



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN

Efecto de la provisión de sombra sobre la temperatura corporal y la conducta de ciervo rojo (*Cervus elaphus*) en pastoreo

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA**

PRESENTA

CINTHIA STEPHANY HERNÁNDEZ GONZÁLEZ

ASESOR: MVZ M en C Alejandra Sánchez Cervantes

COASESOR: Dr. Lorenzo Álvarez Ramírez

CUAUTITLÁN IZCALLI, ESTADO DE MÉXICO, 2017



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES**

UNIDAD DE ESTUDIOS
CUAUTITLÁN

ASUNTO: VOTO APROBATORIO

**M. en C. JORGE ALFREDO CUÉLLAR ORDAZ
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN
PRESENTE**

**ATN: I.A. LAURA MARGARITA CORTAZAR FIGUEROA
Jefa del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán.**

Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, nos permitimos comunicar a usted que revisamos **La Tesis:**

Efecto de la provisión de sombra sobre la temperatura corporal y la conducta de ciervo rojo (Cervus elaphus) en pastoreo

Que presenta la pasante: **CINTHIA STEPHANY HERNÁNDEZ GONZÁLEZ**
Con número de cuenta: **41000125-7** para obtener el Título de: **Médica Veterinaria Zootecnista**

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro **VOTO APROBATORIO**.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPÍRITU"
Cuautitlán Izcalli, Méx. a 27 de enero de 2017.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	M.V.Z. Rodolfo Córdova Ponce	
VOCAL	M. en M.V.Z. Gerardo López Islas	
SECRETARIO	M. en C. Alejandra Sánchez Cervantes	
1er SUPLENTE	M. en C. Tiziano Santos Morín	
2do SUPLENTE	M.V.Z. Hitandewy Anaid Sánchez Saucedo	

NOTA: Los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional (art. 127).
En caso de que algún miembro del jurado no pueda asistir al examen profesional deberá dar aviso por anticipado al departamento.
(Art 127 REP)
LMCF/ntm*

A YESHÚA HAMASHÍAJ QUE MERECE TODO

MI AGRADECIMIENTO

ÉL me ha bendecido con unos padres maravillosos y una hermana inseparable; ÉL me ha dado la dicha de poder concluir este ciclo, el sueño de toda una vida.

El esfuerzo, amor y entrega de mis padres y hermana, su paciencia y tolerancia, todos aquellos años de preparación, formación, educación, valores; que influyeron para ser quien soy y que pueda terminar esta maravillosa etapa; cada docente que planto una semilla de conocimiento en mi a lo largo de mi trayectoria escolar, que hasta hoy vivo y recuerdo.

¡ADONAY ELOHÍM, padres, hermana y profesores; este logro lo hemos obtenido juntos!

Con todo mi corazón

Todah rabáh

ÍNDICE

Resumen -----	5
Introducción -----	6
Objetivo -----	7
Hipótesis -----	7
Material y Métodos -----	8
Resultados -----	10
Discusión -----	16
Conclusión -----	18
Referencias -----	19

RESUMEN

El ciervo rojo (*Cervus elaphus*) es un animal de origen euroasiático de regiones con ambientes templados; las características ecológicas y climáticas del hábitat en el que se ha introducido, no coinciden con aquellas del hábitat natural. La protección térmica es un componente esencial del hábitat que se debe garantizar en los animales si se quiere conservar una condición de bienestar animal aceptable. Una estrategia efectiva para atenuar dicha exposición crítica es la provisión de sombra artificial en zonas de pastoreo. El objetivo del presente trabajo fue determinar si la presencia de sombra artificial en pastoreo modifica la temperatura corporal de hembras de ciervo rojo (*Cervus elaphus*). El estudio se realizó durante los meses de junio y agosto, con veinticuatro hembras adultas no gestantes (>2.5 años de edad) divididas aleatoriamente en dos grupos (n= 12) balanceados por edad y peso corporal. En el grupo Control el pastoreo se realizó en las condiciones habituales, sin modificación alguna en el potrero; el grupo Sombra contó con una estructura de malla para protección contra radiación solar durante todo el día. Se registró la temperatura corporal cada 10 min utilizando un dispositivo de registro automático (Thermochron®, iButton®) durante un periodo de 10 días cada mes. En horarios de 8:00 am a 20:00 pm y mediante barridos conductuales cada 10 minutos, se registró el número de animales usando la sombra y pastoreando. La información se analizó mediante pruebas de ANOVA, correlación Pearson y regresión lineal. La relación entre la radiación solar y el porcentaje de animales usando la sombra en ambos meses fue positiva ($r= 0.58$, $r^2= 0.34$; $P<0.0001$). La temperatura corporal durante el día fue mayor en animales sin sombra, y en ambos grupos se observó una relación positiva significativa entre la temperatura ambiental y la temperatura corporal ($P<0.05$; grupo Sombra: $r= 0.54$, $r^2= 0.29$; grupo Control: $r= 0.65$, $r^2= 0.43$). La relación entre la radiación solar y el porcentaje de animales pastoreando fue negativa ($r= -0.87$, $r^2= 0.75$; $P<0.0001$). La información permite evidenciar que las hembras de ciervo rojo en estas condiciones de pastoreo buscan y utilizan la sombra artificial en los horarios de mayor radiación solar, claramente como una medida de protección contra inclemencias ambientales. Se discute sobre la importancia en términos del bienestar animal de la especie.

INTRODUCCIÓN

El ciervo rojo (*Cervus elaphus*) es un animal de origen euroasiático, su distribución natural comprende a Europa Occidental y Asia Central, regiones consideradas de ambientes templados y con inviernos prolongados e intensos. En las últimas décadas la especie se ha introducido en Norteamérica, Nueva Zelanda y algunas zonas aisladas de América Latina en donde se explota con fines cinegéticos y comerciales (Álvarez-Romero y Medellín, 2005). En México se encuentran varias poblaciones en condiciones de pastoreo semicontrolado en predios e instalaciones que manejan vida silvestre de forma confinada, fuera de su hábitat natural (Álvarez-Romero y Medellín, 2005; SEMARNAT 2009; Carranza, 2011; Cruz *et al.*, 2013). En muchas ocasiones, las características ecológicas y climáticas del hábitat en el que se ha introducido al ciervo rojo no coinciden con aquellas del hábitat del animal en vida natural, y las áreas de pastoreo carecen de zonas de protección y refugio apropiadas (Mejía *et al.*, 2011).

Se considera que el ciervo tiene una actividad principalmente crepuscular (Carranza, 2011). En condiciones naturales y cuando su hábitat no ha sido modificado, el animal concentra la actividad física y de pastoreo durante el amanecer y atardecer, dejando el medio día para el reposo y resguardo en zonas arboladas. Utiliza las áreas abiertas preferentemente por las noches (Álvarez-Romero y Medellín, 2005; Cruz *et al.*, 2013) y ocasionalmente por las tardes (Semiadi *et al.*, 1993). Dicho comportamiento parece buscar la evasión de depredadores y evitar las temperaturas ambientales extremas (Carranza, 2011; Semiadi *et al.*, 1993). En condiciones de pastoreo controlado, recientemente se han encontrado resultados que semejan lo anterior (Mejía *et al.*, 2011; Arteaga *et al.*, 2014a).

