

*Rev Biomed 2001; 12:112-121.*

***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.***

**Artículo Original**

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

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

**RESUMEN.**

**Introducción.** Se realizó el estudio para determinar la relación entre la condición ambiental y las variables fisiológicas (temperatura rectal y frecuencia respiratoria) en bovinos cruzados cebú x europeo en los meses de julio, septiembre y noviembre de 1998.

**Material y métodos.** Para ello se estudiaron cinco ranchos, dos localizados en la zona costera con clima BS<sub>0</sub> y tres en la zona oriente con clima regional AW<sub>1</sub>. En cada uno se seleccionaron cinco animales, se realizó la toma de las variables fisiológicas a las 6, 10, 14 y 18 horas. Se determinó la temperatura, humedad, temperatura de bulbo negro al sol y sombra cada hora de las 6 a las 18 horas.

**Resultados.** Los resultados indican una diferencia en las condiciones térmicas del ambiente en ambas regiones, así como en la frecuencia respiratoria y temperatura rectal. Los cambios en la condición ambiental, provocaron cambios en las variables fisiológicas. Los cambios microclimáticos por hora

aparentemente tuvieron efecto sobre las variables fisiológicas de los animales criados en ambas regiones. Se observó una relación entre los cambios en la condición ambiental por mes y hora con las variables fisiológicas. De las dos zonas geográficas únicamente los animales criados en la zona oriente rebasaron los límites normales en la frecuencia respiratoria.

**Discusión.** Esta variación sugiere que el animal pone en marcha el proceso de disipación térmica evaporativa como compensación a la reducida eficiencia de pérdida de calor sensible, lo que le permite mantener la temperatura corporal dentro de los límites fisiológicos. (*Rev Biomed 2001; 12:112-121*)

**Palabras clave:** Bovinos, condición ambiental, balance calórico, bulbo negro, termorregulación.

**SUMMARY.**

**Environmental conditions and their effects on**

*Solicitud de sobretiros: M.C. Javier Yokoyama-Kano, Area de Ciencias Básicas, Fac. de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán, Km. 15.5 Carr. Mérida-Xmatkuil, Apdo. Postal 4-116 Itzimmá, C.P. 97100, Mérida, Yucatán, México. Tel. (9) 942-43-00 Fax: (9) 942-32-05 Recibido el 16/Nov/1999. Aceptado para publicación el 22/Nov./2000.*

Este artículo está disponible en <http://www.uady.mx/~biomedic/rb011224.pdf>

**Vol. 12/No. 2/Abril-Junio, 2001**

**rectal temperature and respiratory rate in crossbreed bovines (*Bos taurus* x *Bos indicus*) of Yucatán, Mexico.**

**Introduction.** This study was carried out to determine the relationship between the environmental temperature and humidity and the physiological variables (rectal temperature and respiratory rate) in crossbreed bovines during the months of July, September and November of 1998.

**Material and methods.** Five farms were studied, two from the coastal zone with climate BS<sub>0</sub> and three from the eastern with local climate AW<sub>1</sub>. Five animals from each farm were randomly selected to measure their physiological variables at 6, 10, 14 and 18 hours. Temperature, humidity and black globe temperatures in the sunlight and in the shade were determined hourly from 6 to 18 hours.

**Results.** Results indicate a difference in the environmental thermal conditions in both regions, as well as in the respiratory rate and rectal temperature. The changes in the environmental conditions caused variations in the physiological constants. The microclimatic changes per hour apparently had an effect on the physiological variables of the animals from both regions. A relationship was observed between the environmental conditions per month, hour and the physiological variables. Only the animals raised in the east of the state were above the normal limits in respiratory rate and rectal temperature.

**Conclusion.** These variations suggest that the animal activates the mechanism of respiratory evaporative thermal dissipation to compensate the reduced efficiency of sensible heat loss, this mechanism permits the animal to keep its body temperature within the physiological limits.

(*Rev Biomed* 2001; 12:112-121)

**Key words:** Bovines, environmental thermal condition, heat balance, black globe temperature, thermoregulation, physiological constants.

**Revista Biomédica**

**INTRODUCCIÓN.**

Considerada como una de las actividades pecuarias de mayor importancia, la ganadería bovina contribuye a satisfacer la demanda de proteína de origen animal. Sin embargo, su desarrollo se ha visto limitado por una serie de factores. Se reconoce que las condiciones climatológicas, son una de las principales causas, especialmente en las regiones tropicales. Una alternativa de reducir el efecto macroclimático, que son "las condiciones climáticas de la región donde se establece la unidad de producción" (1), es la creación de un microclima adecuado para aminorar el efecto adverso sobre los animales. El microclima "son las condiciones físicas que rodean al animal dentro de una unidad de producción" que incluyen la temperatura ambiental, la humedad y la radiación calórica (1,3). La radiación calórica se reporta como la temperatura de bulbo negro a la sombra, que indica la radiación calórica indirecta; la temperatura del bulbo negro al sol es indicativo de la radiación calórica directa sobre las instalaciones pecuarias (3, 4).

