

Rev Biomed 2004; 15:17-26.

Respuestas conductuales termorregulatorias de búsqueda de sombra en bovinos cruzados *Bos taurus* x *Bos indicus* criados en la zona costera y oriente del estado de Yucatán.

Artículo Original

Javier S. Yokoyama-Kano, Alejandro Alzina-López, Jorge C. Farfán-Escalante, Eduardo R. Valencia-Heredia.

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán, México.

RESUMEN.

Se realizó este estudio preliminar para determinar la relación entre las condiciones microclimáticas con la respuesta conductual termorregulatoria (búsqueda de sombra) y la posición corporal (de pie o echado) en bovinos cruzados *Bos taurus* x *Bos indicus* durante los meses de julio, septiembre y noviembre de 1998. Se seleccionaron cinco ranchos, dos localizados en la zona costera con clima BS0 y tres en la zona oriente con clima AW1. En cada uno de los ranchos se seleccionó un animal de la misma edad, sexo, color y estado fisiológico sometidos a las mismas condiciones de manejo y bajo condiciones de infraestructura similares (12 m² de superficie vital y 2 m² de sombra) a los cuales se les monitoreó la conducta por el método de registro continuo de las 6 a las 18 horas. Así mismo, se registró la temperatura (TA) y humedad ambiental (HA), temperatura de bulbo negro al sol (BNsol) y sombra (BNsom) cada hora durante el periodo correspondiente

a las observaciones conductuales. La condición térmica ambiental (TA, BNsol y BNsom) registrada indica que los animales enfrentaron condiciones superiores a los valores reportados como zona de confort. Condición similar se observó para la HA, ya que los promedios fueron superiores a los reportados como recomendables. En ambas zonas, los animales buscaron la sombra en las horas de mayor carga calórica indistintamente del mes (de 10 a 15 horas), siendo más manifiesto en los animales criados en la zona oriente. La tendencia en la búsqueda de sombra en ambas zonas fue similar en los meses de estudio, siendo más manifiesta en la zona oriente que en la costera. Los animales de la zona costera permanecieron más tiempo al sol y echados respecto a los animales de la zona oriente que permanecieron mayor tiempo a la sombra parados, efecto debido a las características del suelo, la continentalidad y oceanidad que determinan la dirección, velocidad y la temperatura del aire. Las conductas observadas en

Solicitud de sobretiros: Javier S. Yokoyama-Kano. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán, Apartado Postal 4-116, C.P. 97100, Mérida, Yucatán, México.

Teléfono: 9423200 Extensión 19, Fax: 9423205, E-mail: javier_yoko@hotmail.com

Recibido el 24/Mayo/2002. Aceptado para publicación el 16/Diciembre/2003.

Este artículo está disponible en <http://www.uady.mx/sitios/biomedic/revbiomed/pdf/rb041514.pdf>

los animales tuvieron como objetivo el regular las ganancias y pérdidas de calor para sostener el equilibrio térmico interno. Los animales de la zona oriente, dadas las particularidades del ambiente, tienden a buscar la sombra para reducir la ganancia calórica por radiación directa y disipar calor por convección, razón por la que se mantienen mayormente parados, en tanto que los animales de la zona costera dadas las condiciones ambientales donde se encuentran, resulta suficiente el echarse a la intemperie para disipar calor por conducción y convección, para sostener el equilibrio.

(*Rev Biomed 2004; 15:17-26*)

Palabras clave: termorregulación, conducta termorregulatoria, confort, microclima, balance de calor, equilibrio térmico, condición térmica ambiental

SUMMARY.

Thermoregulatory behavioural responses to basking for shade in *Bos taurus* and *Bos indicus* bovines raised in the coastal and oriental zone of the State of Yucatan.

This preliminary study was carried out to determine the relationship between the thermal conditions in the facilities and the thermoregulative behaviour (looking for shade) and corporal position (standing up or laying) in hybrid bovines *Bos taurus* x *Bos indicus* during July, September, and November of 1998. Five ranches located in different zones were selected: two on the coast with BSO climate and three in the east zone with climate AW1. One animal of the same age, sex, color, and physiological state from each ranch was selected; all the animals had the same management conditions and were under similar facilities: 12 m² for living space and 2 m² of shade. The behaviour of the animals was registered following the continuous recording method from 6 a.m to 6 p.m. The environmental temperature (ET), humidity (HA), temperature of black globe under sun (BNsol) and shade (BNsom) was measured every hour during the period of behavioural observation and recording. The thermal conditions of the environment (ET, Bnsol and Bnsom) registered indicate that the animals were under

high environmental heat load compared with the ranges of temperature reported as confort zone. Similar conditions were observed for HA, and the mean was higher than the levels reported as ideal. In both zones the animals looked for shade during the hours of highest heat load in every month (from 10 to 15 hours) but it was more evident in the animals located in the oriental zone. The tendency to look for shade in both zones was similar during the study but more evident in the oriental zone compared to animals raised on the coast. The animals of the coastal zone stood still and laid down under sun for longer periods as compared to the animals located in the oriental zone which remained standing and under shade for longer periods of time. The difference could be attributed to floor conditions, oceanity and continentality that influence the direction, wind speed and ET. The goal of these behavioural patterns of the animals was focused on regulation of heat gain and loss to maintain the normal internal temperature of the body. Due to the characteristics of the environment the animals from the oriental zone try to find more shade to reduce heat gain from direct sun radiation and lose heat by convective mechanism, while the animals located in the coast zone can dissipate heat by conduction and convection mechanisms by simply lying down to keep their thermal equilibrium.

