

## ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

## Effects of environmental conditions on feeding behavior in beef cattle in an intensive system in the Sinú Valley

## Efectos de las condiciones ambientales sobre el comportamiento ingestivo en bovinos de carne en un sistema intensivo en el Valle del Sinú

Emiro Suárez P.<sup>1</sup>, Sony Reza G.<sup>1</sup>, Eliecer Díaz A.<sup>2</sup>, Fredy García C.<sup>3</sup>, Iván Pastrana V.<sup>4</sup>, Hugo Cuadrado C.<sup>1</sup>, Manuel Espinosa C.<sup>5</sup>

## ABSTRACT

Increases in temperature and relative humidity together with the solar radiation effect are detrimental to animal welfare, affecting their behavior when it comes to feeding and digestive behavior, which affects their productivity. Therefore, the goal of this research was to analyze the link between atmospheric variables, air temperature, relative humidity, wind speed and solar radiation to the time of grazing and rumination of commercial Zebu cattle. The research took place from July to October 2010, at the Turipaná Center, Corpoica (Cereté, Colombia). Male intact bovines (27), with an average weight of  $314 \pm 29$  kg, grazed in an area of 18 hectares, established with *Panicum maximum* cv. Mombasa, *Cynodon dactylon* and *Brachiaria* hybrid cv. Mulato II, without shade availability. Eight evaluations were conducted for 8 days in the experimental period for atmospheric variables and ingestion. Notes were taken in 12 hour time frames (6:00 AM a 6:00 PM). The outcome showed that as the air temperature, relative humidity and solar radiation increased, the grazing time decreased and rumination time lasted longer. However, when wind speed increased, grazing time increased as well and rumination took less time. The results showed that the air temperature, relative humidity, solar radiation and wind speed had a direct influence on the ingestive behavior of beef cattle managed in intensive systems (shadeless) in Valle del Sinú.

*Key words:* grazing, rumination, air temperature, relative humidity

Fecha de recepción: 02-03-2012  
Fecha de aceptación: 19-11-2012

<sup>1</sup> Centro de Investigación Turipaná, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). Cereté (Colombia). [sreza@corpoica.org.co](mailto:sreza@corpoica.org.co)

<sup>2</sup> Departamento de Geociencias, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá (Colombia).

<sup>3</sup> Centro de Investigación Tibaitatá, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). Mosquera (Colombia).

<sup>4</sup> Centro de Investigación Motilonia, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). Valledupar (Colombia).

<sup>5</sup> Trabajador independiente. Córdoba (Colombia).

## RESUMEN

Incrementos en la temperatura ambiental y la humedad relativa, unidas al efecto de la radiación solar, ocasionan pérdidas en el bienestar animal, afectando la conducta ingestiva y la productividad animal. Por ello el objetivo de este estudio fue analizar las relaciones entre las variables atmosféricas, como temperatura del aire, humedad relativa, velocidad del viento y radiación solar, con los tiempos de pastoreo y de rumia de bovinos cebú comercial. La investigación se llevó a cabo durante 96 días, entre julio-octubre de 2010, en el C.I. Turipaná de Corpoica (Cereté, Colombia). Bovinos machos enteros (27), con peso promedio  $314 \pm 29$  kg, pastorearon en un área de 18 hectáreas, establecidas en *Panicum maximum* cv. Mombasa, *Cynodon dactylon* y *Brachiaria* híbrido cv. Mulato II, sin disponibilidad de sombra. Se realizaron ocho evaluaciones durante 8 días dentro del periodo experimental de las variables atmosféricas e ingestivas y las anotaciones se hicieron en un lapso de 12 horas continuas (6:00 AM a 6:00 PM). Los resultados resaltan que al aumentar la temperatura del aire, humedad relativa y la radiación solar, disminuyó el tiempo de pastoreo y aumentó el tiempo de rumia, mientras que al aumentar la velocidad del viento se incrementó el tiempo de pastoreo y disminuyó el tiempo de rumia. Los resultados obtenidos indicaron que la temperatura del aire, humedad relativa, radiación solar y velocidad del viento, presentaron una influencia directa sobre el comportamiento ingestivo de los bovinos de carne manejados en sistemas intensivos (sin sombra) en el Valle del Sinú.