La protección térmica entre otros aspectos, es un componente esencial del hábitat que se debe garantizar al individuo si se quiere conservar una condición de bienestar animal aceptable. Tener acceso a vegetación alta y espesa permite al animal resguardarse de vientos fríos y bajas temperaturas en invierno, además de contar con sombra y áreas de menor temperatura en la época de mayor radiación solar (Parker y Gillingham, 1990). En sistemas de producción en que la cobertura arbórea no está asegurada, la exposición a las variaciones ambientales es total y el animal puede sufrir de estrés térmico con consecuencias importantes en su conducta, fisiología y desempeño (Grace y Easterbee, 1979; Clutton-Brock y Albon, 1983; Parker y Gillingham, 1990). En condiciones en que se expone al animal a una alta radiación solar se compromete seriamente su bienestar (Mejía *et al.*, 2011). Una estrategia efectiva para atenuar dicha exposición crítica es la provisión de sombra artificial en zonas de pastoreo, lo que permite al animal protegerse cuando lo requiere y disminuye la expresión de otras conductas termorregulatorias indicadoras de un bienestar animal comprometido (Mejía *et al.*, 2011). Conductas como la búsqueda de agua y terrenos húmedos, además del jadeo intenso son

características de animales expuestos a altas temperaturas ambientales; dichas conductas se reducen significativamente cuando el animal cuenta con sombra (bovinos: Schütz *et al.*, 2010; ciervos: Mejía *et al.*, 2011).

En bovinos, la temperatura corporal se incrementa en la medida en que sube la temperatura ambiental (Schütz *et al.*, 2009); cuando se provee de sombra, los animales la usan intensamente en los horarios de mayor radiación solar (bovinos: Tucker *et al.*, 2008; Schütz *et al.*, 2009; Schütz *et al.*, 2010; ciervos: Mejía *et al.*, 2011) y la temperatura corporal se mantiene más baja (bovinos: Turcker *et al.*, 2008; Schütz *et al.*, 2010). En estos últimos casos, la temperatura corporal se ha registrado de modo automático utilizando dispositivos electrónicos (*data loggers*) adheridos a dispositivos vaginales tipo CIDR-G (dispositivo intravaginal para la regulación del ciclo estral). Estas estrategias de medición remota de la temperatura corporal han dado buenos resultados en varias especies animales (Davidson *et al.*, 2003; Hilmer *et al.*, 2010; Burdick *et al.*, 2012; Chapon *et al.*, 2012; Maeder *et al.*, 2012). En el ciervo rojo, se ha demostrado que los dispositivos remotos pueden ser utilizados de manera confiable y segura para monitorear la temperatura corporal con una mínima intervención (Arteaga *et al.*, 2014b). En el uso vaginal de dichas herramientas, se ha confirmado que la temperatura registrada es completamente correspondiente con la obtenida por vía rectal (bovinos: Vickers *et al.*, 2010; Suthar *et al.*, 2013).

En ciervo rojo no se conocen evidencias del impacto de la provisión de sombra durante el pastoreo sobre la temperatura corporal.

OBJETIVO

El objetivo del presente trabajo fue determinar si la presencia de sombra artificial en pastoreo modifica la temperatura corporal de hembras de ciervo rojo (*Cervus elaphus*).

HIPÓTESIS

Los ciervos en pastoreo utilizan intensamente la sombra artificial en horarios de mayor radiación solar.

Durante los horarios de mayor radiación solar, la temperatura corporal de los ciervos en pastoreo es menor cuando tienen acceso a sombra artificial.

MATERIAL Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en el rebaño de cérvidos del Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Animal en Altiplano (CEIEPAA; 20°36'94'' N; 99°54'50'' O) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM durante los meses de junio y agosto. Los animales son manejados en condiciones de pastoreo rotacional intensivo en praderas de alfalfa con una superficie aproximada de 2500 m² para pastoreo y con agua a libre acceso en bebederos tipo tina. Las condiciones de dicho manejo no cambiaron durante el estudio.

Veinticuatro hembras adultas no gestantes (>2.5 años de edad) se utilizaron en el estudio. En el mes de junio los animales fueron divididos aleatoriamente en dos grupos (n= 12) balanceados por edad y peso corporal; cada grupo fue colocado en potreros separados con características similares en extensión, cobertura vegetal y disponibilidad de agua. En el grupo Control no se modificaron las condiciones del pastoreo, mientras que en el grupo Sombra se introdujo una estructura metálica techada para proveer un total de 40 m² de sombra. La estructura metálica estuvo equipada con malla sombra con una capacidad de bloqueo mayor al 80% de la radiación solar colocada a una altura de 3 m. Los animales pudieron entrar y salir libremente de la estructura para acceder o abandonar la sombra a voluntad. A un total de 14 hembras (7 por grupo) se les insertó un dispositivo vaginal CIDR-G (dispositivo interno de liberación controlada de droga) libre de hormonas y adaptado con el dispositivo de registro automático de temperatura (Thermochron®, iButton®, modelos DS-1921G y DS-1921H) como se ha descrito antes en la especie. Brevemente: se realizó un corte de 16 mm de longitud en el CIDR-G, se lavó y esterilizó; se colocó el dispositivo de registro automático de temperatura sobre el corte hecho en el CIDR-G (previamente, el dispositivo se programó para registrar la temperatura cada 10 min.) se colocó cinta termofil sobre el CIDR-G y el dispositivo de registro, y se selló mediante aire caliente (Arteaga *et al.*, 2014b).

La introducción y el retiro del dispositivo vaginal se realizó luego de inmovilizar al animal en la prensa de manejo utilizada para tales fines en el Centro; una vez en la prensa, el procedimiento se realizó con una manipulación local con duración entre 30 y 40 segundos por animal para introducir vaginalmente el dispositivo con el uso de pinzas tipo Rochester recta. Todo el material utilizado fue esterilizado previamente y se utilizaron lubricantes desinfectantes durante el procedimiento.

Durante un periodo de 10 días en horarios de 08:00 am a 08:00 pm y mediante barridos conductuales cada 10 minutos, se registró el número de animales usando la sombra (animales en cualquier postura bajo la sombra proyectada por la malla en la estructura metálica), el número de animales pastoreando (animales recogiendo activamente forraje en el potrero en una posición de pie estática o caminando), el número de animales caminando (animales en desplazamiento sin realizar otra actividad), el número de animales bebiendo (animales tomando agua), el número de animales de pie (animales estáticos de pie), el número de

animales echados (animales en posición echada estática). Además se registró la información reportada por la estación meteorológica local relacionada con radiación solar y temperatura ambiental.

Al término de 10 días los animales fueron introducidos nuevamente a los corrales de manejo y prensa del Centro para retirar los dispositivos vaginales. Posterior a esto, en el mes de agosto el procedimiento y los registros se repitieron.

La información se analizó mediante pruebas de ANOVA (PROC GLM). Para conocer la relación entre radiación solar, temperatura ambiental, temperatura corporal, conducta de pastoreo y el uso de la sombra entre grupos, se utilizaron pruebas de correlación Pearson y regresión lineal (PROC CORR, PROC REG).

RESULTADOS

La radiación solar promedio no fue diferente entre periodos (junio vs agosto; $P > 0.05$) durante las 24 h del día. Cuando se comparó la variable sólo durante el periodo diurno (08:00 a 18:00 h) la radiación solar fue mayor en el periodo del mes de agosto ($P < 0.05$) que en junio. La hora del día afectó significativamente ($P < 0.05$) la radiación solar.

La mayoría de los animales utilizó la sombra desde los horarios previos y durante la mayor radiación solar en el día (08:00 a 20:00 h) (Figura 1 y 2).