(*Rev Biomed 2004; 15:17-26*)

Key words: Thermoregulation, thermoregulatory behaviour, confort, heat balance, thermal equilibrium, heat load, environmental thermal condition.

INTRODUCCIÓN.

La producción animal en general debe considerar actualmente como uno de los aspectos importantes el bienestar de los mismos, entendido esto como brindar a los animales todas las oportunidades para adaptarse a su ambiente (1-3). La conceptualización del bienestar de los animales se inicia desde los años 70's y en la última década se enfoca mayormente al establecimiento de los límites fisiológicos y productivos de los animales con indicadores científicos de medición del estrés, bienestar y sufrimiento de los animales dentro de los

Respuestas conductuales termorregulatorias en bovinos.

actuales sistemas de producción y en el análisis de los alojamientos o instalaciones pecuarias para la crianza de los animales (1, 4).

El estudio de la conducta de los animales domésticos que es el objeto de estudio de la Etología Aplicada, parte de la biología que estudia los patrones conductuales de los animales y su relación con el hombre (1). Ha tenido un avance considerable en las últimas décadas y por su importancia tiende a ser una de las disciplinas que conforman el cuerpo teórico práctico del médico veterinario y de aquellos involucrados en la producción animal, de modo tal que su estudio se ha convertido en un área esencial en los estudios tanto del bienestar animal en los actuales sistemas de producción como en el desarrollo de sistemas alternativos que tiendan a mantener altos niveles de producción y a la vez incrementado las condiciones de bienestar de los animales (1-5).

Se tienen grandes adelantos en el estudio del bienestar animal y reportes sobre las respuestas conductuales y fisiológicas de los animales en las regiones templadas en las que la mayoría concuerda que al incrementar la intensificación de la producción, se manifiestan más las condiciones de pobre bienestar y con ello conductas no normales en los animales que en muchas ocasiones presentan las denominadas genéricamente conductas aberrantes o estereotipadas y en algunos reportes se presenta el efecto de éstas en la producción animal (1, 2, 4, 6, 7, 20). Sin embargo, se dispone de escasa información reportada sobre los patrones conductuales y condiciones fisiológicas de bienestar animal en las regiones tropicales donde se observa una tendencia a la intensificación de la producción con los consecuentes problemas de bienestar animal. Uno de los factores ambientales que resulta particularmente importante es el clima, que se ha tratado de controlar por medio de la edificación de instalaciones con la creación de un microclima adecuado, sin embargo, éstas han sido basadas en diseños de regiones templadas que se basan en el aislamiento al frío y no a las condiciones térmicas altas, lo que provoca problemas en los animales en su fisiología y en su termorregulación (8-10).

Las condiciones climáticas en las zonas

tropicales imponen a los animales condiciones de estrés o tensión. El vocablo estrés es empleado en la literatura científica como de vulgo común, sin embargo, carece de una definición universalmente aceptada. Entre las definiciones que aparecen en la literatura se incluyen: respuesta puramente adaptativa del animal a un estímulo del medio externo; otros consideran que debe haber daño al organismo; y que debe haber algún tipo de sufrimiento físico o psicológico; otros lo entienden como una respuesta del organismo a un estímulo que de alguna manera perturba la homeocinesis del animal; los fisiólogos lo definen como cualquier estímulo que active el eje simpático adrenal con secreción incrementada de corticosteroides (11, 18, 19). El estrés provocado por las condiciones climáticas tropicales húmedas es el denominado estrés calórico provocado por las variables climáticas en las regiones cálidas y húmedas que en principio provocan la descarga simpático adrenal que se manifiesta en la baja producción de los animales en el trópico y que a diferencia de otras regiones es un estrés crónico y no agudo como en otras regiones del mundo (11-13).

El confort de los animales es parte del bienestar animal y se relaciona con las condiciones de microclima o ambiente físico donde se criarán los animales. Dentro de este concepto se incluye lo que se conoce como zona termoneutra o zona de confort que representa los límites de temperatura ambiente (TA) dentro de los cuales los animales no tienen problemas en la disipación térmica corporal, no interfiere con sus funciones fisiológicas, metabólicas y productivas por lo que manifiestan al máximo su potencial productivo genéticamente establecido (1, 11, 13-15).

La literatura concuerda en que el factor físico más importante es la TA. Sin embargo, se deberían considerar todas aquellas variables microclimáticas que afecten la disipación de calor del animal al ambiente, debiendo considerarse la humedad ambiental (HA), y la radiación solar directa e indirecta (12, 13). El conjunto de variables climáticas son unas de las determinantes de la producción animal, sobre todo en aquellos con alta producción en las regiones tropicales, que en muchos casos provocan altos niveles de estrés en algunas épocas del año. Los límites de

TA reportados como de confort para animales de tipo *táurido* van de 0 a 20 °C y para animales *índicus* de 10 a 27 °C, con 70% de HA en ambos casos, aunque se reportan diferencias entre razas, edad, estado fisiológico, sexo y variaciones individuales de los animales (12-16).