*Palabras clave:* pastoreo, rumia, temperatura del aire, humedad relativa

## INTRODUCCIÓN

El bienestar de un individuo, se entiende como el estado de armonía con su medio ambiente (Broom, 2003), por lo tanto tiene que ver con el esfuerzo que debe realizar para sobreponerse a las adversidades del ambiente. Los

factores climáticos inciden en la actividad ganadera en forma directa, al actuar sobre la fisiología productiva del animal y en forma indirecta, al afectar el desarrollo del pasto y los forrajes, haciendo de estas fotosintéticamente más eficientes (Corzo *et al.*, 2004; Reyes, 2002); ésta es la causa fundamental de la diferencia de la productividad entre las zonas templadas y tropicales (Estrada, 2002; Ribas *et al.*, 2001). Entre las variables atmosféricas que influyen en el confort térmico de los animales, según Hafez (1973) y Bavera (2004), están la temperatura (T), radiación solar (Rs), humedad relativa (HR), velocidad del viento (V) y precipitación. Las desviaciones acentuadas de estas variables, a partir de las condiciones óptimas, provocan alteraciones en el ritmo de las actividades vitales, tales como la temperatura corporal, ingestión, digestión, respiración, circulación de la sangre, estado de las glándulas de secreción interna, etc., (Alfonso, 2001; Álvarez, 2004) y como resultado disminuyen considerablemente el rendimiento productivo, al tiempo que se afecta el estado de salud de los mismos (Bergerón y Lewis, 2002). La producción de carne de las razas bovinas europeas disminuye al someterlas a temperaturas constantes de aproximadamente 25°C. Los efectos se vuelven progresivamente más severos, con temperaturas entre los 29°C a 32°C (Hafez, 2000). Para bovinos de razas cebuinas, bajo las condiciones ambientales del Valle del Sinú, estos efectos se vuelven más rígidos para temperaturas mayores de 32°C. El presente trabajo tuvo como objetivo analizar las variables atmosféricas como la T, HR, Rs y V y su relación con los tiempos de pastoreo y rumia; ya que se hace necesario identificar cuáles variables atmosféricas son limitantes para la producción de carne en el Valle del Sinú. Además, se evaluó un índice de carga de calor para la determinación de estrés calórico en bovinos de raza Cebú bajo las condiciones ambientales de la zona de estudio.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Localización

El estudio se realizó en el Centro de Investigación Turipaná, de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), localizado a 8°50'79" N y 75°47'58" O (Cereté, Colombia); clasificado como Bosque seco Tropical (Bs-T) (Palencia *et al.*, 2006), 14 msnm, temperatura promedio anual de 28°C, HR de 87% y precipitación promedio anual de 1.200 mm; la época de lluvia comprende los meses de abril y noviembre, donde se registra aproximadamente el 85% de la precipitación y la época seca desde noviembre hasta mediados de abril. El estudio, se llevó a cabo en un sistema de pastoreo rotacional intensivo, con divisiones permanentes realizadas con cerca eléctrica en un área de 18 ha, establecidas con

pasto *Panicum máximum* cv. Mombasa (guinea), *Cynodon nlemfluensis* (estrella africana) y *Brachiaria* híbrido cv. Mulato II, las cuales fueron divididas en tres bloques de 6 ha. Cada bloque fue dividido en tres franjas de 2 ha, cada franja estaba dividida en ocho potreros, con el fin de establecer un sistema rotacional de 4 d de ocupación y 28 d de descanso.