Uno de los objetivos de las instalaciones es reducir el efecto de las condiciones macroclimáticas para crear condiciones físicas aceptables, lo que se denomina zona termoneutra, que son "los límites de temperatura ambiental dentro del cual, el calor normal generado para mantenimiento y de los procesos productivos están en situación no estresante, no hay problemas en la pérdida de calor y el animal manifiesta al máximo su potencial productivo genéticamente establecido" (2, 3). Los límites de zona termoneutra reportados en la literatura van de los 0 a 25°C para animales tipo *táurido* y de 10 a 27°C para *índicus* o cebuínos (1, 3, 8). Se considera como aceptable 70% de humedad ambiental, siempre y cuando la temperatura esté dentro de la zona termoneutra (1, 3, 8, 9). Se indica además que es recomendable que a mayor temperatura ambiente, la humedad se mantenga en un porcentaje menor al considerado previamente (3-5, 8, 9).

La relación entre la temperatura y la

***Condición ambiental, temperatura rectal y frecuencia respiratoria en bovinos.***

humedad ambiental son importantes desde el punto de vista del balance calórico del animal que es “la relación entre la ganancia o génesis de calor contra la pérdida de calor al ambiente” (2, 3, 5, 6). Si el animal ha de mantener su temperatura corporal dentro de límites fisiológicos, la relación entre la ganancia y la pérdida de calor debe ser cero, situación que se tiene al estar el animal en la zona termoneutra (1, 3, 5).

Se tiene escasa información de las respuestas de los animales a las condiciones tropicales incluyendo el estado de Yucatán, por lo que se han aplicado los valores paramétricos reportados en la literatura de zonas templadas, siendo necesario generar los parámetros aplicables a las condiciones tropicales subhúmedas (4).

Los cambios fisiológicos termorregulatorios de los animales pueden provocar una baja en producción. Entre las respuestas reportadas con mayor frecuencia se tienen: desvío de la energía hacia el mantenimiento de la temperatura corporal a través de la activación de sistemas corporales con fines termorregulatorios, modificación en el ritmo de secreción hormonal que modifica los índices metabólicos, reducción en el consumo de alimento, con la consecuente disminución en la ganancia de peso y reducción en la producción de carne (2-7).

Una de las alternativas más simples para establecer la susceptibilidad de los animales a la condición ambiental es la toma de temperatura rectal cuyos límites fisiológicos van de los 38 a 39.5°C (10-13) y frecuencia respiratoria cuyos límites fisiológicos van de los 10 a 30 ciclos respiratorios por minuto (10-13), como indicativo del balance calórico del animal (2, 3).

El objetivo del presente trabajo fue determinar la relación entre la condición ambiental microclimática en dos zonas geográficas del estado de Yucatán, México y su efecto en la temperatura rectal y frecuencia respiratoria en animales *Bos indicus* x *Bos taurus* como indicadores de la eficiencia de pérdida de calor corporal.

**MATERIALES Y MÉTODOS.**

El estudio se realizó en cinco ranchos con infraestructura, genotipo y sistema de crianza semejantes, dos localizados en la zona costera y tres de la zona oriente.

Para la obtención de los datos de temperatura ambiente y humedad ambiente se empleó un psicrómetro de honda, se realizaron mediciones cada hora de las 6 a las 18 horas.

El efecto térmico de la radiación calórica, se determinó con el uso del “bulbo negro” que consiste en una esfera metálica de color negro mate con un termómetro. La radiación directa se midió colocando un bulbo negro al sol y la indirecta con uno a la sombra (4). Obteniéndose datos cada hora de las 6 a las 18 horas.

Para obtener los datos fisiológicos, en cada rancho se muestrearon cinco animales aparentemente sanos, siendo animales de la misma edad, sexo, color, genotipo y etapa productiva.

La frecuencia respiratoria se determinó por el conteo de los movimientos de la caja torácica durante un minuto, a las 6, 10, 14 y 18 horas.

La temperatura corporal se determinó por vía rectal con el uso de un termómetro clínico veterinario, a las mismas horas indicadas para la frecuencia respiratoria.

Los datos se analizaron utilizando medidas de tendencia central.

**RESULTADOS.**

Los promedios y desviaciones estándar de las dos zonas en cuanto a la condición microclimática se presentan en la cuadro 1. Los resultados obtenidos indican que los cambios por hora son semejantes en ambas zonas y que la temperatura y humedad del ambiente están por arriba de los límites considerados como zona termoneutra para bovinos que van de 10 a 27°C para la temperatura ambiente y de 70% en la humedad ambiente.

Los cambios por mes y hora de las variables microclimáticas se presentan en las figuras 1, para

la temperatura ambiental, 2, para la humedad ambiental, 3, para la temperatura del bulbo negro al sol y 4, para la temperatura del bulbo negro a la sombra.

