y el comportamiento animal.⁴⁰ En este estudio, los animales con acceso a la sombra artificial buscaron y utilizaron al máximo la sombra en los horarios en que la temperatura ambiental aumentó durante el día (12:00-16:00h), como se ha visto en bovinos.⁴¹ La alta correlación entre el uso de la sombra y las temperaturas registradas demuestra que estas últimas son el factor que induce al animal a buscar la protección contra la insolación y el incremento de la temperatura corporal. Al respecto, Hodgetts et al.¹⁵

observaron la sensibilidad del ciervo rojo en cautiverio a las altas temperaturas ambientales cuando la cobertura vegetal es escasa y la exposición a la radiación solar es prolongada. Dicho estudio sin embargo, no utilizó techos como protección en zonas de pastoreo sin cobertura vegetal adecuada. El presente estudio es el primero en que se evalúa el uso que estos animales dan a la sombra artificial en zonas de pastoreo artificial y en encierro, al igual que sus efectos sobre patrones conductuales y de desarrollo durante la gestación.

Los efectos a largo plazo de la sombra, especialmente en el desempeño productivo de los animales, son un tanto polémicos.²² Sin embargo, se ha reconocido que las afectaciones al bienestar del animal deben considerarse suficientes para promover las adaptaciones al medio ambiente durante la temporada más calurosa y con mayor radiación del año.⁴⁰ Claramente la provisión de factores como sombra y agua contribuyen a reducir los efectos climáticos directos sobre la producción y mejorar su bienestar animal.^{22,42}

Es bien sabido que la termorregulación tiene prioridad fisiológica sobre cualquier otra de las funciones productivas de los animales, tales como gestación, lactación, crecimiento y reproducción.⁴² El mayor impacto del estrés calórico se manifiesta en un aumento de las necesidades de energía neta para mantenimiento⁴³ y en una disminución de energía neta para ganancia que afecta directamente la GDP.⁴⁴ Incluso en animales *adaptados* a climas calurosos, la productividad es afectada por el estrés calórico continuo⁴⁵ y eso explica el menor rendimiento en estas regiones.

Algunos autores han encontrado que el uso de sombras en corrales durante el verano en climas calurosos promueve la ganancia de peso y conversión alimenticia.^{26,46,47} En el presente trabajo, la GDP del grupo con sombra coincide

con lo encontrado en otros estudios con animales adultos en diversas condiciones,⁴⁸⁻⁵⁰ y fue mayor al del grupo sin sombra. La mayor ganancia de peso en el grupo con sombra, presumiblemente se asociaría a un mayor peso de las crías.

Varios reportes indican que el estrés térmico aplicado durante la fase tardía de la gestación disminuye el crecimiento fetal en borregos⁵¹⁻⁵³ y cabras.¹¹ Incluso cuando se experimenta sólo durante el último mes de gestación, el estrés calórico puede inducir atrofia o enanismo de la cría ovina.⁵² Estos resultados se han relacionado con una marcada disminución en la masa placentaria,⁵¹ una menor disponibilidad de nutrientes y un menor flujo sanguíneo uterino-umbilical asociada a una alcalosis respiratoria.⁵⁴

Bajo condiciones termoneutrales el consumo de alimento y el metabolismo proceden a ritmos independientes de la temperatura ambiental,⁴² el consumo de materia seca y el desempeño del animal ocurren sin afectaciones provocados por el factor climático. En ovejas gestantes y lactantes se ha reportado que el principal efecto del estrés por calor es la disminución en el consumo voluntario de materia seca como intento de prevenir la hipertermia,⁵⁵ lo que parece ocurrir cuando la temperatura ambiental supera los 25°C en el caso del ganado de engorda.⁵⁶⁻⁵⁹ La depresión del consumo de alimento por hipertermia parece ser consecuencia de un efecto negativo directo de la temperatura sobre el centro del apetito en el hipotálamo⁶⁰ y de una reducción en la motilidad intestinal y ruminal,⁶¹ lo que conduce al llenado intestinal más rápido y con una menor cantidad de alimento. Recientemente se ha establecido que el estrés calórico induce una disminución en la irrigación intestinal, provoca daño a la barrera intestinal, inflamación y reducción en la capacidad del

intestino para absorber nutrientes.⁶² El efecto negativo de las altas temperaturas sobre la conducta de pastoreo parece claro en el presente caso, ya que durante los horarios más calientes el número de animales pastando fue mínimo en ambos grupos, al tiempo que se utilizó intensamente la sombra, como se ha descrito en novillos.⁴¹