### Variables en estudio

**Variables atmosféricas:** temperatura del aire (T, °C), humedad Relativa (HR), radiación solar (Rs), velocidad del viento (V), fueron medidas con una estación automática y un termo-higrómetro (HI93640N marca hanna instruments), con una periodicidad horaria. Con estas mismas variables se calculó el índice de carga de calor (HLI) propuesto por Gaughan *et al.* (2007); el cual es un indicador de estrés animal. Este, está dado por la Ecuación (1) la cual fue modificada en este estudio, puesto que la temperatura corporal fue determinada matemáticamente y no medida instrumentalmente mediante un globo negro. Según la Ecuación (2), (McDowell *et al.*, 1961; Whittow, 1982; Stainer *et al.*, 1984; Johnson, 1985) se calcula la temperatura corporal de los bovinos.

$$HLI_{T_{BG}>25} = 8,62 + 0,3HR + 1,55 \cdot T_{BG} - 0,5V + EXP(-2,4 V) \quad (1)$$

Donde:

$T_{BG}$  = Temperatura del globo negro en °C

V = Velocidad del viento

EXP = Función exponencial

$$T_b = 36,27 + 0,12T \text{ para } T > 25 \text{ °C} \quad (2)$$

Donde:

$T_b$  = Temperatura corporal en °C

El HLI que se propone en esta investigación está dado por la Ecuación 3.

$$HLI_{T_{BG}>25} = 8,62 + 0,38HR + 1,55T_b - 0,5V + EXP(-2,4V) \quad (3)$$

La Ecuación 3, es válida para temperaturas del aire mayores de 25°C.

### Variables de comportamiento ingestivo de bovinos

Para la evaluación del comportamiento ingestivo, se utilizaron 27 bovinos machos enteros, con peso promedio  $314 \pm 29$  kg, utilizando el método directo de observación visual propuesto por Patiño *et al.* (2003). Se monitorearon y se calcularon los tiempos invertidos por los animales

durante el desarrollo de sus actividades diarias, en las siguientes variables.

**Pastoreo (PST):** el tiempo de pastoreo corresponde al período en que el animal está aprehendiendo el forraje.

**Rumia:** el tiempo de rumia se consideró como el período en que el animal está masticando el bolo alimenticio retornado del rumen y que se observa mediante los movimientos de la boca del animal.

Para la toma de información en campo, tres personas entrenadas observaron los animales por períodos de 12 h d<sup>-1</sup>, desde las 6:00 AM hasta las 6:00 PM, realizando anotaciones cada 10 min. Para facilitar las observaciones, los animales experimentales fueron pintados en la cabeza y el lomo, utilizando binóculos. Al final, se realizó una sumatoria por actividad y esta a su vez se multiplicó por 10 min, para así tener el total de tiempo diurno dedicado a cada una. Se realizaron un total de ocho observaciones durante el ciclo de ceba de 96 d comprendido entre los meses de julio y octubre del 2010. El intervalo con que se hicieron las observaciones fue de 15 d.