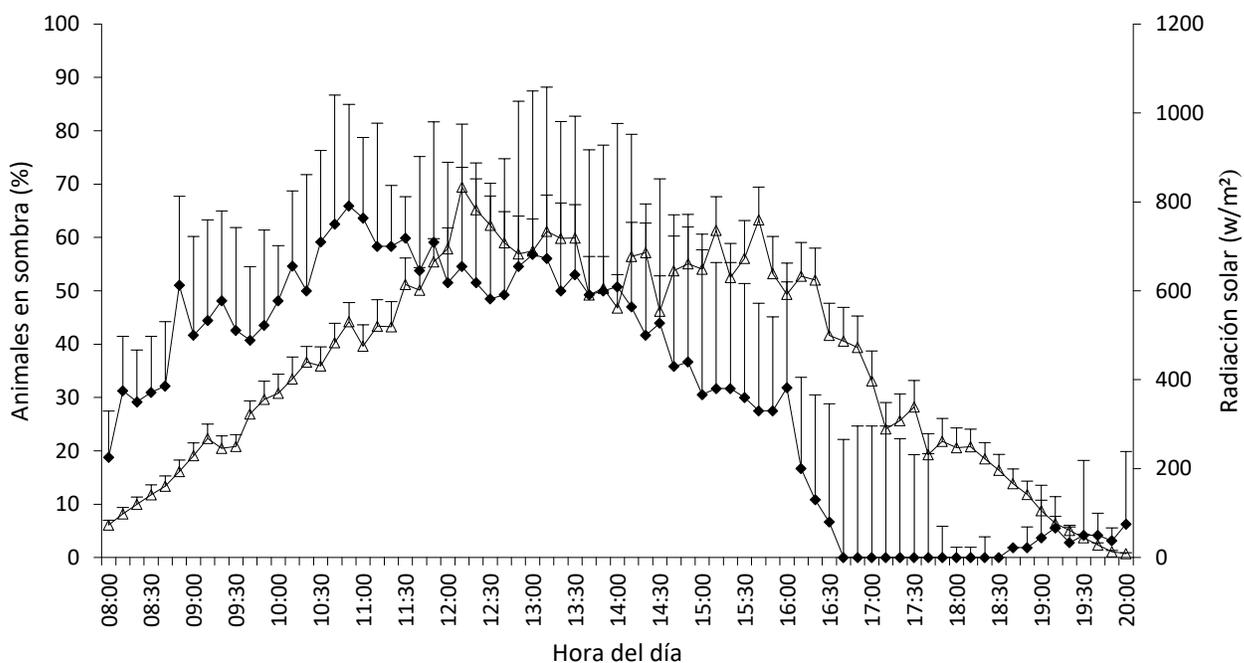


Figura 1. Porcentaje promedio (\pm ee) de animales bajo la sombra (\blacklozenge) y promedio de radiación solar (\blacktriangle) durante el periodo del mes de junio.

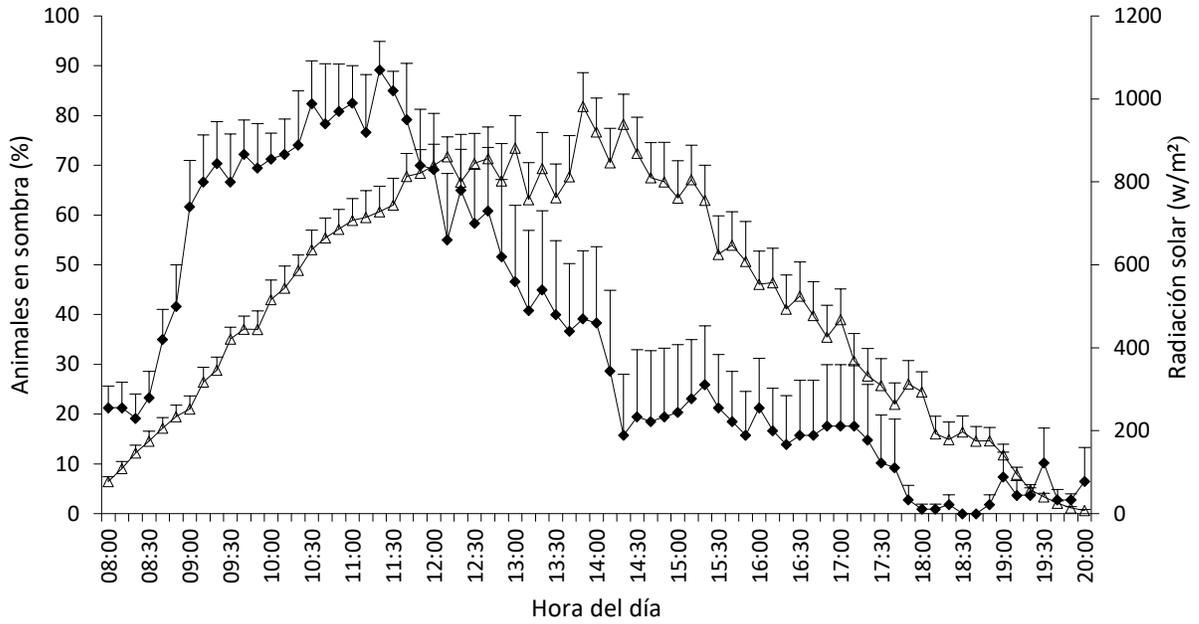


Figura 2. Porcentaje promedio (\pm ee) de animales bajo la sombra (\blacklozenge) y promedio de radiación solar (\blacktriangle) durante el periodo del mes de agosto.

La relación entre la radiación solar y el porcentaje de animales usando la sombra en ambos periodos fue positiva ($r= 0.58$, $r^2= 0.34$, $y= 0.0539x + 8.0811$; $P<0.0001$) (Figura 3).

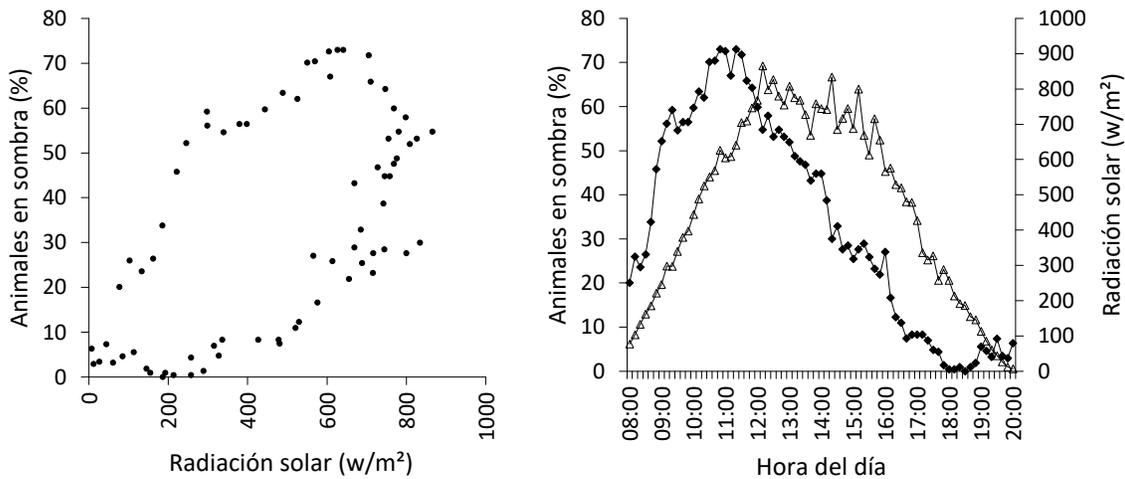


Figura 3. Relación del porcentaje de animales usando la sombra (\blacklozenge) con la radiación solar (\blacktriangle) en ambos periodos.

En el mes de junio la temperatura corporal no fue diferente entre grupos ($P>0.05$) (Figura 4). La hora del día afectó significativamente ($P<0.05$) la temperatura corporal del animal.