Se ha argumentado que el uso de sombras en pastoreo provoca la expresión de *conductas improductivas*. El uso de la protección por periodos largos del día se ha interpretado como interferencias con conductas de alimentación, con lo que el animal dejaría de consumir alimento y en consecuencia disminuir su desempeño productivo. Sin embargo, otros investigadores han encontrado que cuando los animales tienen acceso a la sombra su consumo aumenta en comparación a los desprovistos de ella.²² En el presente estudio, aunque no se midió el consumo individual, el uso de la sombra no disminuyó el número de animales pastando durante el día, lo que parece confirmar que no se indujeron tales conductas indeseables.

Por el contrario, el uso de sombra claramente redujo la expresión de conductas indicativas de un bajo nivel de bienestar en los animales. Se observó que los animales del grupo sombra evitaron permanecer en el área de sol (parados o echados) durante la mayor parte del periodo diurno. Claramente prefirieron emitir dichas conductas en el área sombreada cuando las temperaturas fueron más altas en el día, como se ha visto en el venado cola blanca⁶³ y bovinos.⁴¹

El aporte de sombra artificial en el potrero afectó la presentación de conductas de termorregulación. La mayor cantidad de estas conductas se expresaron como animales que introducían sus miembros al bebedero y buscaban zonas de tierra húmeda, como lo observado en el ganado bovino expuesto al calor sin

protección, que con frecuencia busca el contacto físico con el agua y busca la sombra.²⁵ Además, la actividad física disminuye durante períodos de temperaturas ambientales altas,⁴² lo que en el presente caso se reflejó en un alto porcentaje de animales inactivos (echados o parados) en los horarios más calientes del día.

En ambientes cálidos el consumo de agua en los rumiantes se incrementa durante la gestación, lactación y estrés térmico, debido a un mayor requerimiento de agua por el aumento del flujo sanguíneo, a la pérdida de agua por evaporación y el aumento de la micción.⁵⁵ Además, un mayor consumo de agua reduce la temperatura ruminal, así como la carga de calor del catabolismo.⁶⁴ En el presente estudio se observó un mayor porcentaje de animales del grupo sol visitando el bebedero, como una clara estrategia conductual de adaptación a una condición de falta de la protección adecuada contra la radiación solar.

En este estudio se utilizó un total de 60m² de sombra para los veintitrés animales, lo que representó a su vez un total de 2.6m² por animal, superficie mínima por animal utilizado en corrales de engorda de bovinos.⁶⁵ En diferentes días del estudio se pudo ver que el total de los animales usó la sombra al mismo tiempo. Lo anterior sugiere que el requerimiento de sombra en la especie es al menos cercano al utilizado, aunque habrá que contemplar la alta jerarquización en la especie y su competencia por este tipo de recursos. Otros estudios deberán determinar con precisión el área de sombra específica requerida en la especie.

En este estudio una simple modificación del ambiente como el uso de sombra artificial ayudó a aliviar los signos de estrés térmico en los animales, favoreció

su condición de bienestar y tuvo efectos positivos sobre el desarrollo corporal expresado en ganancia diaria de peso durante la última fase de la gestación.

CONCLUSIÓN

Se concluye que el ciervo rojo (*Cervus elaphus*) en pastoreo busca y utiliza la sombra artificial con mayor intensidad en los horarios en que la temperatura ambiental aumentó durante el día (12:00 a 16:00 hrs), lo que sugiere una fuerte necesidad de esta protección para la especie.