### Análisis de la información

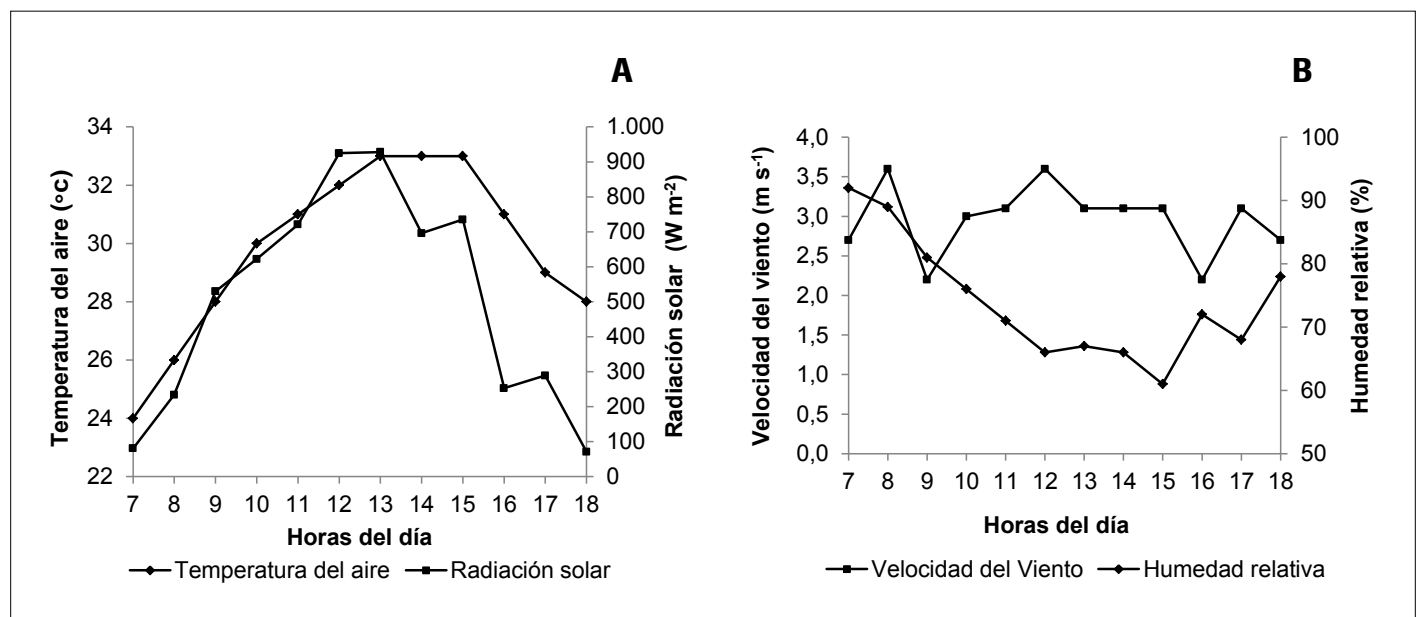
Las variables atmosféricas se correlacionaron con el tiempo de pastoreo y rumia mediante la prueba de Spearman y se estimó estadísticamente una ecuación que relaciona el tiempo de pastoreo y rumia con las variables ambientales mediante una regresión múltiple, aplicando la transformación Cochrane-Orcutt con una autocorrelación óptima, usando el programa Statgraphics® Centurio.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1A, se observa que T y Rs presentaron los valores más bajos en las horas de la mañana y tarde, aumentando hacia las horas del medio día, cuando se dan los valores más altos de estas variables, la V varía su intensidad mientras que la HR descende en el día Figura 1B. La elevación de la T y Rs, unido al efecto de la HR son factores desfavorables para el tiempo de pastoreo, porque cuando la HR es baja, la temperatura aparente de la piel de bovino puede ser menor que la T del ambiente, puesto que la transpiración evapora y enfría el cuerpo; sin embargo, cuando la HR es alta, la temperatura aparente parece ser mayor que la T, ya que la transpiración se efectúa lentamente. Esto afecta el mantenimiento de la temperatura corporal y la ingestión de forraje; pero favorecen el tiempo de rumia de los bovinos, y como resultado disminuyen los rendimientos productivos, esto coincide con Quincosa *et al.* (2003).

En la Figura 2, se evidencia que los animales hicieron un mayor aprovechamiento del horario diurno, concentrando las actividades de pastoreo en horas de la mañana y la tarde, comportamiento otorgado al mayor confort térmico que se presenta en estas horas del día, por el contrario el tiempo de rumia se concentran más en las horas más calurosas 10:30 AM y las 3:00 PM, aprovechando así las horas más frescas del día para realizar la cosecha del forraje.

En la Figura 3, se observa que la velocidad del viento es la variable atmosférica en estudio que favorece el comportamiento ingestivo, ya que al interactuar con los bovinos, estos pierden calor por convección.



**Figura 1.** Variación de la temperatura del aire y radiación solar (A) y la velocidad del viento y humedad relativa (B) en el Valle medio del Sinú

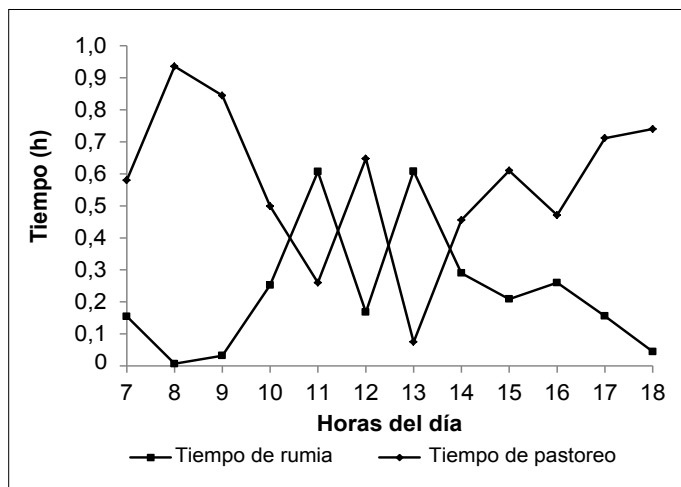


Figura 2. Comportamiento del tiempo de pastoreo y de rumia de novillos de ceba en el Valle medio del Sinú