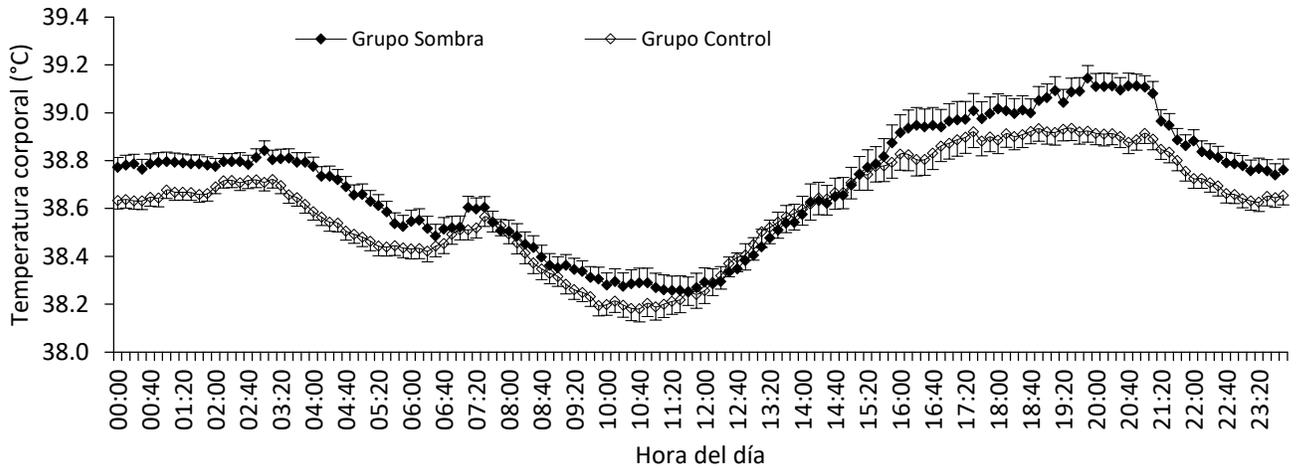


Figura 4. Promedio (\pm ee) de la temperatura corporal de hembras de ciervo rojo del grupo Sombra y del grupo Control en las 24 horas del día en el periodo de junio. No se encontraron diferencias significativas entre grupos ($P > 0.05$).

En el mes de agosto la temperatura corporal fue diferente entre grupos ($P < 0.05$). Los animales del grupo Control tuvieron una temperatura corporal mayor durante el día (Figura 5). Las diferencias más claras se encontraron en los horarios de mayor radiación solar (8:00 am a 6:00 pm) y de uso más intenso de la sombra (8:00 am a 4:00 pm). La hora del día afectó significativamente ($P < 0.05$) la temperatura corporal del animal, sin interactuar con el tratamiento ($P > 0.05$).

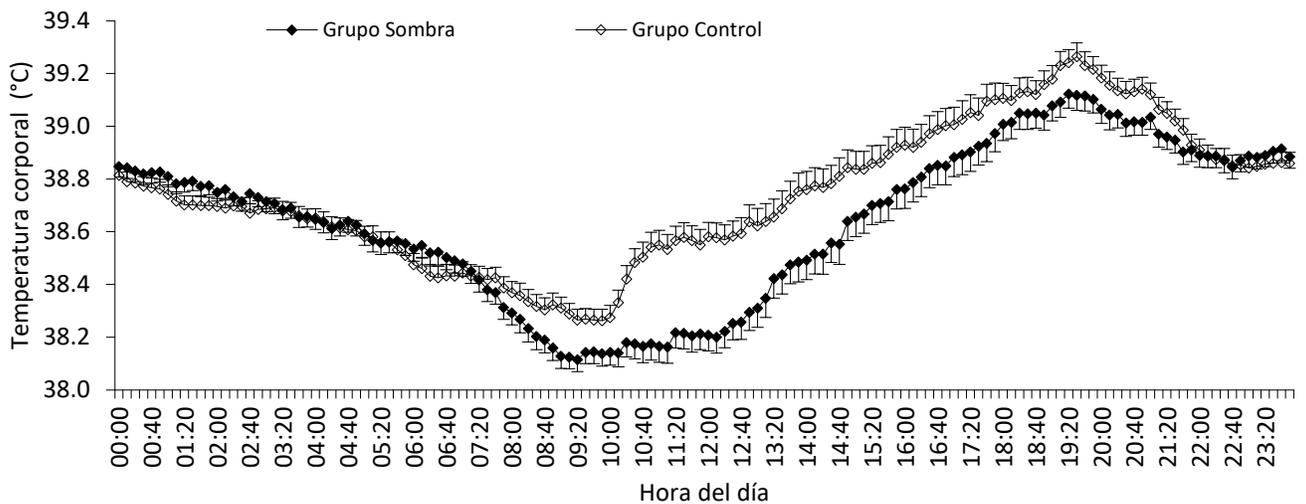


Figura 5. Promedio (\pm ee) de la temperatura corporal de hembras de ciervo rojo del grupo Sombra y del grupo Control en las 24 horas del día en el periodo del 7 al 16 de agosto. Se encontraron diferencias significativas entre grupos ($P < 0.05$).

La relación entre la radiación solar y la temperatura corporal del grupo Control fue negativa, con un valor predictivo muy bajo ($r = -0.31$, $r^2 = 0.09$, $y = -0.003x + 38.827$; $P < 0.0074$) (Figura 6).

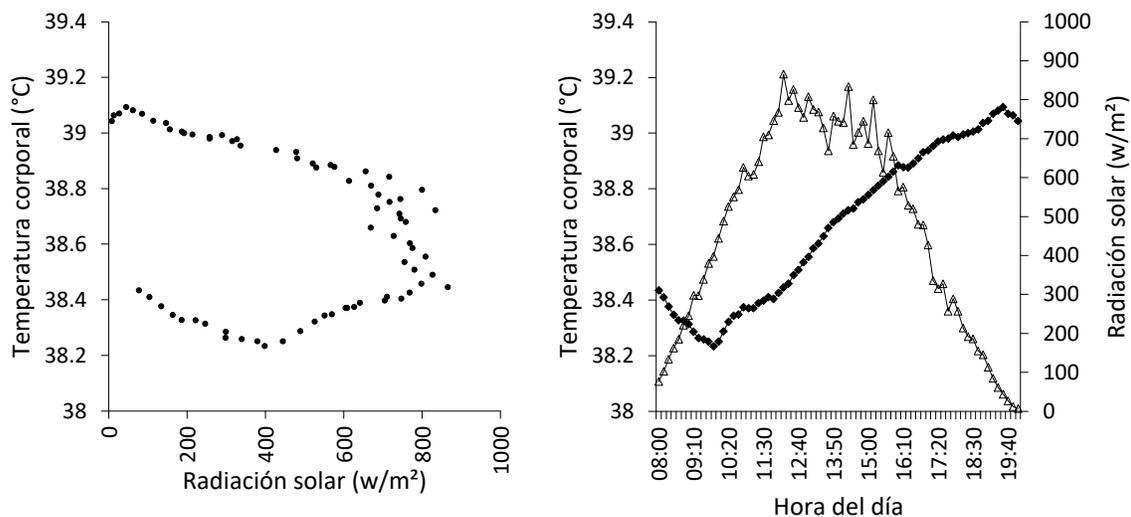


Figura 6. Relación de la radiación solar (\triangle) con la temperatura corporal (\blacklozenge) del grupo Control en ambos periodos.

La relación entre la radiación solar y la temperatura corporal del grupo Sombra fue negativa ($r = -0.46$, $r^2 = 0.21$, $y = -0.0006x + 38.864$; $P < 0.0001$) (Figura 7).