Los cambios de la temperatura ambiente, temperatura del bulbo negro al sol y sombra mostraron que en el mes de julio, los promedios fueron más altos en la zona costera que en la zona oriente debido ello a la mayor precipitación pluvial presente en ese mes mientras que para los meses de septiembre y noviembre la zona oriente presenta promedios más altos comparados con la zona costera, siendo mayores las diferencias en el mes de septiembre y menores en noviembre (figuras 1, 2 y 3).

La humedad ambiental sigue una curva inversa a la de las temperaturas, con porcentajes altos en las horas de menor temperatura ambiente y porcentajes menores a las horas pico de temperatura ambiente (figura 4).

Los promedios de la temperatura rectal y frecuencia respiratoria por hora de muestreo y total de los animales, se presentan en el cuadro 2. Los cambios por mes y hora se presentan en las figuras 5 y 6.

El promedio total de la temperatura rectal de los animales de la zona oriente fue superior a la de los animales de la costa (cuadro 2). Los cambios en las horas de muestreo, presentan poco cambio en los animales muestreados en la zona oriente estando cercanos al límite considerado fisiológico normal y salen de él a las 14 horas (cuadro 2). Los promedios por mes y hora muestran poco cambio entre las horas estando los valores cercanos al límite superior considerado fisiológico normal y salen de él en el mes de septiembre (figura 5). En los animales criados en la zona costera, los cambios en los promedios son mayores en las horas de muestreo pero no salieron de los límites fisiológicos normales en ninguno de los meses.

La frecuencia respiratoria de los animales criados en la zona oriente tuvo un promedio total superior y por arriba del límite fisiológico normal

comparado con los de la zona costera (cuadro 2). Los cambios a las horas de muestreo, muestran poco cambio en el promedio en los animales de la zona costera y dentro de límite fisiológico normal, mientras que los de la zona oriente presentan grandes cambios y por mucho arriba de los límites fisiológicos (cuadro 2). Los cambios en esta variable fisiológica por mes y hora presentan cambios que siguen a los de la temperatura rectal de los animales, siendo los cambios en los meses y horas muestreadas menores en los animales criados en la zona costera comparada con los de la zona oriente que presentan grandes cambios y siempre por arriba de los límites fisiológicos establecidos para la especie bovina (figura 6).

## DISCUSIÓN.

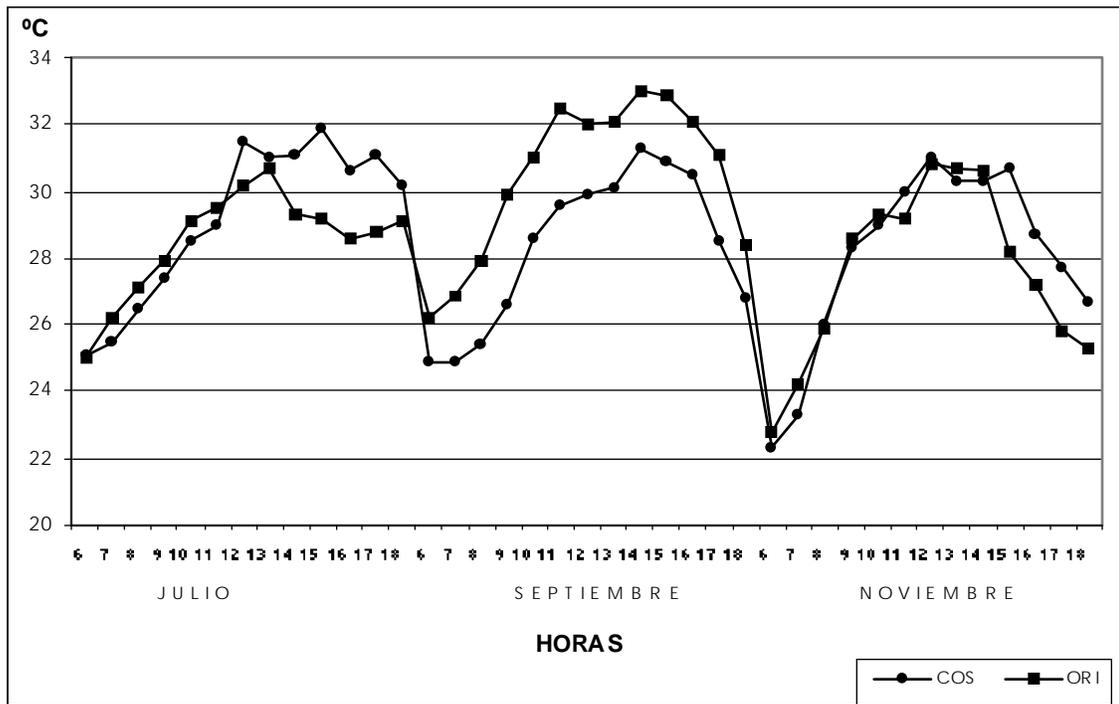
Los valores promedio totales de las variables microclimáticas obtenidas (cuadro 1), indican que durante el periodo diurno los animales se encontraron en un microclima cuya temperatura estuvo por arriba de los límites reportados en la literatura como aceptables para bovinos., que van de 5 a 20°C para *tauridos* y de 10 a 27°C para *indicus*. (2-4).