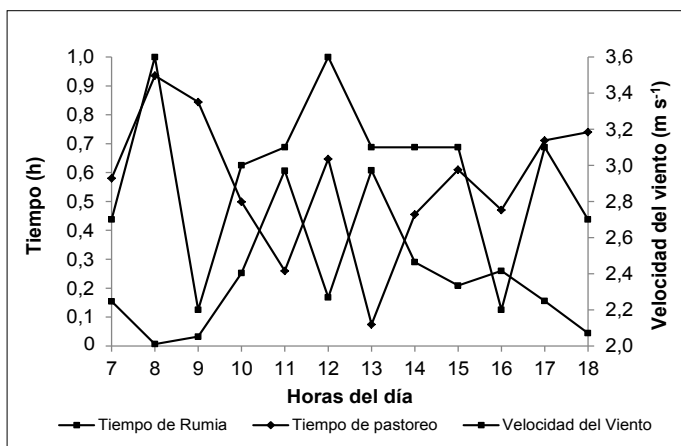


Figura 3. Comportamiento del tiempo de pastoreo y de rumia de novillos de ceba y velocidad del viento en la época de estudio en el Valle del Sinú

En la Tabla 1, se presentan los coeficientes de correlación de las variables ambientales con el tiempo de pastoreo y rumia, donde se aprecia que la T, HR y Rs, tienen una correlación negativa con el tiempo de pastoreo y positivo con el tiempo de rumia, y la V tiene una correlación positiva con el tiempo de pastoreo y negativo con el tiempo de rumia, siendo la Rs la variable ambiental que más influencia tuvo sobre la ingesta de los bovinos.

Tabla 1. Coeficiente de correlación de Spearman de las variables ambientales en estudio con los tiempos de pastoreo y rumia (P ≤ 0,05)

| Variabes ambientales | Tiempo de pastoreo | Tiempo de rumia   |
|----------------------|--------------------|-------------------|
| Temperatura del aire | -0,44 (P = 0,0272) | 0,5 (P = 0,0343)  |
| Humedad relativa     | -0,5 (P = 0,0140)  | 0,6 (P = 0,037)   |
| Radiación solar      | -0,64 (P = 0,0563) | 0,64 (P = 0,0021) |
| Velocidad del viento | 0,56 (P = 0,0090)  | -0,4 (P = 0,0053) |