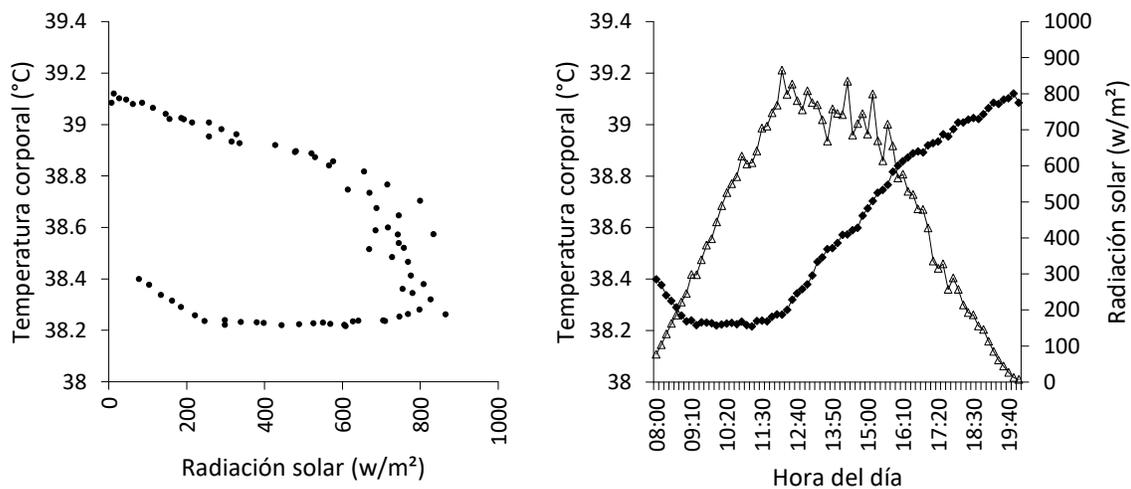


Figura 7. Relación de la radiación solar (\triangle) con la temperatura corporal (\blacklozenge) del grupo Sombra en ambos periodos.

La correlación entre la temperatura ambiental y la temperatura corporal del grupo Sombra fue positiva ($r= 0.54$, $r^2= 0.29$; $P<0.0001$) (Figura 8) ($y= 0.0515x + 37.441$).

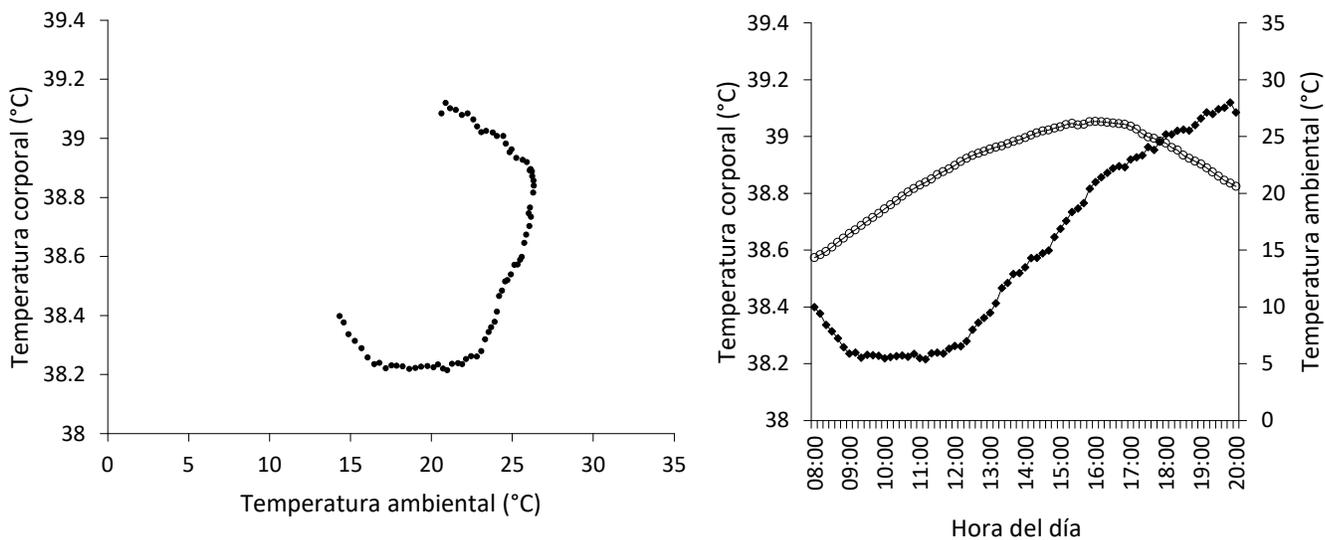


Figura 8. Relación de la temperatura ambiental (○) con la temperatura corporal (◆) del grupo Sombra en ambos periodos.

La relación entre la temperatura ambiental y la temperatura corporal del grupo Control fue positiva ($r= 0.65$, $r^2= 0.43$; $P<0.0001$) (Figura 9) ($y= 0.0543x + 37.45$).

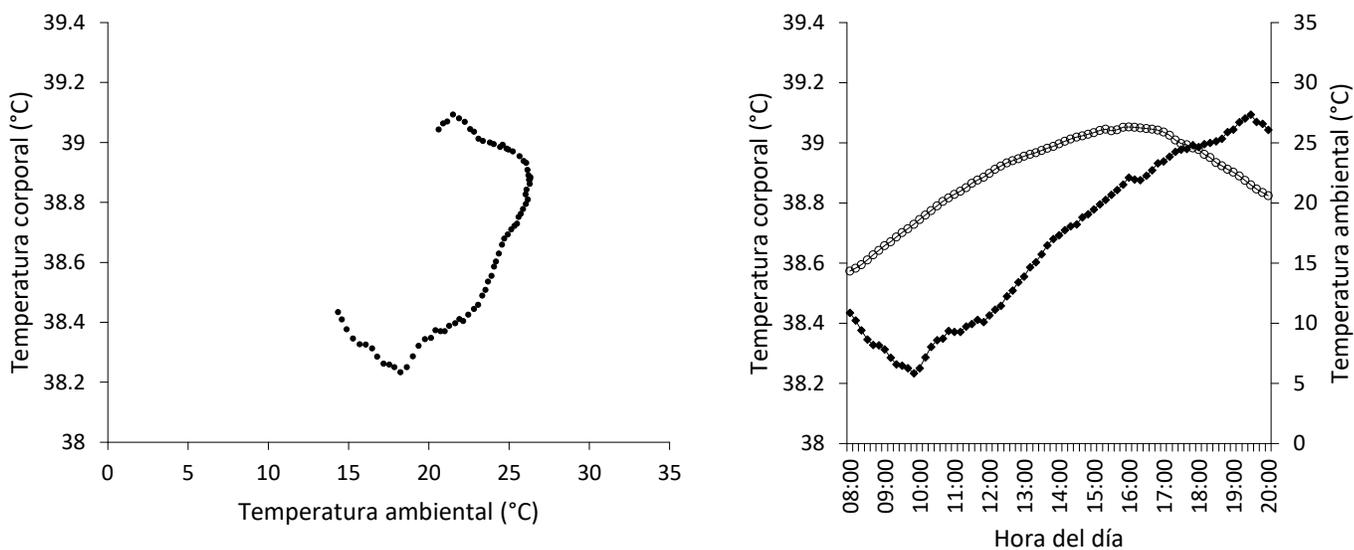


Figura 9. Relación de la temperatura ambiental (○) con la temperatura corporal (◆) del grupo Control en ambos periodos.

Considerando los dos periodos de 24 h juntos, la temperatura corporal no fue diferente entre grupos ($P= 0.18$). Sin embargo, en horarios de mayor radiación solar, el grupo Control presentó una temperatura corporal mayor que el grupo Sombra ($P<0.05$) (Figura 10). La hora del día afectó significativamente ($P<0.05$) la temperatura corporal del animal.