El aporte del recurso sombra minimizó la expresión de conductas de termorregulación como enlodarse, introducir extremidades en bebederos, y búsqueda de sombra generada por el cerco o bebedero.

El uso de sombra artificial al final de la gestación de hembras en pastoreo durante la temporada más calurosa mejoró la ganancia diaria de peso.

Los resultados del presente estudio permiten aceptar las hipótesis planteadas.

REFERENCIAS

1. SILANIKOVE N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. *Livest Prod Sci* 2000;67: 1-18.
2. BLIGH J, JOHNSON KG. Glossary of terms for thermal physiology. *J App Physiol* 1973;35: 941-961.
3. FISHER MW. Shelter and welfare of pastoral animals in New Zealand. *N Z J Agric Res* 2007;50: 347-359.
4. AMES DR, RAY DE. Environmental manipulation to improve animal productivity. *J Anim Sci* 1983; 57: 209-220.
5. III JWC, KRAUSMAN PR, ROSENSTOCK SS, TURNER JC. Mechanisms of thermoregulation and water balance in desert ungulates. *Wildlife Soc Bull* 2006;34:570-581.
6. BROOM DM. Indicators of poor welfare. *Br Vet J* 1986;142: 524-526.
7. BROOM DM. The scientific assessment of animal welfare. *Appl Anim Behav Sci* 1988;20: 5-19.
8. FUQUAY JW. Heat stress as it affects animal production. *J Anim Sci* 1981;52: 164-174.
9. RIQUELME V. Efectos del clima sobre la eficiencia de utilización del alimento por rumiantes. En: *Memorias del Simposium Avances recientes de la producción animal*. Colegio de Postgraduados, Montecillo. México, 1989.
10. SILANIKOVE N. Effects of water scarcity and hot environment on appetite and digestion in ruminants: a review. *Livest Prod Sci* 1992;30: 175-194.
11. OCFEMIA GO, SHARUN A, MILLER HM, HOLMES JHG. Reduced foetal growth and lactation by does heat-stressed from mid-pregnancy. *Small Rumin Res* 1993;11: 33-43.
12. BLACKSHAW J, BLACKSHAW A. Heat stress in cattle and the effect of shade on production and behaviour: a review. *Austr J Exp Agric* 1994;34: 285-295.
13. BLOEMHOF S, VAN DER WAAIJ EH, MERKS JWM, KNOL EF. Sow line differences in heat stress tolerance expressed in reproductive performance traits. *J Anim Sci* 2008;86: 3330-3337.