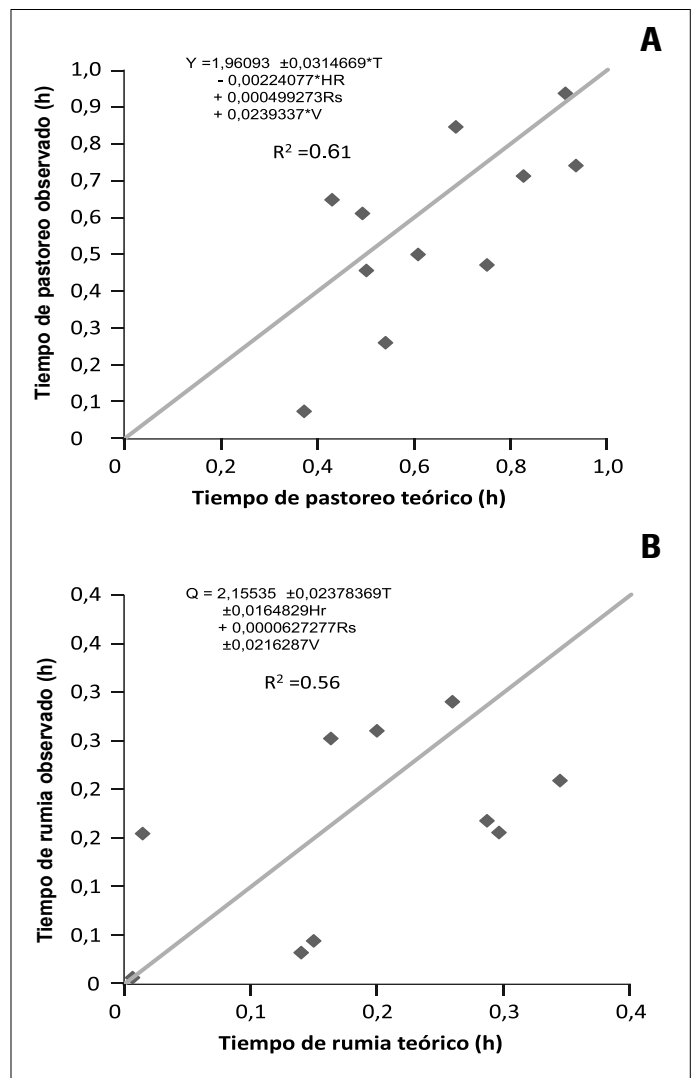


Figura 4. Normalización del tiempo de pastoreo (A) y rumia observado en campo (B), con los estimados estadísticamente a partir de variables atmosféricas

Al analizar las variables atmosféricas en estudio mediante una regresión múltiple con el tiempo de pastoreo, éstas explicaron en un 61,25% el tiempo de pastoreo, como se aprecia en la Figura 4A, y la relación matemática está dada por la Ecuación 4, la cual indica que el tiempo de pastoreo diurno disminuye cuando la T, HR y Rs aumentan, y V favorece el pastoreo de los bovinos, ya que el tiempo dedicado a esta actividad es mayor cuando la velocidad del viento aumenta, debido a que esta variable ayuda a la pérdida de calor por medio de la evaporación.

Así mismo las variables atmosféricas explicaron la variabilidad del tiempo de rumia en un 55,9%, como se aprecia en la Figura 4B, la expresión matemática que la relaciona está dada por la Ecuación 5. Esta ecuación indica que cuando la T, HR y Rs aumentan, el tiempo de rumia es mayor, mientras que un aumento en la V, disminuye el tiempo de rumia.

$$Y = 1,96093 - 0,0314669T - 0,00224077HR - 0,000499273Rs + 0,0239337V \quad (4)$$

Donde

Y: Tiempo de pastoreo (en h)

$$Q = 2,15535 - 0,02378369T - 0,0164829HR + 0,0000627277Rs - 0,0216287V \quad (5)$$

Donde:

Q: Tiempo de rumia (en h)

En la Tabla 2, se indica el tiempo de pastoreo teniendo en cuenta la interacción de las variables ambientales con las especies de pasturas. Se encontró que los bovinos que pastorearon en el pasto Mulato II tienen mayor interacción, con las variables ambientales, seguido del pasto estrella africana y con menor interacción el pasto guinea cv. Mombasa; con relación al tiempo de pastoreo y rumia en esta última pastura, la variable V, no es significativa ( $P \leq 0,05$ ), debido a su hábito de crecimiento (erecto y de gran altura) que actúa como barrera al viento, por lo tanto la pérdida de calor por evaporación se ve afectada.

**Tabla 2.** Coeficiente de determinación ajustada ( $R^2_{ajus}$ ) entre las variables atmosféricas y el tiempo de pastoreo en tres pasturas ( $P \leq 0,05$ )

| Pasturas   | Variables atmosférica (T, HR, Rs, V) |
|--|--------------------------------------|
| <i>Brachiaria hybrido</i> CIAT 36087 cv. Mulato II | 0,71 ( $P = 0,0261$ )                |
| <i>Cynodon nlemfluensis</i> (Estrella africana)    | 0,52 ( $P = 0,0499$ )                |
| <i>Panicum maximum</i> cv. Mombasa                 | 0,47 ( $P = 0,0478$ )                |