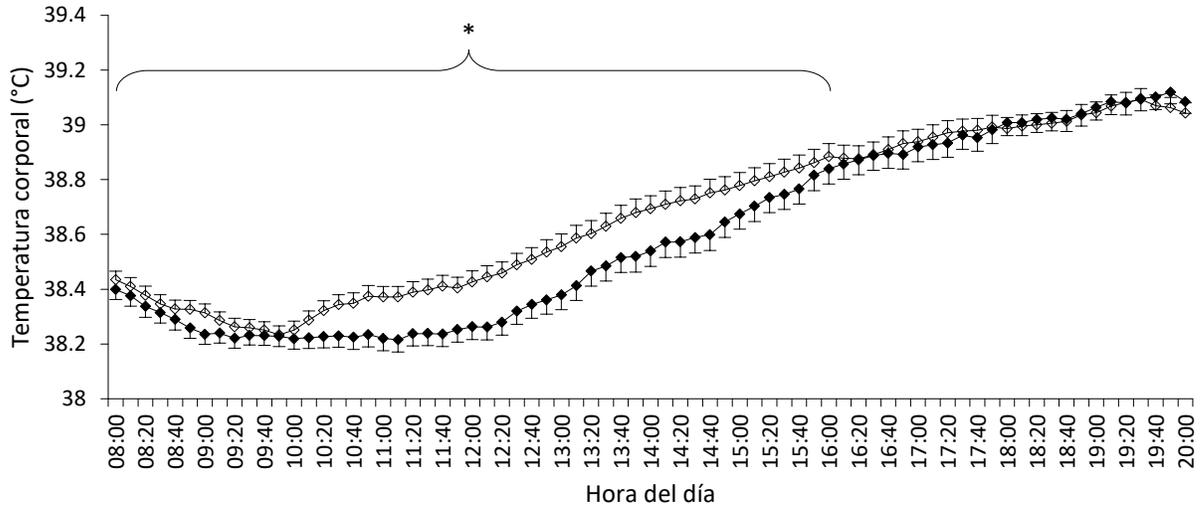


Figura 10. Promedio (\pm ee) de la temperatura corporal de hembras de ciervo rojo del grupo Sombra (\blacklozenge) y del grupo Control (\diamond) en las 12 horas de registro de ambos periodos. *Indica diferencia entre grupos ($P<0.05$).

La relación entre la radiación solar y el porcentaje de animales pastoreando fue negativa ($r= -0.87$, $r^2= 0.75$, $y= -0.0657x + 50.737$; $P<0.0001$) (Figura 11).

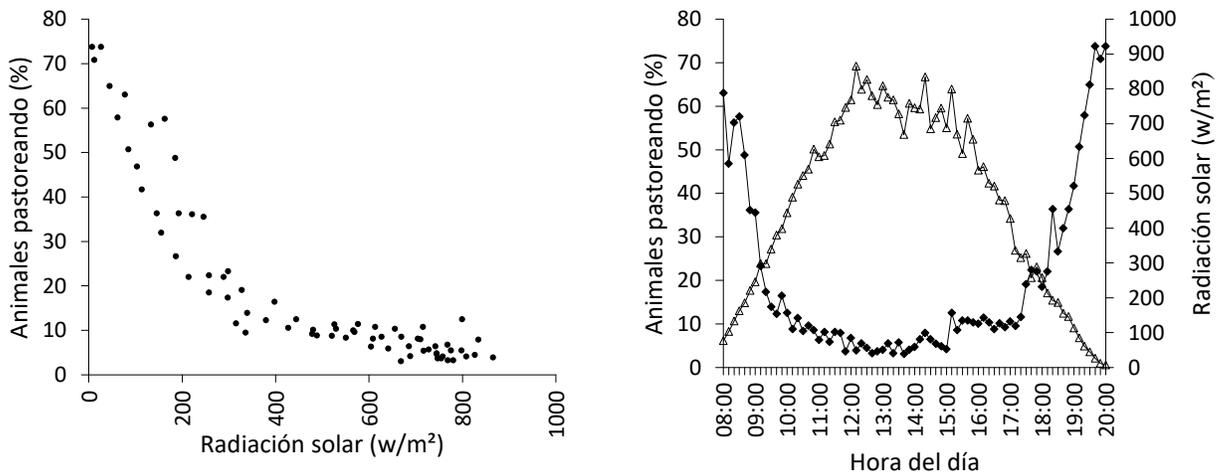


Figura 11. Relación del porcentaje de animales pastoreando (\blacklozenge) con la radiación solar (\blacktriangle) en ambos periodos.

DISCUSIÓN

Los animales utilizaron la sombra durante los horarios de mayor radiación solar, en ambos periodos se observó el mismo comportamiento. Estos resultados coincidieron con lo descrito por Mejía *et al.* (2011) en la misma especie bajo las mismas condiciones de manejo durante el mes de marzo-mayo. En el periodo del presente estudio se registró hasta un 90% de animales usando la sombra al mismo tiempo cuando la radiación solar era mayor; resultados similares han sido ampliamente descritos en vacas, donde se ha demostrado que los animales buscan y utilizan con intensidad la sombra que mayor protección provee en horarios de mayor radiación solar (Tucker *et al.*, 2008; Schütz *et al.*, 2009). En los dos periodos de registro, los animales del presente estudio utilizaron la sombra desde algunos momentos previos a la elevación de la radiación solar y se mantuvieron usándola de manera intensa hasta que esta empezaba a descender. El uso del recurso da la impresión de que los animales estarían anticipándose a la elevación de la radiación solar, sin embargo, una explicación más razonable parece ser que la presencia de lluvias matutinas ligeras motivó tal conducta. Durante los periodos de registro se presentaron precipitaciones ligeras y los animales utilizaron también la sombra en algunos de esos momentos.

La relación de la radiación solar con el porcentaje de ciervos usando la sombra resultó significativamente positiva, esto es, en la medida en que la radiación solar se incrementó, el porcentaje de animales usando la sombra también lo hizo. Estos resultados coinciden con lo descrito en varias especies de rumiantes, en donde se demuestra la necesidad de contar con el recurso sombra para proveer la protección adecuada cuando el animal lo requiere (bovinos: Schütz *et al.*, 2008; Tucker *et al.*, 2008; Schütz *et al.*, 2009; Schütz *et al.*, 2010; ovejas: Cain *et al.*, 2008; ciervos: Pollard y Littlejohn, 2003; Mejía *et al.*, 2011; oryx y gacelas: Hetem *et al.*, 2010; Hetem *et al.*, 2012). El presente resultado confirma que la radiación solar induce en el ciervo rojo en pastoreo la búsqueda y el uso de la protección otorgada por la sombra.

El ciervo rojo es un animal con una organización jerárquica clara, suele establecer competencias mediante amenazas y otros despliegues agresivos por el acceso a recursos valiosos como pareja sexual, alimento, espacio geográfico y zonas de descanso (Carranza *et al.*, 1990; Thouless 1990). Durante los registros se observó que algunos animales eran desplazados de la zona sombreada, lo que sugiere que la jerarquía en la especie es relevante para el acceso a este recurso. Las dimensiones de sombra usada correspondieron a 40 m² en total (3.3 m² por animal). Se puede suponer que el espacio otorgado de sombra no fue suficiente para el total de la población; en vacas se ha observado que mayores dimensiones de sombra (9.6 m² por animal) permiten un mayor uso de la misma por el 100% del grupo al mismo tiempo (Schütz *et al.*, 2010). En otros estudios se deberán establecer las dimensiones de sombra más convenientes y necesarias para proveer de la protección suficiente en el 100% de la población de ciervos en pastoreo.