14. MULLER CJC, BOTHA JA, COETZER WA, SMITH WA. Effect of shade on various parameters of Friesian cows in a Mediterranean climate in South-Africa .2. Physiological-responses. S African J Anim Sci 1994;24: 56-60.
15. HODGETTS BV, WAAS JR, MATTHEWS LR. Use of different artificial shelter types by farmed red deer (*Cervus elaphus*) calves. Appl Anim Behav Sci 2002;79: 43-52.
16. BUDD GM. Wet-bulb globe temperature (WBGT) - its history and its limitations. J Sci Med Sport 2008;11:20-32.
17. THATCHER WW, COLLIER RJ. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. Trans Asae 1981;24:711–714.
18. DIKMEN S, HANSEN PJ. Is the temperature-humidity index the best indicator of heat stress in lactating dairy cows in a subtropical environment? J Dairy Sci 2009;92:109-116
19. CLUTTON-BROCK TH, ALBON SD. Climatic variation and body weight of red deer. J Wildlife Manag 1983;47: 1197-1201.
20. LOISON A, LANGVATN R. Short- and long-term effects of winter and spring weather on growth and survival of red deer in Norway. Oecol 1998;116: 489-500.
21. BUCKLIN R, TURNER L, BEEDE D, ET AL. Methods to relieve heat stress for dairy cows in hot, humid climates. Appl Eng Agricult 1991;7: 241-247.
22. 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.
23. OLIVER J, HELLMAN H, BISHOP S, ET AL. Heat stress survey. Cal Agric 1979;33: 6-8.
24. 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.
25. 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.
26. MITLOHNER FM, 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.
27. 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.
 28. WIDOWSKI T. Shade-seeking behavior of rotationally-grazed cows and calves in a moderate climate. En: Richard R. Stowell RB, and Robert W. Bottcher, ed. *Livestock Environment VI: Proceedings of the 6th International Symposium*. Louisville, Kentucky, USA: Am Soc Agric Biol Engineers; 2001: 632-639.
 29. EIGENBERG R, BROWN-BRANDL T, NIENABER J. Shade Material evaluation using a cattle response model. *Am Soc Agric Biol Engineers*; 2007.
 30. SCHÜTZ KE, ROGERS AR, COX NR, WEBSTER JR, TUCKER CB. Dairy cattle prefer shade over sprinklers: Effects on behavior and physiology. *J Dairy Sci* 2011;94: 273-283.
 31. SHULTZ TA. Weather and Shade effects on cow corral activities. *J Dairy Sci* 1984;67:868-873.
 32. GALLINA S, ESCOBEDO L. Análisis sobre las Unidades de Manejo (UMAs) de ciervo rojo (*Cervus elaphus* Linnaeus, 1758) y wapiti (*Cervus canadensis* (Erxleben, 1777) en México: problemática para la conservación de los ungulados nativos. *Trop Conser Sci*. 2009;2: 251-265
 33. INEGI. Cartas topográficas de climas de temperaturas y precipitación. México. Instituto Nacional de Geografía Estadística e Informática en México. 2010.
 34. GUEVARA MN. Efecto del aporte de sombra adicional en el comedero sobre patrones conductuales, el consumo alimenticio y la ganancia de peso de cabritas lecheras estabuladas. Tesis de Licenciatura. Producción animal. México, DF: Universidad Nacional Autónoma de México; 2010.
 35. MITLOHNER FM, MORROW-TESCH JL, WILSON SC, DAILEY JW, MCGLONE JJ. Behavioral sampling techniques for feedlot cattle. *J Anim Sci* 2001;79 1189-1193.
 36. SAS. User's guide. Statistics, SAS Institute Inc., Cary NC, USA, 1999.

37. NOWAK RM. Walker's mammals of the world. sixth ed. Baltimore, Maryland, EUA, The Johns Hopkins University Press; 1991.
38. YAGLOU CP, MINARD D. Control of heat casualties at military training centers, *AMA Arch Indust Health* 1957;16:302-316.
39. PARSONS K. Heat Stress Standard ISO 7243 and its Global Application. *Indust Health* 2006;44: 368–379.
40. CAROPRESE M. Sheep housing and welfare. *Small Rumin Res* 2008;76: 21-25.
41. BENNETT IL, FINCH VA, HOLMES CR. Time spent in shade and its relationship with physiological factors of thermoregulation in three breeds of cattle. *Appli Anim Behav Sci* 1985;13: 227-236.
42. THATCHER W, COLLIER R. Efecto del calor sobre la productividad animal. En: Secretaria de Agricultura y Recursos Hidraulicos. Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias. Coordinación Regional del Golfo. Centro experimental pecuario “La Posta”, Paso del Toro, Veracruz, 1983.
43. AMES DR, BRINK DR, WILLMS CL. Adjusting protein in feedlot diets during thermal stress. *J Anim Sci* 1980;50: 1-6.
44. MCMENIMAN JP, DEFOOR PJ, GALYEAN ML. Evaluation of the national research council (1996) dry matter intake prediction equations and relationships between intake and performance by feedlot cattle. *J Anim Sci* 2009;87: 1138-1146
45. BERMAN A. Predicted limits for evaporative cooling in heat stress relief of cattle in warm conditions. *J Anim Sci* 2009; 87: 3413-3417.
46. GARRETT WN, BOND TE, KELLY CF. Effect of air velocity on gains and physiological adjustments of hereford steers in a high temperature environment. *J Anim Sci* 1960; 9: 60-66.
47. BARAJAS R, FELIX JA. Effect of shade in feedlot pen on growth performance of Brahman bull calves during heat raining season under Mexican dry tropic environment. *J Anim Sci* 2002;80: 229.
48. GÓMEZ JÁ, LANDETE-CASTILLEJOS T, GARCÍA AJ, GALLEGO L. Importance of growth during lactation on body size and antler development in the Iberian red deer (*Cervus elaphus hispanicus*). 2006;105: 27-34.
49. PORDOMINGO A. Ganadería del ciervo colorado. Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional La Pampa; 2001; pp. 1-12.