El promedio total de la temperatura ambiente fue ligeramente superior en la zona

**Cuadro 1**  
**Promedio ( $\bar{x}$ ) y desviación estándar (DE) de las variables climáticas de los tres meses de observación en la zona costera (n = 19) y en la zona oriente (n = 33).**

Variable ( $\bar{x} \pm DE$ )	Zona Costera	Zona Oriente
Temperatura ambiente (°C)	28.6 $\pm$ 3.43	29.0 $\pm$ 3.43
Temperatura de bulbo negro al sol (°C)	33.3 $\pm$ 7.16	33.4 $\pm$ 6.59
Temperatura de bulbo negro a la sombra (°C)	30.4 $\pm$ 4.59	30.1 $\pm$ 4.59
Humedad relativa (%)	86 $\pm$ 12.0	85 $\pm$ 10.6

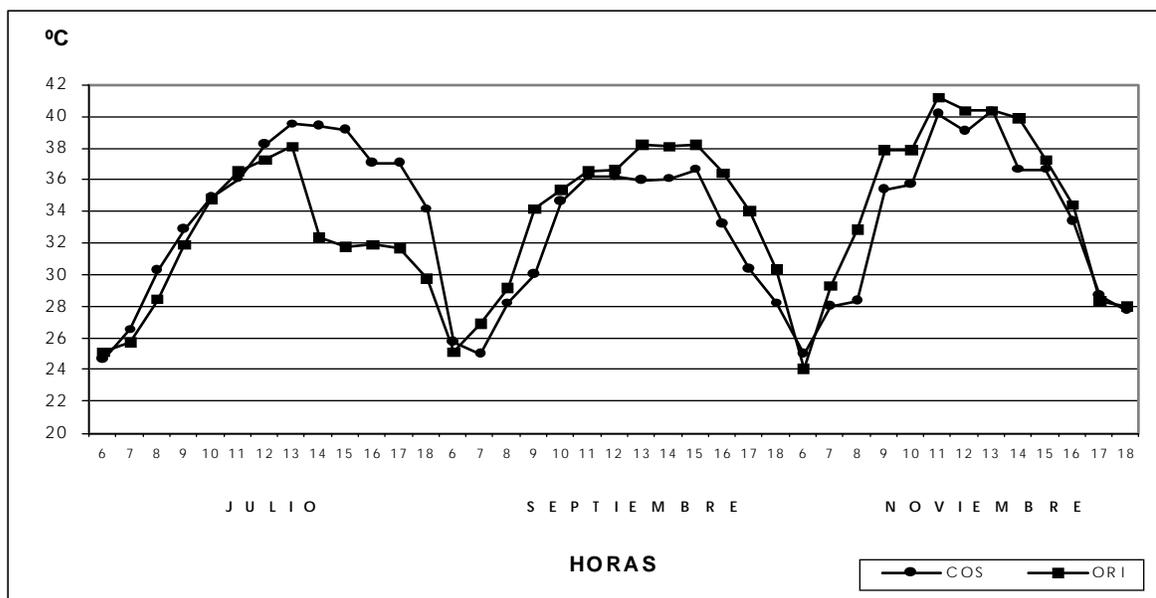
*Condición ambiental, temperatura rectal y frecuencia respiratoria en bovinos.*



**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.

oriente respecto a la zona costera, debido ello a que en la costa se tiene mayor efecto de la oceanidad, lo que reduce la temperatura ambiente por la brisa marina, en tanto que en la zona oriente se tiene mayor efecto de viento de tierra lo que

propicia el calentamiento por arrastre del calor convectivo del suelo (2, 4, 7). Los valores promedio total de la temperatura de los bulbos negros al sol y a la sombra indican una ganancia de calor debida a la radiación solar directa e



**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.

A Alzina-López, JC Farfán-Escalante, ER Valencia-Heredia, J Yokoyama-Kano.