Al analizar la temperatura corporal entre grupos durante las 24h del día, se observó que la temperatura corporal fue menor en el grupo que utilizó la sombra en el mes de agosto; dicho resultado fue particularmente claro durante los horarios de mayor uso de la sombra (8:00 am a 4:00 pm) y de mayor radiación solar. Cuando se consideraron los dos periodos juntos, la temperatura corporal fue más alta en los animales sin sombra en los horarios de mayor radiación solar. En vacas lecheras, otros autores ha encontrado que el uso de sombra artificial evita los incrementos de la temperatura corporal en los horarios de mayor impacto solar, además de atenuar otras afectaciones negativas en el desempeño del animal (West, 2003; Tucker *et al.*, 2008; Shütz *et al.*, 2009; Shütz *et al.*, 2010). Toda esta información coincide en la importancia del recurso sombra para brindar protección al animal, evitando incrementos peligrosos en la carga de calor recibida que afectarían el bienestar y desempeño animal (Pollard y Littlejohn, 2003; Cain *et al.*, 2008; Schütz *et al.*, 2008; Tucker *et al.*, 2008; Schütz *et al.*, 2009; Hetem *et al.*, 2010; Schütz *et al.*, 2010; Mejía *et al.*, 2011; Hetem *et al.*, 2012)

El patrón que presentó la temperatura corporal de las hembras durante el día fue claramente rítmico, con sus valores más bajos en horarios matutinos (09:30-10:40 h), valores ascendentes en el resto del periodo diurno y las primeras horas de la tarde-noche (10:40-19:30 h). A partir de las 20:00 h, se observó insistentemente un comportamiento descendente que se mantuvo toda la noche hasta llegar nuevamente a los valores más bajos por la mañana. La temperatura corporal se elevó más rápido en la mañana en los ciervos sin sombra, sin embargo, dicha elevación no pareció ser promovida directamente por la radiación solar, la relación que se encontró entre las dos variables en el presente trabajo fue baja, aunque significativa. En este sentido, la temperatura corporal estuvo relacionada con más claridad a la temperatura ambiental. Con esta última variable ambiental, la temperatura corporal se asoció de modo más fuerte, mostrando un valor predictivo considerablemente mayor.

Otros trabajos con oryx y gacelas machos de áreas protegidas en los meses de junio-agosto, han encontrado que la temperatura en estas especies es también rítmica con temperaturas iniciales matutinas (08:00 h) de 38.1 °C en oryx y de 39.1 °C en gacelas; estos valores ascienden abruptamente llegando a la máxima temperatura por la tarde (18:00 h) en oryx de 40.9 °C y en gacelas de 41 °C (Hetem *et al.*, 2012). En borrego cimarrón en área de reserva de mayo a septiembre (verano), se ha descrito el patrón de temperatura de igual forma, como un patrón rítmico, iniciando a las 11:00 h con 41 °C, asciende de manera rápida alcanzando el valor máximo de 44 °C a las 13:00 pm, posteriormente desciende hasta alcanzar la mínima de 40°C a las 17:00 h (Cain *et al.*, 2008). En todos estos casos, las condiciones ambientales a las que se expusieron los animales fueron más severas.

Se acepta que el comportamiento de la temperatura corporal en los animales sigue un patrón rítmico circadiano, el control de dicho ritmo es principalmente endógeno y se encuentra ubicado en el núcleo supraquiasmático del hipotálamo. Una vasta evidencia ha demostrado que si dicho núcleo deja de funcionar o es destruido, los ritmos fisiológicos como el de la

temperatura corporal se alteran significativamente (Ruggiero y Silver, 2010). Además de lo anterior, se ha visto que factores como la temperatura ambiental, disponibilidad de agua, temperatura del aire, hora de alimentación, entre otros, pueden modificar la apariencia precisa del patrón rítmico de la temperatura corporal (Piccione y Refinetti, 2003; Piccione *et al.*, 2005; Piccione *et al.*, 2009; Hetem *et al.*, 2010; Hetem *et al.*, 2012). Otros autores han descrito también que la luminosidad y la hora del día altera el ritmo térmico diario en roedores (Sharma y Daan, 2002) y cabras (Piccione y Refinetti, 2003; Piccione *et al.*, 2005).

Por otro lado se ha observado que el ritmo de la temperatura corporal sigue un patrón relacionado con la actividad locomotora diaria del animal (Giannetto *et al.*, 2016). En años anteriores se pensó que los cambios en la temperatura corporal de los animales era la respuesta directa a la actividad motora, suponiendo que a mayor actividad física, mayor temperatura corporal se presentaría; algunos autores han encontrado que el ritmo de la temperatura corporal no depende directamente de la actividad motora como factor determinante (roedores: Refinetti, 1999; ovejas: Ahmed y Haidary, 2004; oryx: Hetem *et al.*, 2010), aunque sí lo afecta (Refinetti y Menaker 1992; Giannetto *et al.*, 2016). Otros estudios habrán de aclarar este apartado en particular en el ciervo rojo.

La radiación solar inhibió de manera clara la conducta de pastoreo. En los horarios de mayor radiación solar, los animales con sombra eligieron descansar bajo el techo mientras que el grupo sin sombra optó por permanecer de pie o echado más o menos inmóvil. En esta especie se han descrito hábitos de pastoreo al amanecer y al anochecer (Carranza, 2011; Mejía *et al.*, 2011; Arteaga *et al.*, 2014a); en oryx y gacelas se ha demostrado que los animales optan por disminuir su actividad física durante el horario de mayor radiación solar, utilizan lugares donde guarecerse, y la búsqueda de alimento y otras actividades físicas se reducen (Hetem *et al.*, 2012; Seddon y Ismail, 2012). En el presente trabajo la relación entre las dos variables fue considerablemente alta (0.75) y parece confirmar que las condiciones ambientales son determinantes en el hábito de pastoreo de esta especie.

CONCLUSIÓN

Se puede concluir que las hembras de ciervo rojo (*Cervus elaphus*) en pastoreo utilizan intensamente la sombra artificial durante los horarios de mayor radiación solar. Durante dichos horarios, la ausencia del recurso sombra provoca un incremento significativo en la temperatura corporal, lo que sugiere una afectación térmica importante.

Por otro lado, los resultados sugieren con claridad que la radiación solar inhibe la conducta de pastoreo e induce la búsqueda de protección bajo la sombra.

REFERENCIAS

- Ahmed, A., Haidary, A. (2004). Physiological responses of naimery sheep to heat stress challenge under semi-arid environments. *International Journal Agricultural and Biological* 1560-8530.
- Álvarez-Romero, J., Medellín RA. (2005). *Cervus elaphus*. Vertebrados superiores exóticos en México: diversidad, distribución y efectos potenciales. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Base de datos SNIB-CONABIO. Proyecto U020. México. D. F.
- Alzina-López, A., Farfán-Escalante, J. C., Valencia-Heredia, E. R., Yokoyama-Kano J. (2001). 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* 12: 112-121.
- Arteaga, S. G., Islas, R. A. F., Sánchez, C. A., Álvarez, R. L. (2014a). Patrón de pastoreo de cervatos (*Cervus elaphus*) durante el invierno y su correlación con algunos factores ambientales. Memorias del XXXVIII Congreso internacional de Buiatría. 31 julio-2 agosto de 2014. Villahermosa, Tabasco, México. Pp 85-91.
- Arteaga, S. G., Sánchez, C. A., Álvarez, R. L. (2014b). Descripción de un método de registro automático de la temperatura vaginal en ciervo rojo (*Cervus elaphus*). Memorias del XXXVIII Congreso Internacional de Buiatría. 31 julio-2 agosto de 2014. Villahermosa, Tabasco, México. Pp791-796.
- Burdick, N. C., Carroll, J. A., Randel, R. D., Falkenberg, S. M., Schmidt, T. B. (2012). Development of a self-contained, indwelling vaginal temperature probe for use in cattle research. *Journal of Thermal Biology* 37:339-343.
- Cain, J. W., Jansen, B. D., Willson, R. R., Krausman, P. R. (2008). Potential thermoregulatory advantages of shade use by desert bighorn sheep. School of Natural Resources, University of Arizona, 325 Biological Sciences East, Tucson, AZ 85721, USA.
- Carranza, J. (2011). Ciervo- *Cervus elaphus*. En: Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles. (En línea) <http://www.vertebradosibericos.org/mamiferos/pdf/cerela.pdf> Acceso Abril 9, 2013.
- Carranza, J., Álvarez, F., Redondo, T. (1990). Territoriality as a mating strategy in red deer. *Animal Behavior* 40, 79-88.
- Chapon, P. A., Bessot, N., Gauthier, A., Besnard, S., Moussay, S. (2012). Performance testing of an innovative telemetric temperature sensor in animals. *Journal of Thermal Biology* 37:255-259.