Una alternativa para reducir el efecto del clima es la disponibilidad de instalaciones que proporcionen un espacio de sombra suficiente para todos los animales ya que al eliminar el efecto de la radiación solar directa, se reduce el impacto térmico (8-10, 20). Se reporta en la literatura que el uso de estas instalaciones son necesarias en zonas donde el índice de radiación solar es alto, siendo la superficie de sombra recomendada de 4 a 4.5 m² por animal, buscando materiales aislantes, que absorban el calor y que emitan una baja radiación calórica (17).

Las respuestas de los animales al clima siguen una secuencia más o menos establecida, basada en el uso de la energía, iniciándose con aquellas que representan menor gasto energético seguida de otras más complejas que representan un gasto energético mayor y que repercuten en la producción animal.

La secuencia de respuestas en los animales ante estímulos de alta TA son, en primera instancia, las modificaciones en la conducta (aislamiento, cambios en la posición corporal, búsqueda de sombra, o búsqueda de superficies con temperatura inferior a la corporal). Todas las respuestas antes indicadas tienen como finalidad incrementar la posibilidad de disipación de calor al ambiente por los mecanismos sensibles (conducción, convección y radiación) e insensibles (evaporación). Se reporta en la literatura que la eficiencia de los mecanismos sensibles depende la existencia de un gradiente térmico entre el animal y su entorno, mientras que las pérdidas insensibles dependen de la HA. De aquí la importancia de mantener un ambiente físico que ofrezca al animal una diferencia térmica a favor de la disipación de calor sensible y mantener los promedios de HA dentro de los valores recomendados como aceptables para no entorpecer la disipación evaporativa, situación que es difícil de mantener en condiciones de trópico subhúmedo y húmedo (1, 12, 14, 17-19).

Si las respuestas conductuales no son suficientes para aminorar el efecto térmico ambiental, se activan los mecanismos fisiológicos como son la respuesta cardiovascular, y respiratoria, la baja en el consumo voluntario de alimento, entre otras, y metabólicos que son consecuencia de la secreción hormonal, de las cuales la más reportada es la referida a glucocorticosteroides. Ambas respuestas tienen como objetivo el mantener el balance calórico del animal. Si las respuestas fisiológicas y metabólicas no son suficientes, el animal llegará al fallo termorregulatorio que puede provocar la muerte del animal debido a la hipertermia, modificaciones en el balance -- equilibrio hidromineral y ácido básico (1, 12, 14, 15, 18, 19).

El objetivo del presente estudio fue determinar la respuesta conductual termorregulatoria del animal considerando la búsqueda de sombra y cambios en la posición corporal en dos zonas climáticas del estado de Yucatán.

MATERIALES Y MÉTODOS.

El estudio se realizó en cinco ranchos de bovinos de engorda con una población promedio de 120 animales cruzados (*Bos taurus x Bos indicus*) con sistemas de crianza semejantes, dos localizados en la zona costera con clima BS0 y tres en la zona oriente del estado con clima AW1. Todos los ranchos contaban con sombreaderos artificiales en los corrales con estructura de madera y techados con lámina de asbesto. A cada animal se le asignó una superficie vital y de sombra de 12 y 2 m² respectivamente .

Los datos de TA y HA se obtuvieron en el corral con un psicrómetro de honda, realizándose mediciones cada hora de las 6 a las 18 horas. La HA se obtuvo de los registros de la temperatura del bulbo seco y húmedo utilizando la tabla psicrométrica de Taylos Inc (1996).

El efecto de radiación térmica se determinó con los bulbos negros consistentes en una esfera de bronce pintada de color negro mate que lleva inserto un termómetro de laboratorio (-30 a 110°C). La radiación directa se midió con el bulbo negro expuesto al sol (BNsol) y la radiación térmica indirecta en las instalaciones con el bulbo negro a la sombra (BNsom).

Respuestas conductuales termorregulatorias en bovinos.

Se registraron las conductas de un animal en cada rancho en forma simultánea durante cinco días en los meses de julio, septiembre y noviembre empleando el método de registro continuo en hojas tabulares elaboradas para ello. El procedimiento de observación y registro de las conductas se realizó por parejas de observadores (uno llevando el tiempo y marcando la hoja y el otro indicando las conductas observadas). Cada hora las parejas de observadores cambiaban.

El etograma aplicado fue:

CONDUCTA OBSERVADA DEFINICIÓN

Parado a la sombra El animal se mantiene en cuadripedación dentro del sombreadero.

Parado al sol El animal se encuentra en cuadripedación fuera del sombreadero, expuesto a radiación solar directa.

Echado a la sombra El animal se mantiene en decúbito ventral bajo el sombreadero

Echado a al sol. El animal se mantiene en decúbito ventral fuera del sombreadero y expuesto a radiación solar directa.

RESULTADOS.