50. THERIEZ M. Red Deer production. 2. Growth and meat production. *INRA Prod Anim* 1989; 2:105-116.
51. ALEXANDER G, WILLIAMS D. Heat stress and development of the conceptus in domestic sheep. *J Agric Sci* 1971;76: 53-72.
52. BROWN DE, HARRISSON PC, HINDS FC, LEWIS J A, WALLACE M H. Heat stress effects on fetal development during late gestation in the ewe. *J Animal Sci* 1977;44: 442-446.
53. CARTWRIGHT GA, THWAITES CJ. Foetal stunting in sheep I. The influence of maternal nutrition and high ambient temperatures on the growth and proportions of Merino foetuses. *J Agric Sci* 1976;86: 573-580.
54. OAKES GK, WALKER AM, EHRENKRANZ RA, CEFALO RC, CHEZ RA. Uteroplacental blood flow during hyperthermia with and without respiratory alkalosis. *J App Physiol* 1976;41: 197-201.
55. ABDALLA EB, KOTBY EA, JOHNSON HD. Physiological responses to heat-induced hyperthermia of pregnant and lactating ewes. *Small Rumin Res* 1993;11: 125-134.
56. MORRISON SR. Ruminant Heat Stress: Effect on production and means of alleviation. *J Animal Sci* 1983;57: 1594-1600.
57. HAHN GL, CHEN YR, NIENABER JA, ET AL. Characterizing animal stress through fractal analysis of thermoregulatory responses. *J Therm Biol* 1992;17: 115-120.
58. HAHN GL, MADER TL, SPIERS DE, GAUGHAN JB, NIENHABER JA, EIGENBERG R, BROWN-BRANDL T, HU Q, GRIFFIN D, HUNGERFORD L, PARKHURST AM, LEONARD M, ADAMS W, ADAMS L. Heat wave impacts on feedlot cattle: considerations for improved environmental management. *Proc. ASAE 6th Int. Livest Environ Symp Louisville, KY.;* 2001.
59. HAHN GL. Environmental influences on feed intake and performance of feedlot cattle. *En: Intake by feedlot cattle. Agric Exp Sta, Oklahoma State Univ., Stillwater, 1995.*
60. BAILE C, FORBES J. Control of feed intake and regulation of energy balance in ruminants. *Phys Rev* 1974;54: 160-214.
61. ROBINSON K, KLEMM G. A study of heat tolerance of grade Australian Illawarra shorthorn cows during early lactation. *J Agric Res* 1953;4: 224-234.

62. LAMBERT GP. Stress-induced gastrointestinal barrier dysfunction and its inflammatory effects. *J Anim Sci* 2009;87: E101-E108.
63. HUEGEL CN, DAHLGREN RB, GLADFELTER HL. Bedsite selection by white-tailed deer fawns in Iowa. *J Wildlife Manag* 1986; 50(3): 474-480.
64. BIANCA W. Thermoregulatory responses of the dehydrated or to drinking cold and warm water in a warm environme. *Res Vet Sci* 1964;5: 75-80.
65. COIMBRA P, MACHADO T, MACHADO FILHO LP, ET AL. A influência da localização do bebedouro e da sombra no comportamento de bovinos em pastoreio. *Rev Bras de Agroecologia*. 2007; 2: 825 - 829.