Clutton-Brock, T. H., Albon, S. D. (1983). Climatic variation and body weight of red deer. *The Journal of Wildlife Management* 47:1197-1201.

Cruz, F., Carpintero, M., Carrero, Y., Noguera D. (2011). Producción de especies cinegéticas: El ciervo. (En línea) http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/02_12_11_Trabajo_ciervo.pdf Acceso Abril 9, 2013.

Davidson, A. J., Aujard, F., London, B., Menaker, M., Block, G. D. (2003). Thermochron iButtons: an inexpensive method for long term recording of core body temperature in tethered animals. *Journal of Biological Rhythms* 18:430-1201.

Giannetto, C., Giudice, E., Fazio, F., Alberghina, D., Assenza, A., Panzera, M., Piccione, G. (2016). Different behavior of body temperature and total locomotor activity dairy rhythms during light/ dark cycle in stabled *Oryctolagus cuniculus*. *Biological Rhythm Research* 47: 39-44.

Grace, J., Easterbee, N. (1979). The natural shelter for red deer (*Cervus elaphus*) in Scottish glen. *Journal of Applied Ecology* 16:37-48.

Hetem, S. R., Strauss, W. M., Fick, L. G., Maloney, S. K., Meyer, L. C. R., Shobrak, M., Fuller, A., Mitchell, D. (2010). Variation in the daily rhythm of body temperature of free-living Arabian oryx (*Oryx leucoryx*): does water limitation drive heterothermy? *Journal of Comparative Physiology B* 180: 1111-1119.

Hetem, S. R., Strauss, W. M., Fick, L. G. (2012). Does size matter? Comparison of body temperature and activity of free-living Arabian oryx (*Oryx leucoryx*) and the smaller Arabian sand gazelle (*Gazella subgutturosa marica*) in the Saudi desert. *Journal of Comparative Physiology B* 182: 437-449.

Hilmer, S., Algar, D., Neck, D., Schleucher, E. (2010). Remote sensing of physiological data: Impact of long term captivity on body temperature variation of the feral cat (*Felis catus*) in Australia, recorded via Thermochron iButtons. *Journal of Thermal Biology* 35:205-210.

Kendall, P. E., Webster, J. R. (2009). Season and physiological status affects the circadian body temperature rhythm of dairy cows. *Livestock Science* 125: 155-160.

Leva, P.E., García, M.S., Fernández, G., Toffoli, G., Cernotto, C., Sosa, J., Boggero, C. (2014) Bienestar en sistemas de engorde de corderos: indicadores de fisiológicos y de comportamiento. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Litoral R.P. ISSN 1666-7719.

Meador, B., Arlt, S., Burfeind, O., Heuwieser, A. (2012). Application of vaginal temperature measurement in bitches. *Rep. Dom. Anim.* 47 (Suppl. 6):359-361.

- Mejía, H. N., De Luna, S. J. B., Gamboa, B. D., Sánchez, C. A., Álvarez, R. L. (2011). Efecto de la sombra artificial sobre el peso corporal y conducta de pastoreo en hembras de ciervo rojo (*Cervus elaphus*) al final de la gestación. Memorias de la XLVII Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. León, Guanajuato, México, 12-14 de octubre de 2011. Pp 152.
- Ominski, K. H., Kennedy, A. D., Wittenberg, K. M., Moshtaghi Nia, S. A. (2002). Physiological and production responses to feeding schedule in lactating dairy cows exposed to short-term, moderate heat stress. *Journal of Dairy Science* 85(4):730-7.
- Parker, K. L., Gillingham, M. P. (1990). Estimates of critical thermal environments for mule deer. *Journal of Range Management* 43(1):73-81.
- Piccione, G., Bertolucci, C., Costa, A., Mauro, S. D., Caola, G. (2005). Daily rhythm of body and auricle temperature in goats kept at two different ambient temperatures. *Biological Rhythm Research* 36(4): 309-314.
- Piccione, G., Caola, G., Refinetti, R. (2003). Circadian rhythms of body temperature and liver function in fed and food-deprived goats. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A* 134: 563–572.
- Piccione, G., Giannetto, C., Casella, S., Caola, G. (2009). Annual rhythms of some physiological in *Ovis aries* and *Capra hircus*. *Biological Rhythm Research* Vol. 40, No. 6, 455-464.
- Pollard, J. C., Littlejohn, R. P. (2003). Shade and shelter for farmed deer in New Zealand: Results from a survey of farmers. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 46:287-294
- Refinetti, R. (1999). Relationship between the dairy rhythms of locomotor activity and body temperature in eight mammalian species. *Circadian Rhythm Laboratory, University of South Carolina, Allendale, South Carolina* 29810.
- Refinetti, R., Menaker, M. (1992). The circadian rhythm of body temperature. *Physiology & Behavior*, Vol. 51, pp. 613-637.
- Rensing, L., Ruoff, P. (2002). Temperature effect on entrainment, phase shifting, and amplitude of circadian clocks and its molecular bases. *Chronobiology International* vol. 19, no. 5, pp. 807–864.
- Ruggiero, L., Silver, R. (2010). Circadian and circannual rhythms and hormones. *Encyclopedia of Animal Behavior*, 274-280.
- Sharma, V. K., Daan, S. (2002). Circadian phase and period responses to light stimuli in two nocturnal rodents. *Chronobiology International* 19(4): 659–670.

Schütz, K. E., Rogers, A. R., Cox, N. R., Tucker, C. B. (2009). Dairy cows prefer shade that offers greater protection against solar radiation in summer: shade use, behavior, and body temperature. *Applied Animal Behavior Science* 116:28-34.

Schütz, K. E., Rogers, A. R., Poulouin, Y. A., Cox, N. R., Tucker, C. B. (2010). The amount of shade influences the behavior and physiology of dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 93:125-133.

Seddon, J., Ismail, K. (2002). Influence of ambient temperature on diurnal activity of Arabian oryx: implications for reintroduction site selection. *Oryx* 36(1):50-55.

SEMARNAT (2009). Manual técnico para beneficiarios: Manejo de vida silvestre. Primera Edición 2009. Coordinación General de Educación y Desarrollo Tecnológico. Obtenida el 11 de enero de 2015, de <http://www.conafor.gob.mx/biblioteca/manejo-de-vida-silvestre.pdf>.

Semiadi, G., Muir, P. D., Barry, T. N., Veltman, C. J., Hodgson, J. (1993). Grazing patterns of sambar deer (*Cervus unicolor*) and red deer (*Cervus elaphus*) in captivity. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 36:253-260.

Suthar, V., Burfeind, O., Maeder, B., Heuwieser, W. (2013). Agreement between rectal and vaginal temperature measured with temperature loggers in dairy cows. *Journal of Dairy Research* 80:240-245.

Thouless, C. R. (1990). Feeding competition between grazing red deer hinds. *Animal Behavior* 40, 105-111.

Tucker, C. B., Rogers, A. R., Schütz, K. E. (2008). Effect of solar radiation on dairy cattle behavior, use of shade and body temperature in a pasture-based system. *Applied Animal Behavior Science* 109:141-154.

Vickers, L. A., Burfeind, O., von Keyserlingk, M. A. G., Veira, D. M., Weary, D. M., Heuwieser, W. (2010). Technical note: comparison of rectal and vaginal temperatures in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 93: 5246-5251.

West, J. W. (2003). Effects of heat-stress on production in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 86:2131–214.