Lo anterior se corrobora con lo medido en este estudio, ya que los animales entre las 10:30 AM y 3:30 PM, para un día soleado en época de lluvia, con un régimen de precipitación de 787 mm para el período de estudio; con T que oscilen entre los 28 y 34°C, HR mayor de 60%, Rs mayores de 700 W m<sup>-2</sup> y con V menor a 1 m s<sup>-1</sup>, los animales mostraron cierto grado de estrés calórico, ya que se identificó en los animales un incremento en la frecuencia respiratoria (< 60 rpm), sudoración, jadeo y salivación leve (Figura 5), todos ellos son signos de estrés, los cuales pueden causar cambios fisiológicos en los animales provocando una baja en la producción, puesto que los animales pueden reducir el consumo de alimento, con la consecuente disminución en la ganancia de peso y reducción en la producción de carne (Mount, 1979; McDowell, 1972; Alzina, *et al.*, 2001).

En sistemas de producción intensivos de bovinos de carnes en potreros sin sombra, en el Valle del Sinú, el HLI es significativo ( $P \leq 0,05$ ); cuando  $Rs > 500$  W m<sup>-2</sup> con la ingesta de los animales, y por ende en la producción de carne. Usando las variables atmosféricas medidas en este estudio, durante la evaluación de comportamiento ingestivo, se logró determinar una escala del HLI representativo para el bovino Cebú, en la microrregión del Valle del Sinú (Tabla 3). En relación con ésta, Gaughan *et al.* (2007), reportan HLI entre 86 y 96 para *Bos taurus* para temperaturas mayores de 25°C, que comparados con los obtenidos en este trabajo con animales *Bos indicus* son menores, además, para el caso de este estudio, el índice solo es válido para  $T > 27$  °C con  $Rs > 500$  W m<sup>-2</sup>, que son las temperaturas que están relacionadas con las condiciones ambientales en el Valle del Sinú.



**Figura 5.** Indicadores de estrés calórico en bovinos de ceba en el Valle medio del Sinú



**Tabla 3.** Índice de carga de calor (HLI) en bovinos Cebú comercial bajo las condiciones del Valle medio del Sinú

| HLI<br>(Rs > 500 W m <sup>-2</sup> ) | Descriptor           | Signos apreciables en los animales   |
|--------------------------------------|----------------------|--|
| < 92                                 | Condición normal     | Sin manifestar signos que indiquen estado de estrés  |
| 92-100                               | Estado de alerta     | Observación leve de salivación, jadeo, aumento en la frecuencia respiratoria   |
| 100-114                              | Estado de peligro    | Observación moderada de salivación, jadeo, aumento en la frecuencia respiratoria, suspensión del pastoreo, aumento en el consumo de agua |
| >114                                 | Estado de emergencia | Observación severa de salivación, jadeo, aumento en la frecuencia respiratoria, interrupción de cualquier actividad física               |

El patrón de pastoreo de los bovinos cebú en las tres especies de gramíneas en época de lluvia en la micro región del Valle medio del Sinú presentó una correlación positiva significativamente ( $P \leq 0,05$ ) con el HLI estimado en esta investigación, el rango de los coeficientes de correlaciones de Spearman está entre 0,7 y 0,66, como se aprecia en la Tabla 4.

La columna del HLI < 92, muestra que por debajo de este valor los animales indican que no tienen estrés calórico,

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfonso O. 2001. Fisiopatología veterinaria. Nosopatogénesis general y alteraciones metabólicas, digestivas y hepáticas. Habana: Editorial Felix Varela. pp. 155-158.
- Álvarez A. 2004. Fisiología de la termorregulación de los vertebrados superiores en su entorno. La Habana: Facultad Medicina Veterinaria, Universidad Agraria de la Habana (UNAH).
- Alzina A, Farfán J, Valencia E, Yokoyama 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.
- Bavera GA. 2004. Curso de producción bovina de carne. Córdoba, Argentina: Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto.
- Bergerón R, Lewis N. 2002. Transporte, salud y bienestar de los animales de granja. Rev. Producción Animal 178:4-23.
- Broom D. 2003. Transport stress in cattle and sheep with details of physiological, ethological and other indicators. Dtsch Tierärztl Wschr 110:83-89.
- Corzo JA, García LA, Silva JJ, Pérez E, Geerken C. 2004. Regularidades de las influencias ambientales. En: Zootecnia General, un enfoque ecológico. La Habana: Editorial Félix Varela. pp. 46-95.
- Estrada J. 2002. Pastos y forrajes para el trópico colombiano. Manizales, Colombia: Universidad de Caldas.
- Gaughan J, Mader T, Holt S, Lisle A. 2007. A new heat load index for feedlot cattle. J Anim Sci 86(1):226-34.
- Hafez, E. 1973. Adaptación de los animales domésticos. La Habana: Editorial Pueblo y Educación. pp. 14-316.
- Hafez, E. 2000. Reproduction in farm animals. 6a ed. La Habana: Editorial Lea & Febiger. pp. 321-322.