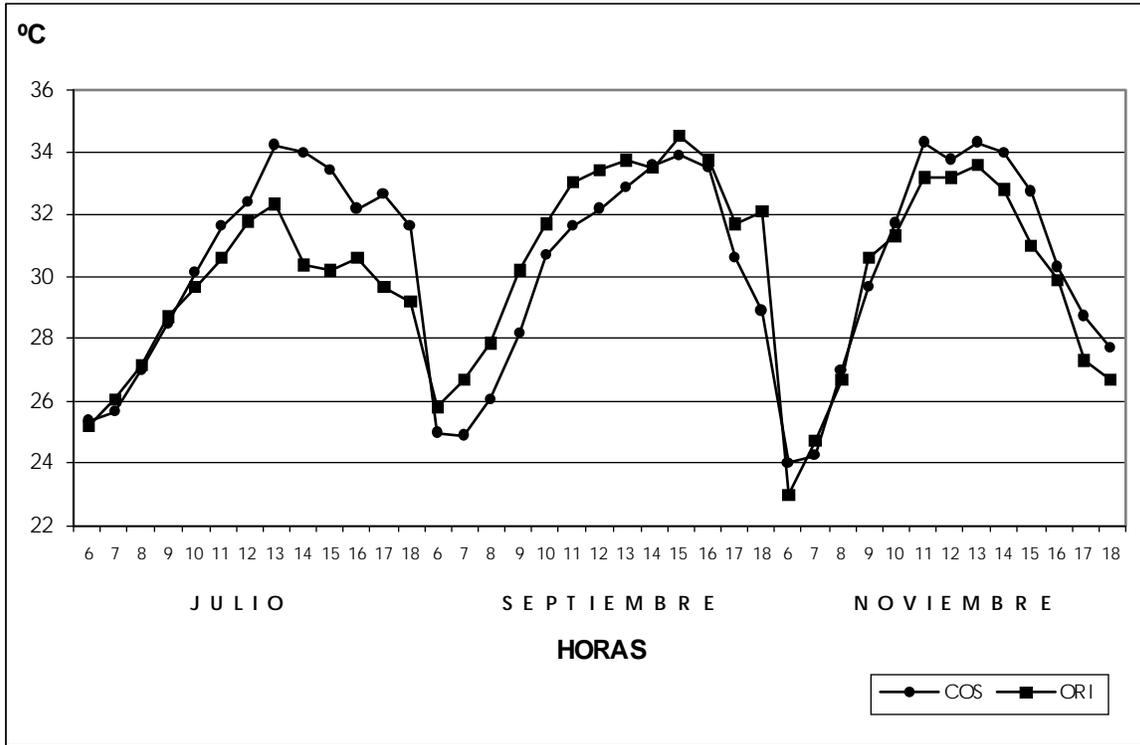


Figura 3.- Promedio por mes y hora de la temperatura de bulbo negro a la sombra en los ranchos de la zona costera (COS) y oriente (ORI) en el estado de Yucatán.

indirecta respectivamente, siendo que en la zona costera el promedio del bulbo negro al sol superior en 5.3°C a la temperatura ambiente, en tanto que en la zona oriente la diferencia fue de 4.4°C

(cuadro 1). Las diferencias antes indicadas son debidas a que el bulbo negro al sol registra los valores sumatorios de la temperatura del ambiente, la radiación solar directa y la radiación

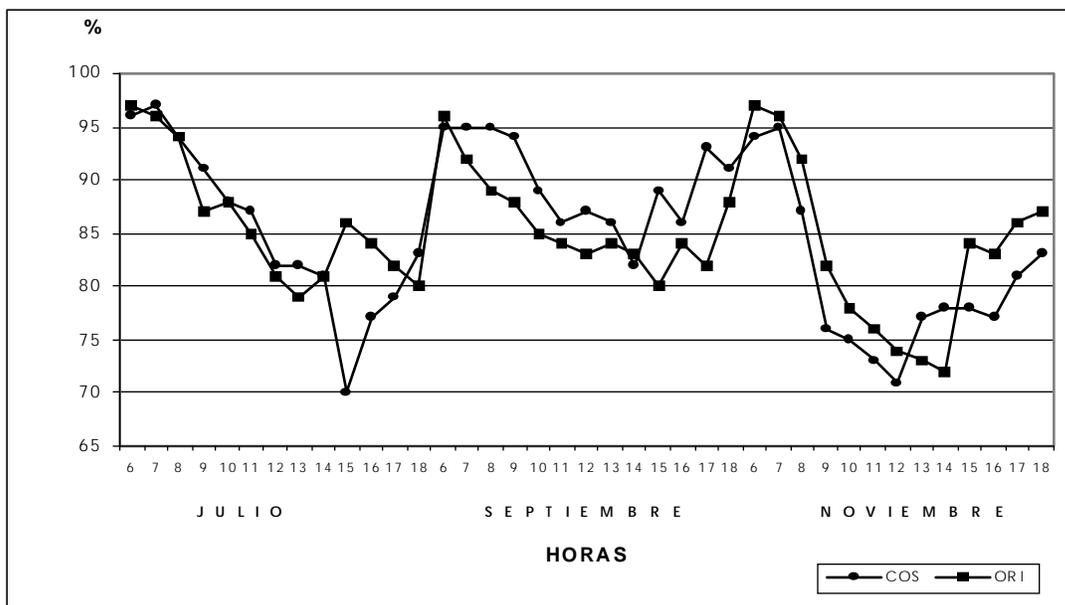


Figura 4.- Promedio por mes y hora de la humedad ambiente en los ranchos de la zona costera (COS) y oriente (ORI) en el estado de Yucatán.