Los promedios de las condiciones microclimáticas por mes y del periodo de estudio se

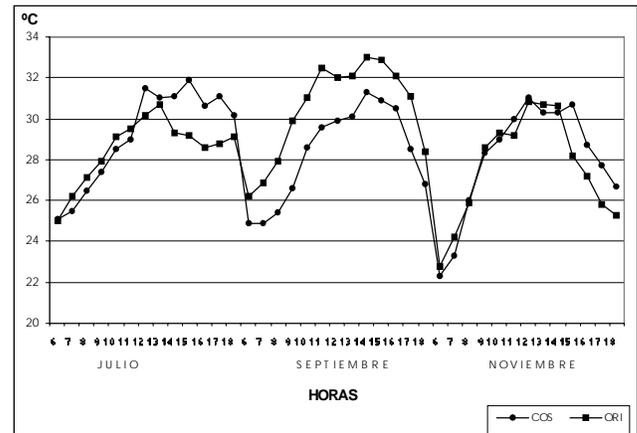


Figura 1.- Promedios por mes y hora de la temperatura ambiente en los ranchos de la zona costera (COS) y oriente (ORI) en el estado de Yucatán.

presentan en el cuadro 1. El promedio por mes y hora de TA se presenta en la figura 1, los que indican el efecto de radiación directa (BNsol) e indirecta (BNsom) se presentan en las figuras 2 y 3 respectivamente. Los promedios de HA aparecen en la figura 4. En todos los resultados microclimáticos obtenidos, indistintamente del mes, la condición térmica del ambiente fue superior a la reportada como termoneutra.

El tiempo promedio por hora de búsqueda y la permanencia en la sombra o expuesto al sol en la zona costera y oriente se presentan en las figuras 5 y 6, respectivamente. Los animales en ambas zonas buscaron la sombra en las horas en que la TA y la radiación solar eran más intensas, siendo los animales

Cuadro 1

Promedio y desviación estándar total y por mes de las variables microclimáticas obtenidas en la zona costera (COS) y oriente (ORI) del estado de Yucatán.

VARIABLE	JULIO		SEPTIEMBRE		NOVIEMBRE	
	COS	ORI	COS	ORI	COS	ORI
TA (°C)	29.1 ± 3.53	28.5 ± 3.67	28.3 ± 3.44	30.5 ± 2.80	28.0 ± 2.97	27.6 ± 3.13
HA (%)	85 ± 13.5	86 ± 12.8	90 ± 10.6	85 ± 7.6	80 ± 8.8	86 ± 10.3
BN sol (°C)	34.5 ± 7.77	32.0 ± 7.48	32.1 ± 6.64	33.8 ± 5.36	33.5 ± 6.39	34.7 ± 6.50
BN som	30.7 ± 4.42	29.3 ± 4.53	30.2 ± 5.03	31.4 ± 3.87	30.2 ± 3.81	29.5 ± 4.27

TA= temperatura ambiente (°C); HA= humedad ambiente (%); BN sol = bulbo negro al sol (°C)
BN som= bulbo negro sombra (°C).

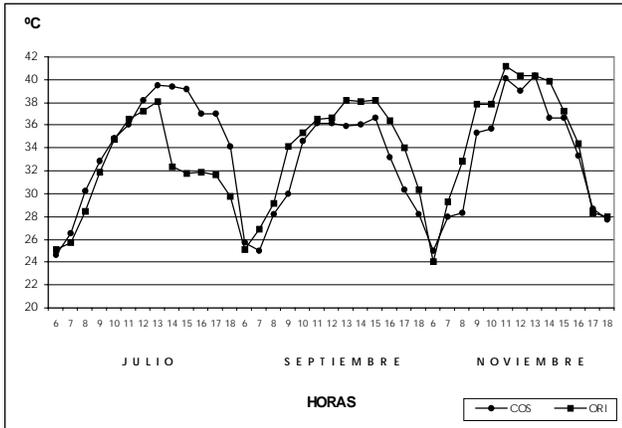


Figura 2.- Promedio por mes y hora de la temperatura de bulbo negro al sol en los ranchos de la zona costera (COS) y oriente (ORI) en el estado de Yucatán.

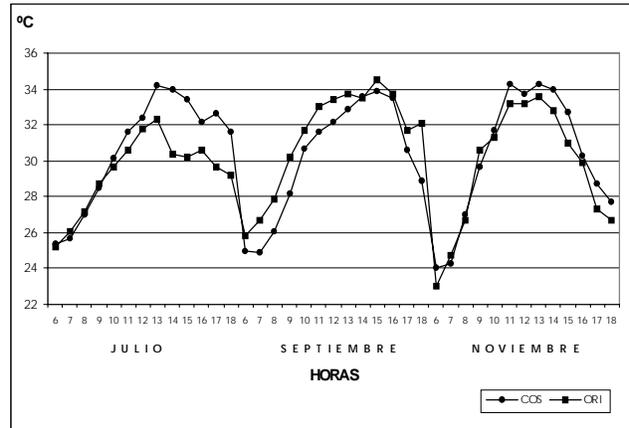


Figura 3.- Promedio por mes y hora de la temperatura de bulbo negro a la sombra en los ranchos de la zona costera (COS) y oriente (ORI) en el estado de Yucatán

de la zona oriente los que permanecieron el mayor tiempo en la sombra.

El tiempo promedio por mes y hora de permanencia de los animales al sol y a la sombra en la zona oriente y costera, se presentan en las figuras 7 y 8, se observó mayor tiempo de permanencia a la sombra en los animales criados en la zona oriente comparado con los de la zona costera.

El tiempo promedio de los cambios en la posición corporal sea al sol o la sombra en la zona costera y oriente se presentan en las figuras 9 y 10 respectivamente. No se observó una diferencia marcada entre el permanecer de pie o echados en los animales de ambas zonas, aún cuando el tipo de suelo era diferente (arena para la zona costera y tierra en la zona oriente).