**Tabla 4.** Coeficiente de correlación de Spearman entre el tiempo de pastoreo en cada especie de gramínea y el HLI < 92 ( $P \leq 0,05$ )

| Pastura  | HLI < 92              |
|--|-----------------------|
| <i>Brachiaria hybrido</i> CIAT 36087 cv. Mulato II | 0,7 ( $P = 0,0013$ )  |
| <i>Panicum maximum</i> cv. Mombasa                 | 0,69 ( $P = 0,0272$ ) |
| <i>Cynodon nlemfuensis</i> Estrella africana       | 0,66 ( $P = 0,0343$ ) |

estos valores de Spearman confirman que los animales sin estrés calórico (HLI < 92) consumen más forraje.

#### CONCLUSIONES

La temperatura del aire, humedad relativa, radiación solar y velocidad del viento, presentaron una influencia directa sobre el comportamiento ingestivo de los bovinos de carne, manejados en sistemas intensivos, sin sombra, en el Valle del Sinú.

Velocidades del viento promedio de 2 m s<sup>-1</sup> aumentaron el tiempo de pastoreo y disminuyeron el tiempo de rumia en bovinos de ceba en las pasturas evaluadas.

El estrés calórico es un factor que causó la disminución de ingesta de los bovinos Cebú comercial en sistemas intensivos de producción de carne en el Valle del Sinú.

- Johnson H. 1985. Physiological responses y productivity of cattle. En Yousef MK, editor. Stress physiology in livestock. Vol. II. Ungulates. Boca Raton, FL: CRC Press.
- McDowell RE, Moody EG, Van Soest PJ, Lehman RP, Ford GL. 1961. Effect of heat stress on energy and water utilization of lactating cows. J Dairy Sci 52:188-194.
- McDowell RE. 1972. Improvement of livestock production in warm climates. San Francisco: Freeman y Co. pp. 1-128.
- Mount LE. 1979. Adaptation to thermal environment. Man and his roductive animals. London: Edward Arnold. pp. 1-73.
- Palencia G, Mercado T, Combatt E. 2006. Estudio agroclimático del departamento de córdoba. Montería, Colombia: Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Córdoba.
- Patiño R, Fischer V, Balbinotti M, Moreno C, Ferreira E, Vinhas R, Monks P. 2003. Comportamiento ingestivo diurno de novillos em pastejo a níveis crescentes de suplemento energético. Rev Bras Zootec 32:1408-1418.
- Quincosa J, Alvarez A. 2003. La conducta merecida o de rumia novillas del genotipo Siboney de Cuba como expresión de bienestar animal. En: Memorias III Convención Internacional de Ordenamiento Rural y Desarrollo Socio-Económico (ORDES). La Habana. pp. 132-141.
- Reyes J. 2002. Efecto de las altas cargas y el manejo de la intensidad de pastoreo, en el sistema suelo-planta-animal en condiciones de bajos insumos [Tesis de doctorado]. La Habana: ICA.
- Ribas M, Ponce P, Ajete A, Mederos RE, Gutiérrez M, Mora M, Guzmán G, Evora JC, González S, Sosa E. 2001. Mejoramiento genético de la producción de leche bajo las condiciones actuales de producción. Informe Técnico, Cuba.
- Stainer M, Mount L, Bligh J. 1984. Energy balance y temperature regulation. Cambridge, MA: University Press.
- Whittow GC. 1982. The significance of the extremities of the ox (*Bos taurus*) in thermoregulation. J Agric Sci 58:109-20.