*Condición ambiental, temperatura rectal y frecuencia respiratoria en bovinos.*

**Cuadro 2**

**Promedio ( $\bar{x}$ ) y desviación estándar (DE) global de la temperatura rectal (TR) y frecuencia respiratoria (FR) por hora y total de bovinos cruzados (*Bos taurus x Bos indicus*), en la zona costera (n=40) y oriente (n=84).**

Variable ( $\bar{x} \pm DE$ )	Zona Costera	Zona Oriente
Temperatura rectal (°C)	38.7 $\pm$ 0.80	39.4 $\pm$ 0.48
Frecuencia respiratoria (R/m)	24 $\pm$ 11.2	43 $\pm$ 15.2

R/m= respiraciones por minuto.

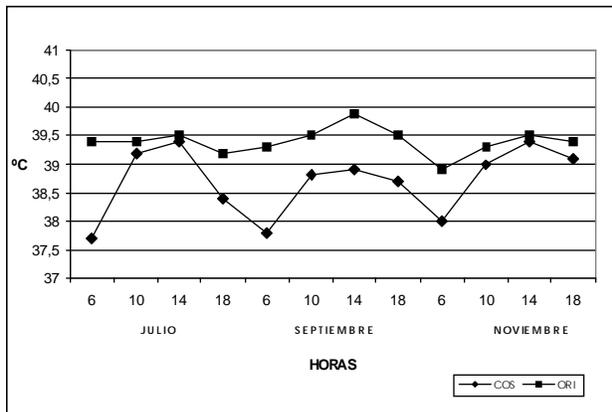
calórica indirecta (11). El valor de la temperatura del bulbo negro al sol fue mayor en la zona costera debido a que el índice de radiación es superior con respecto a la oriente, relacionado esto directamente con la nubosidad que para el caso de la costa es alta pero pasajera debido a la rápida movilización de las nubes por el viento, situación que no se da en el oriente donde la nubosidad tiende a ser mas persistente y esto está relacionado con el nivel de precipitación pluvial que es más alto.

Con respecto al promedio de la temperatura del bulbo negro a la sombra, los cambios fueron menores registrándose diferencias de 1.8 y 1.1°C para la zona costera y oriente respectivamente (cuadro 1). La temperatura de bulbo negro a la sombra determina el efecto sumatorio de la

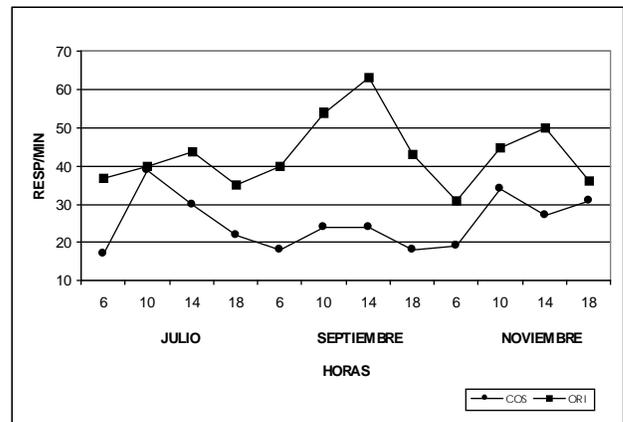
temperatura ambiente y la radiación calórica indirecta generada por las instalaciones, los animales, y otros elementos que irradian calor dentro de la unidad de producción (11). En este aspecto es importante considerar el diseño y los materiales de construcción empleados en la infraestructura pecuaria, que se recomienda sean aislantes al calor y con poca capacidad de reflectancia (5, 12).

En cuanto a la humedad ambiente los valores promedio totales estuvieron por arriba de lo considerado como aceptable (70% bajo condición térmica ambiental dentro de zona termoneutra) (5, 6), ya que se registraron valores de 86 y 85% para la zona costera y oriente respectivamente (cuadro 1). Porcentajes que para el caso de la zona oriente se asoció al efecto de la precipitación pluvial, en tanto que para la zona costera se atribuyó al efecto de la oceanidad (2-4).

Por otro lado, la variación de la temperatura ambiente por hora a lo largo del día, determinó condiciones térmicas diferentes dependiendo de la hora, estando tanto en la zona oriente como en la costera en los límites termoneutros durante las primeras horas del día y por arriba del mismo a partir de las 9 de la mañana hasta las 18 horas. En la zona costera se llegó a los promedios más altos entre las 12 y 16 horas y en la zona oriente de las 11 a las 15 horas, siendo los valores de



**Figura 5.-** Promedio por mes y hora de la temperatura rectal de bovinos *Bos taurus x Bos indicus* en los ranchos de la zona costera (COS) y oriente (ORI) en el estado de Yucatán.



**Figura 6.-** Promedio por mes y hora de la frecuencia respiratoria de bovinos *Bos taurus x Bos indicus* en los ranchos de la zona costera (COS) y oriente (ORI) en el estado de Yucatán.

*A Alzina-López, JC Farfán-Escalante, ER Valencia-Heredia, J Yokoyama-Kano.*

temperatura del bulbo negro al sol como a la sombra semejantes en ambas zonas.