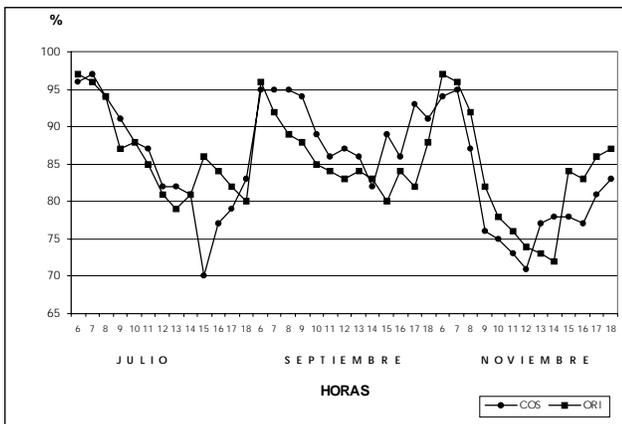


Figura 4.- Promedio por mes y hora de la humedad ambiente en los ranchos de la zona costera (COS) y oriente (ORI) en el estado de Yucatán.

DISCUSIÓN.

Los promedios total y mensual de la TA fueron superiores a los reportados en la literatura como zona de confort para animales cebuínos y tauridos. Al analizar el efecto de la radiación térmica tanto directa como indirecta (BNsol y BNsom) se observó un incremento aun mayor en la condición térmica ambiental, alejándose del límite superior de la zona de confort (cuadro 1) (12-16). Estos promedios indican que los animales incrementaron los mecanismos para reducir la ganancia de calor y facilitar las pérdidas sensibles (conducción convección y radiación) e insensibles (evaporativa cutánea y respiratoria) al ambiente. El promedio de HA registrado en el periodo de estudio también fue superior a lo reportado como aceptable en la literatura,

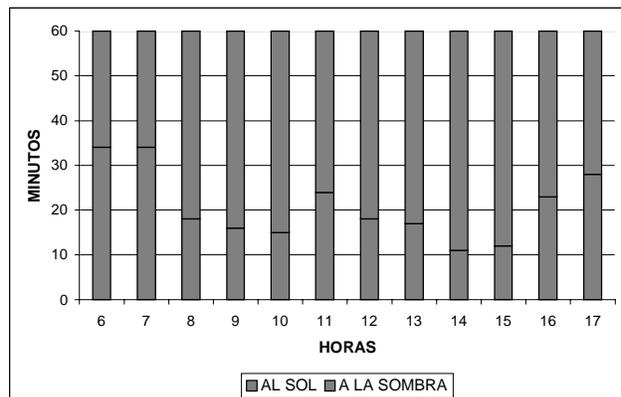


Figura 5.- Promedio por hora de muestreo en minutos al sol y a la sombra de bovinos cruzados *Bos taurus x Bos indicus* criados en la zona oriente del estado de Yucatán.

Respuestas conductuales termorregulatorias en bovinos.

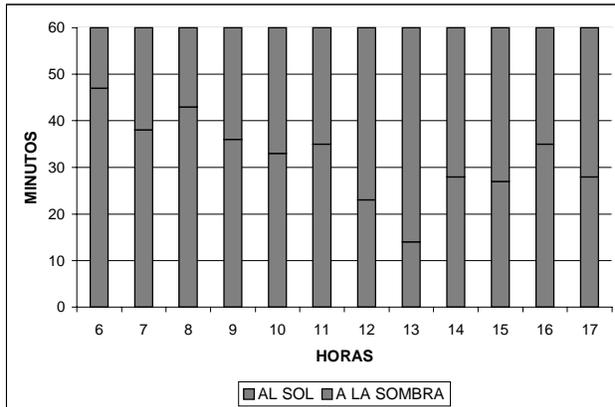


Figura 6.- Promedio por hora de muestreo al sol y a la sombra de bovinos cruzados *Bos taurus x Bos indicus* criados en la zona costera del estado de Yucatán.

lo que indica que la posibilidad de pérdida insensible fue menor, lo que sugiere problemas en la disipación de calor del animal al ambiente (12-16).

Los valores promedio por mes indican una diferencia mínima en las variables microclimáticas registradas en ambas zonas geográficas, estando siempre por arriba de los límites considerados como termoneutros tanto para taurinos como cebuínos. Situación similar se observó para la HA (12-15) como consecuencia de la época del año que es la transición del verano hacia el otoño.

Las variaciones en las condiciones del microclima por mes y hora muestreados indican fluctuaciones semejantes en ambas zonas. Los animales se encontraron dentro de los límites de zona de confort

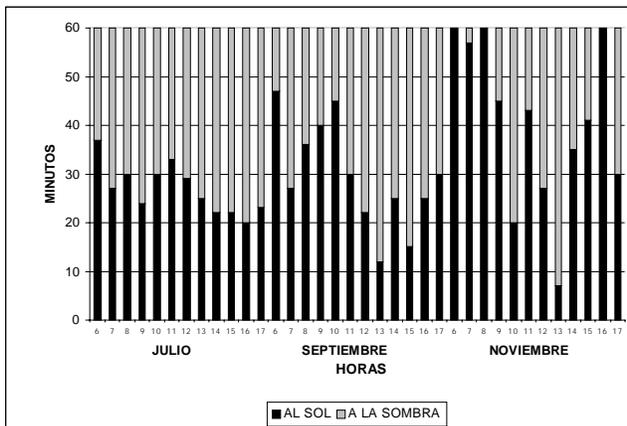


Figura 8.- Promedio por mes y hora de la conducta de permanecer al sol o a la sombra en bovinos cruzados *Bos taurus x Bos indicus* criados en la zona costera del estado de Yucatán.

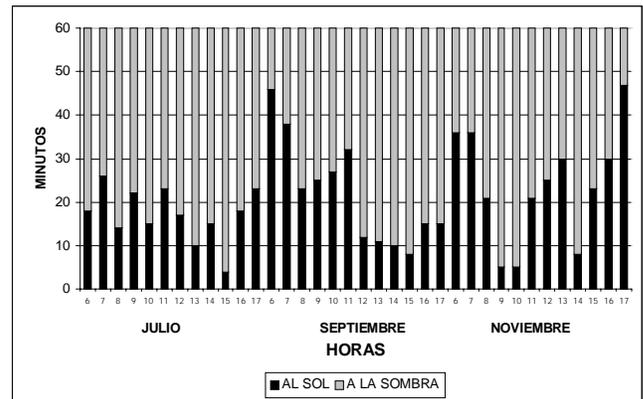


Figura 7.- Promedio por mes y hora de muestreo de la conducta de permanencia al sol o a la sombra en bovinos cruzados *Bos taurus x Bos indicus* criados en la zona oriente del estado de Yucatán.

durante las horas tempranas del día (6 a 9 de la mañana) en los tres meses muestreados, lo que permite suponer que los animales se encontraban bajo condición de confort durante toda la noche, lo que representa una ventaja para éstos ya que durante ese tiempo pudieron disipar el calor acumulado a lo largo del día (12-16). La condición térmica ambiental se incrementó hasta llegar al punto más alto entre las 13 a 15 horas para declinar nuevamente hacia las 18 horas (figuras 1, 2 y 3). Los promedios de HA siguieron una curva inversa a la de la TA, registrándose los promedios más altos en horas tempranas de la mañana y los más bajos a la hora pico de TA, siendo esto favorable para la pérdida evaporativa de calor (12-15). Los valores promedio para las dos zonas fueron

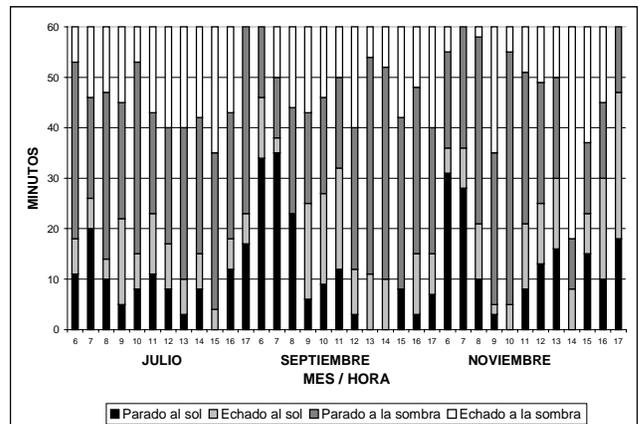


Figura 9.- Promedio por mes y hora de la conducta termorregulatoria de estar al sol o a la sombra y el permanecer parado o echado en bovinos cruzados *Bos taurus x Bos indicus* criados en la zona oriente del estado de Yucatán.

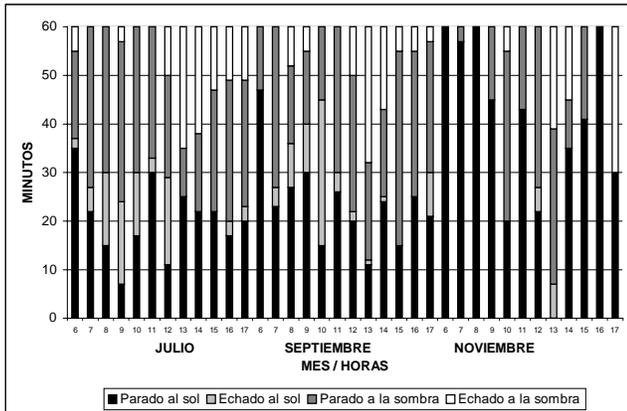


Figura 10.- promedio por mes y hora de la conducta termorregulatoria de estar al sol o a la sombra y el permanecer parado o echado en bovinos cruzados *Bos taurus x Bos indicus* criados en la zona costera del estado de Yucatán.

mayores en el mes de septiembre debido a una mayor precipitación pluvial con respecto a julio y noviembre (figura 4).

La condición térmica ambiental impuso diferentes niveles de estrés térmico a los animales en las diferentes horas de muestreo. Como consecuencia del incremento térmico microclimático se dificultó la pérdida de calor sensible (convección, conducción y radiación) de los animales al ambiente. Efecto debido a la reducción del gradiente térmico o diferencia térmica entre el animal y su entorno (8, 11-15); bajo esta condición, el elemento favorable en la disipación de calor al ambiente fue la HA, cuyo porcentaje disminuye conforme la condición térmica se incrementa, hecho que favorece la disipación térmica por evaporación cutánea y respiratoria que es dependiente de la HA, guardando una relación inversamente proporcional. Aun así, la disminución en el porcentaje alcanzó el 70%, que es el parámetro reportado como aceptable siempre y cuando del animal se encuentre dentro de la zona termoneutra (12, 14, 17-19).