El porcentaje de humedad siguió una tendencia inversa a la de la condición térmica ambiental, lo cual se relaciona con la tendencia del vapor de agua a subir a regiones más altas de la atmósfera al incrementarse la temperatura y viceversa (3, 7), lo que determina que en las horas pico de temperatura se tengan los porcentajes más bajos de humedad, lo cual resulta benéfico para el animal si se considera la evaporación respiratoria y cutánea cuya eficiencia depende la humedad ambiental, siendo más eficiente al tener promedios de humedad menores.

Los valores promedio de la condición microclimática por mes de las dos zonas muestran tendencias similares de incremento térmico de las 6 a las 14 horas con descenso hacia las 18 horas (figuras 1, 2 y 3). Las variaciones de la condición térmica ambiental en los meses y horas en la zona oriente presentaron un descenso en el mes de julio debido a la precipitación pluvial en las horas vespertinas, lo que provocó una disminución en los valores, situación que no se presentó en el mes de septiembre por lo que la condición térmica fue superior a la del mes de julio, y para el mes de noviembre descendió por efecto de la estación del año con los consecuentes cambios en el fotoperíodo que disminuyó y se inició el periodo de nortes (15, 16). En la zona costera durante el mes de julio los promedios fueron fluctuantes en las horas de mayor temperatura ambiente, debido a la nubosidad sin precipitación pluvial durante los días de medición; en los meses de septiembre y noviembre se presentó menor nubosidad por lo que los cambios en las gráficas siguieron la misma tendencia de ascenso hacia la hora pico de temperatura ambiente y su declinación posterior (figura 1).

Los valores de la temperatura del bulbo negro al sol y a la sombra presentan la misma tendencia que la descrita para la temperatura ambiental (figuras 2 y 3) ya que son modificados por las mismas variables consideradas en la

temperatura ambiente entre las que destaca mayormente la nubosidad, la precipitación pluvial y la dominancia de los vientos.

Los promedios de la humedad ambiente por mes y hora presentan tendencia inversa a la condición térmica ambiental (figura 4). En el mes de julio en la zona oriente como consecuencia de la precipitación pluvial, se presentó un incremento en el promedio de la variable a las 14 horas y en el mes de septiembre los porcentajes de humedad se mantuvieron altos debido a la nubosidad. Los promedios descendieron más en el mes de noviembre como consecuencia de la condición térmica ambiental.

El animal enfrentó diferentes condiciones físicas ambientales en el transcurso de las horas diurnas, estando en la zona termoneutra durante las horas tempranas del día para caer en la zona cálida y de estrés por calor posteriormente, lo que debió provocar la activación de los mecanismos fisiológicos para mantener el balance calórico para mantener su temperatura corporal dentro de los límites fisiológicos establecidos para los bovinos (2-4, 7, 13).

De acuerdo con los resultados, en las primeras horas del día los animales se encontraban en zona termoneutra, situación en la que los mecanismos de pérdida sensible de calor (convección, conducción y radiación) e insensibles (evaporativa cutánea y respiratoria) se encontraban en condición basal (2) y su relación con la génesis o ganancia de calor eran equivalentes, sin embargo, conforme transcurrieron las horas la condición térmica ambiental se incrementó, lo que redujo la capacidad de disipación sensible de calor ya que éstos son dependientes del gradiente térmico del animal con su ambiente, iniciándose el almacenaje de calor, proceso relacionado con la propiedad del agua de retener el calor y de disiparlo lentamente.

Los animales en este estudio, al entrar a la zona cálida y en la de estrés térmico tuvieron dificultad de disipar calor por los mecanismos sensibles lo que provocó la activación de la

*Condición ambiental, temperatura rectal y frecuencia respiratoria en bovinos.*

respuesta fisiológica que favoreció la disipación de calor evaporativo, mecanismo que en términos de disipación térmica corporal tiene una eficiencia mayor que los sensibles siendo dependiente de la humedad ambiente, siendo mayor su eficiencia cuando la humedad es baja y viceversa (2, 3, 7, 14).

La manifestación del almacenamiento de calor en el animal al encontrarse en condiciones de zona cálida y de estrés, provocó cambios en las constantes fisiológicas. El almacenaje de calor se manifestó en la temperatura rectal del animal, y la respuesta compensatoria de disipación térmica evaporativa provocó cambios en la frecuencia respiratoria (2, 4).

El promedio total de la temperatura rectal de los animales no se salieron de los límites fisiológicos en las zonas geográficas estudiadas (8-10), sin embargo, el promedio en los de la zona oriente se encontró muy cercano al límite superior, en tanto que en los de la zona costera el valor fue menor. Esto se relaciona con los promedios totales de la condición térmica ambiental los cuales fueron superiores en la zona oriente y menor en la costa (2-4).

La respuesta fisiológica termorregulatoria más manifiesta en los animales, relacionado con la condición térmica ambiental fue el de la frecuencia respiratoria, misma que en la zona oriente registró un valor de casi el doble que en la zona costera, manteniéndose esta variable fisiológica en la zona costera dentro de los límites fisiológicos establecidos para la especie y por arriba de los mismos a en los de la zona oriente (8-10).

Los promedios de temperatura rectal de los animales en las horas de muestreo fueron diferentes en las dos zonas, ya que en la zona costera se registraron mayores fluctuaciones pero sin rebasar los límites fisiológicos normales. En la zona oriente se registraron promedios poco fluctuantes y próximos a los límites normales, sin embargo, a las 14 horas esta variable rebasó el límite superior fisiológico, coincidiendo con la

elevada condición térmica ambiental.

Los cambios en el promedio de la frecuencia respiratoria en las horas de muestreo fueron semejantes a lo descrito para la temperatura rectal, para el caso de la zona costera los valores nunca rebasaron los límites fisiológicos normales, en tanto que para el zona oriente, los promedios los sobrepasaron en todas las horas de muestreo, siendo el valor mas alto a las 14 horas que correspondió a la condición ambiental y de temperatura rectal más elevadas.

Los cambios en las variables fisiológicas, medidas en los meses y horas de muestreo permiten identificar que la temperatura rectal presentó mayores cambios en los animales criados en la zona costera pero siempre estuvieron dentro de los límites fisiológicos considerados como normales, mientras que en los de la zona oriente se registró poca variación entre horas, manteniéndose en el límite fisiológico superior en los meses de julio y noviembre, rebasándose este en el mes de septiembre a las 14 horas, cambios que coinciden con los promedios más altos de la condición ambiental que se relacionan con el almacenaje de calor del animal manifiesto en la temperatura rectal.

Con respecto a la frecuencia respiratoria en los meses y horas de muestreo, la tendencia fue análoga a lo descrito para la temperatura rectal.

Los resultados obtenidos en este estudio indican la relación entre la condición microclimática con la temperatura rectal y la frecuencia respiratoria, no obstante que los reportes de investigación sobre esta relación señalan cambios dramáticos en las variables fisiológicas, el estudio mostró que los cambios en los animales se presentaron pero no fueron de la magnitud de lo reportado. En el caso de los animales de la zona costera, lograron su termorregulación en forma aceptable ya que nunca rebasaron los límites fisiológicos normales, en tanto que los criados en la zona oriente, aunque rebasaron los límites fisiológicos, presentaron respuestas termorregulatorias

tendientes al mantenimiento del balance calórico.

#### REFERENCIAS.

1.- Bianca W. Review of the progress of dairy science.- Cattle in hot environment. *J Dairy Sci* 1965; 32:291-308.

2.- Mount LE. Adaptation to thermal environment.- Man and his productive animals. London: Edward Arnold; 1979. p. 1-73.

3.- Johnson HD. Bioclimate effects on growth reproduction and milk production of livestock. En Johnson HD, editor. *Bioclimatology and adaptation of livestock*. Amsterdam: Elsevier; 1987. p. 1-31.

4.- National Research Council. Effect of environment on nutrient requirements of domestic animals. Washington: National Academy Press; 1981.

5.- Van der A R. *Higiene Veterinaria Moderna*. Zaragoza: Acribia; 1971. p. 33.

6.- Jacksh W, Grawischign E. *Propedéutica clínica de las enfermedades de los animales domésticos*. Zaragoza: Acribia; 1978. p. 61-71.

7.- McDowell RE. *Improvement of Livestock Production in warm climates*. San Francisco: Freeman y Co.; 1972. p. 1-128.

8.- Rosemberger G. *Clinical examination of cattle*. Berlin: Paul Verlang; 1979. p. 51-78.

9.- Kelly WR. *Diagnóstico clínico veterinario*. 7ª edición. México: Continental; 1988. p. 23-44.

10.- Dukes HH, Swenson JM. *Fisiología de los animales domésticos*. 4ª edición. Madrid: Aguilar; 1978. p. 1422-42.

11.- De Dios-Vallejo O, López RA, Castellanos RC, Santos SL. El ganado Holstein en el trópico húmedo mexicano. IV.- Efecto de la carga calórica en la termorregulación y comportamiento cotidiano de vacas de leche bajo diferentes tipos de sombreadero durante la época de lluvias. *Universidad y Ciencia* 1988; 5 (10):13-22.

12.- Gasque-Gómez R. *Alojamientos e instalaciones lecheras*. 3ª edición. México: CECSA; 1987.

13.- Hafez ESE. *Desarrollo y Nutrición animal*. Zaragoza: Acribia; 1972. p. 133-150.

14.- Eckert R. *Fisiología Animal*, 4ª edición. Madrid: McGraw- Hill – Interamericana; 1998. p. 41-68.

15.- Duch-Gary J. *Fisiografía del estado de Yucatán*. México: Universidad Autónoma de Chapingo; 1988.

16.- Secretaría de Recursos Hidráulicos. *Sinopsis hidrogeográfica del Estado de Yucatán*. México: Secretaría de Recursos Hidráulicos; 1985.