Los cambios en las condiciones microclimáticas provocaron modificaciones en la conducta de los animales al buscar la sombra, con diferencias en el tiempo de estancia bajo el sombreadero o expuestos al sol, en las dos zonas geográficas, siendo la búsqueda de sombra una de las primeras conductas termorregulatorias del animal debido a que es una respuesta cuyo costo energético es bajo comparado

con los cambios fisiológicos o metabólicos (1, 17-19). Por otro lado, el animal pudo buscar la sombra por aprendizaje, lo que permitió responder con base en experiencias previas, por facilitación social o imitación de la conducta manifiesta por otros animales (1, 7, 20).

La disponibilidad de sombra para los animales en los corrales y en el potrero, es una de las formas en que se puede proporcionar una alternativa para acoplarse al medio ambiente ya que crea una situación de confort como parte del bienestar animal (1-3). La superficie de sombra destinada por animal estuvo por debajo de lo recomendado en la literatura consultada (8-10, 17, 20).

Se debe considerar que son pocas las unidades de producción bovina en el estado que disponen de este tipo de instalaciones para los animales debido al desconocimiento de los productores acerca de los problemas que los animales enfrentan ante los estímulos térmicos ambientales, los cambios fisiológicos y metabólicos provocados como respuesta a dichos estímulos y el efecto en los indicadores productivos generados por los cambios fisiológicos y metabólicos (8-10, 17, 20).

Los promedios de tiempo de estancia de los animales expuestos al sol fue mayor en la zona costera comparada con los de la zona oriente (figuras 5 y 6). En la zona costera, los animales pasaron más de 30 minutos expuestos al sol de las 6 a las 11 horas y de 16 a 17 horas (gráfica 5), mientras que los de la zona oriente permanecieron más de 30 minutos expuestos al sol sólo de 6 y 7 de la mañana y el resto de las horas muestreadas buscaban preferentemente permanecer a la sombra (figura 6). Las conductas indicadas se presentaron sin que haya un cambio mayor en las condiciones térmicas ambientales de ambas zonas. Esta respuesta se debió probablemente a la oceanidad y al efecto del viento, que es más manifiesto en la zona costera que en la zona oriente y fue una variable no medida.

Los animales en ambas zonas geográficas permanecieron la mayor parte del tiempo bajo sombra de 12 a 14 horas cuando la TA era superior a los 29°C, siendo el efecto más notorio en los animales de

Respuestas conductuales termorregulatorias en bovinos.

la zona oriente que en los de la zona costera. El hecho de que los animales buscaron la sombra a partir de esta TA concuerda con lo reportado en la literatura respecto a la zona de confort cuyo límite superior es de 27°C (1, 4, 7, 12, 14, 15, 20).

Los períodos de estancia de los animales al sol y a la sombra en los meses de muestreo fueron diferentes. Los criados en la zona oriente en el mes de julio permanecieron a la sombra la mayor parte de las horas de observación. En los meses de septiembre y noviembre, sólo permanecieron al sol en las horas muy tempranas de la mañana y de la tarde (figura 7). Respecto a los animales criados en la zona costera los resultados indican que aparentemente les es indistinto permanecer al sol o a la sombra y sólo permanecieron la mayor parte del tiempo bajo el sombreadero en las horas de elevada condición térmica ambiental (figura 8).

El tiempo de permanencia de los animales bajo sombra concuerda con las horas pico de TA y BNsol (figuras 1 y 2), lo que indica un alto efecto de la radiación solar directa, cuyos valores promedio fueron semejantes en ambas zonas geográficas. Lo anterior provocó que los animales evitaran su efecto buscando el sombreadero. La importancia de los sombreaderos se evidencia en que la condición térmica registrada bajo esta instalación con el BNsom respecto al del BNsol presentan una diferencia de 8°C (figura 2 y 3).

Los resultados de las conductas obtenidas son difíciles de explicar considerando: que la condición térmica ambiental fue semejante en ambas zonas, que los animales monitoreados eran cruza de *taurus x indicus*, que existió la misma posibilidad de buscar la sombra y que la superficie asignada de sombra a los animales fueron semejantes. Por lo cual no se puede atribuir el efecto a dominancia de los animales ya que todos tuvieron la misma oportunidad de obtener el satisfactor (1, 17, 20).

En cuanto a la posición corporal, los animales permanecieron mayor tiempo parados sea al sol o a la sombra en ambas zonas geográficas (figuras 9 y 10). La razón por la cual los animales permanecieron la mayor parte del tiempo de pie, se debió a que en esta posición expusieron una mayor superficie corporal

al aire, y con ello disiparon más calor por el mecanismo convectivo, aunado al hecho de que al permanecer parados a la sombra se evitó la radiación solar directa y permitió en cierta medida la disipación de calor por radiación (4, 6, 14, 16).

Los animales criados en la zona costera contaban con piso de arena, que dadas las características térmicas, la textura y su color resultaron favorables. Respecto a la característica térmica de la arena, ésta tiende a calentarse mientras reciben la radiación solar pero disipa el calor rápidamente por la tarde y noche, lo que propicia que al permanecer el animal echado, se favorezca la disipación de calor por conducción. Así mismo, la textura de la arena permite una rápida filtración del agua, lo que reduce la posibilidad de encharcamientos y tiende a mantenerse seco el suelo, reduciéndose la HA. El color claro de la arena refleja la radiación lo que reduce la absorción calórica.

En la zona oriente, la situación fue diferente ya que el piso era de tierra mezclada con las deyecciones de los animales propiciando la formación de lodazales lo cual impidió que los animales se echaran ya que prefieren hacerlo en piso seco, además de que esta situación incrementó la HA debido a la evaporación. El color oscuro de la tierra absorbe mayor cantidad de calor comparado con la arena, que sumado a que el calor absorbido se disipa más lentamente mantiene la TA alta durante mayor tiempo (1, 4, 7).

CONCLUSIONES.

La condición térmica ambiental estuvo siempre por arriba de los valores considerados como zona de confort de los animales tanto en la zona oriente como en la costera. Sin embargo, los animales manifestaron la conducta termorregulatoria de búsqueda de sombra en forma variable, siendo mayor en los animales criados en la zona oriente comparada con los criados en la zona costera. Los últimos emplearon la sombra en forma mayoritaria sólo en las horas de alta condición térmica ambiental, mientras que los de la zona oriente permanecieron la mayor parte del tiempo bajo el sombreadero a lo largo del día. Los animales criados en la zona oriente tendieron a permanecer mayormente parados y bajo el sombreadero con la finalidad de

favorecer la disipación de calor por convección y para evitar la radiación solar directa, mientras que a los criados en la zona costera les resultó indistinta la posición corporal.

REFERENCIAS.

- 1.- Fraser AF, Broom DM. Farm animal behaviour and welfare. 3a ed. London: Baillière Tindall; 1990.
- 2.- Rollin BE. Animal welfare, animal rights and swine production. Proceedings of potpourri du pork Seminar, Shakesteare, Ontario; November 1996.
- 3.- Paranhos da Costa Mateus JR. Ambiencia na poruçoão de bovinos de corte a pasto. En: Anais de Etología. Cristina V. Santos y Mauro L. Vieira, editores. Anais do XVIII Econtro Anual de Etología, Florianópolis Brasil; 2000. p. 26 – 42.
- 4.- Rushen J. An overview of farm animal behaviour and its applications. Animal Science Research and Development: Moving toward a New Century. En M. Ivan Editor. Minister of Supply and Services. Ottawa, 1995: 46 - 59.
- 5.- Institute for animal science and health. ID Leysland, The Netherlands. (<http://www.id.dlo.nl/welfare/>); 1998.
- 6.- Van Putten G. (1990). The role of behavioural science in animal welfare, in teaching and practical applications. En Deutsch Tierarztl Wochenschr 1990; 97: 225-8.
- 7.- Grandis T. Handling and processing of feedlot cattle. En Cattle Feeding: A Guide to Management. Albin, Robert C. y Thompson G. B. Editores. Texas USA: Trafton Printing. 1990: 21 - 46.
- 8.- Doane's Agricultural Report. Diseño de Corrales Eficientes. Agricultura de las Américas 1980; 10:10 - 64.
- 9.- Gasque GR. Alojamiento e Instalaciones Lecheras. 3a ed. México: CECSA; 1987. p. 1 - 50.
- 10.- Ewing SA, Lay DC, Borell EV. Farm animal Wellbeing: The Stress Physiology, Animal Behaviour and Environmental Design. New Jersey: Prentice Hall, 1999; p. 203 - 50.
- 11.- Hötzel MJ, Piheiro Machado LC. Filio. Estresse, factores estressores e ben estar na criação animal. Anais de Etología. Cristina V. Santos y Mauro L. Vieira, editores. Anais do XVIII Econtro Anual de Etología, Florianópolis Brasil; 2000. p. 25.
- 12.- Johnson HD. Bioclimate effects on growth, reproduction and milk production of livestock. En Johnson HD editor. Bioclimatology and Adaptation of Livestock. World Animal Science B - 5. Amsterdam: Elsevier Scientific Publication; 1987. p. 2 - 26.
- 13.- De Dios Vallejo O. Ecofisiología de los bovinos en sistemas de producción del trópico húmedo. México; Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; 2000. p. 28 -59.
- 14.- Mount LE. Adaptation to thermal environment: man and his productive animals. London: Edward Arnold; 1979.
- 15.- NRC (National Research Council). Effect of environment on nutrient requirements of domestic animals. Washington: National Academy Press; 1981. p. 1 - 47.
- 16.- Smith, AJ. Environmental physiology. Notas de la Maestría en Ciencia animal Tropical, Edimburgo, Escocia s/a.
- 17.- Brouk MJ, Smith JF, Hamer JP. III Instalaciones para ganado lechero en climas cálidos. En Memorias de la XI Reunión Internacional sobre Producción de Carne y Leche en Climas Cálidos. Mexicali: Instituto de Ciencia Agrícola. Universidad Autónoma de Baja California; 2001. p. 39 - 49.
- 18.- Castaño-Bello H. Control y Regulación de la temperatura corporal. En García-Sacristán A, Castejón-Montijano F, de la Cruz-Palomino L F, González-Gallego J, Murillo-López de Silanes MD, Salido-Ruiz G Editores. Fisiología Veterinaria. Madrid: McGraw Hill Interamericana; 1995. p. 1015 - 26.
- 19.- Cunningham JG. Fisiología Veterinaria. México: McGraw Hill-Interamericana; 1999. p. 711 - 724.
- 20.- Granding T. The effect of previous experiences on livestock behaviour during handling. Agri – Practice 1993; 14:15 - 20.