



Frecuencia y puntaje de jadeo en bovinos productores de carne en finalización intensiva durante el verano



Ana Mireya Romo Valdez ^a

Jesús José Portillo Loera ^a

Jesús David Urías Estrada ^a

Alfredo Estrada Angulo ^a

Beatriz Isabel Castro Pérez ^a

Francisco Gerardo Ríos Rincón ^{a*}

^a Universidad Autónoma de Sinaloa. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. México.

*Autor de correspondencia: fgrios@uas.edu.mx

Resumen:

Para determinar la frecuencia y el puntaje de jadeo en bovinos productores de carne en finalización intensiva durante la séptima a la doceava semana del verano, se llevó a cabo un estudio observacional descriptivo con duración de seis semanas. Se eligieron 12 corrales de tres diferentes dimensiones. A las 0800, 1200 y 1600 horas se registraron la frecuencia y puntaje de jadeo, temperatura ambiental y humedad relativa; además, se calculó el índice de temperatura y humedad (ITH). La frecuencia se registró como el número de bovinos que manifestaron esta expresión en cada corral. Para registrar el puntaje de jadeo se utilizó una escala de cinco puntos. Los bovinos se asignaron a tres categorías: sin giba, con giba media y giba grande en correspondencia con la predominancia fenotípica de *Bos taurus* o *Bos indicus*. La mayor frecuencia de jadeos se observó a las 1200 y 1600 h ($P < 0.01$), cuando el valor de ITH superó las 84 unidades. Se observó efecto ($P < 0.01$) del diseño del corral, hora del día y tamaño de la giba sobre el puntaje de jadeo. En la manifestación de la frecuencia y

puntaje de jadeo en bovinos productores de carne en corral de engorda intensiva, influyó la hora del día, el diseño del corral y la mayor predominancia fenotípica de *Bos taurus*.

Palabras clave: Estrés por calor, Bovinos, Finalización intensiva.

Recibido: 06/04/2021

Aceptado: 14/08/2021

La producción industrial de carne bovina se sustenta en el uso de estrategias de manejo reproductivo, tecnologías de mejora genética, compuestos exógenos que promueven el crecimiento, uso de vacunas y antibióticos, procesamiento de ingredientes alimenticios, formulación de raciones, todo ello enfocado hacía la eficiencia y la rentabilidad de la unidad de producción⁽¹⁾. Derivado de ello, la producción de carne de bovino en México, destaca como la principal actividad ganadera, ya que su aportación al valor de la producción pecuaria nacional durante 2018 fue de 29.8 %, que significó 134.4 miles de millones de pesos⁽²⁾.

En los corrales de finalización intensiva de bovinos para la producción de carne, concurren diversos factores comunes, pero tan diversos como el genotipo, la condición corporal, la cobertura de grasa, el color del pelaje y el grado de adaptación al entorno climático que, en conjunto, influyen en el equilibrio térmico del ganado⁽³⁾. Lo anterior, debe considerarse en la valoración de indicadores de bienestar animal y su relación con los parámetros productivos de carne bovina producida en finalización intensiva⁽⁴⁾, porque en las regiones cálidas, la disminución de los indicadores de producción animal se ve afectada, principalmente, por el estrés generado por la alta temperatura ambiental asociado con alta humedad relativa⁽⁵⁾. El estrés por calor se presenta cuando la temperatura ambiental excede la zona termo neutral de los bovinos y les impide disipar el calor extra⁽⁶⁾. En este sentido, los bovinos tienen un mejor desempeño en una zona termoneutral de 20 °C, pero puede variar desde los 10 a los 26 °C; así, en bovinos jóvenes la zona de confort oscila de los 7 hasta los 26 °C, mientras que en vacas maduras y bovinos pesados el rango es de -17 °C en invierno a 23 °C durante el verano; sin embargo, ambos tipos de ganado tienen dificultad para tolerar temperaturas superiores a los 27 °C, especialmente con valores de humedad relativa mayores a 40 %⁽⁷⁾.

Los rumiantes son animales homeotermos, que para mantener la homeostasis responden con cambios fisiológicos y conductuales en ambientes donde la temperatura se encuentra fuera de su zona termo neutral; por eso, cuando la temperatura ambiental se eleva, la respuesta fisiológica inmediata se manifiesta mediante el aumento de la frecuencia respiratoria, disminución del consumo de alimento, así como un aumento de consumo de agua⁽⁶⁾, incluso, pueden llegar a morir cuando la temperatura ambiental es extrema⁽⁸⁾. Tanto la frecuencia

respiratoria como el jadeo son indicadores apropiados para medir la intensidad del estrés por calor que sufren los bovinos^(8,9); porque debido a la elevada tasa metabólica que poseen los bovinos altamente productores, son más susceptibles al estrés por calor⁽⁶⁾. Por lo anterior, el objetivo de la presente investigación fue determinar la frecuencia y el puntaje de jadeo en bovinos productores de carne en finalización intensiva durante el verano.

La investigación de tipo observacional descriptiva se llevó a cabo en una Unidad de Producción Pecuaria (UPP), ubicada al sur de la ciudad de Culiacán, Sinaloa, en el poblado "Los Becos". La UPP se localiza entre las coordenadas 24° 38' 58" N y 107° 17' 10" O; con una altitud promedio de 70 m sobre el nivel del mar.

Según la clasificación de Köppen el clima del valle de Culiacán, Sinaloa, México, se cataloga como BS₁(h')w(w)e conforme a esta clasificación se aprecia que las condiciones climáticas se ubican en el grupo B, el cual se refiere a climas secos; sin embargo, en la clasificación BS se especifica un tipo de clima seco estepario, esto debido a la precipitación anual, con lo cual se ubica entre los climas muy áridos BW y los húmedos A o C; por tal motivo, se genera un subtipo de clima semiseco BS₁ por no ser un clima tan seco: La simbología (h') se designa por ser clima cálido con temperatura media anual arriba de los 22 °C y una temperatura media de 18 °C en el mes más frío. La presencia de lluvias es durante el verano y la precipitación es 10 veces mayor en el mes más húmedo de la época más cálida del año en comparación con el mes más seco, así como menos del 5 % de lluvias registradas durante el invierno, se representa con el símbolo w(w); finalmente, el símbolo e indica una oscilación térmica extremosa de entre 7 y 14 °C entre las temperaturas medias mensuales anuales; todo lo anterior, da como resultado un clima semiseco muy cálido extremoso con lluvias de verano con una precipitación invernal con respecto al total anual menor a 5 %^(10,11).

El estudio se llevó a cabo durante la estación climática de verano. Con base en las referencias climatológicas históricas del Valle de Culiacán, registradas por la Comisión Nacional del Agua⁽¹²⁾ se seleccionaron seis semanas, a partir de la séptima y hasta la doceava semana del verano, que comprendió cuatro semanas del mes de agosto y dos semanas del mes de septiembre, en las que se registra alta precipitación pluvial promedio del año (209.2 y 141.6 mm), humedad relativa promedio alta (75 y 75 %) y temperatura ambiente promedio extrema (34.8 y 34.4° C).

Los bovinos fueron alojados en corrales de tres dimensiones diferentes que corresponden a la infraestructura disponible para la producción de carne bovina en la UPP, identificados y clasificados para fines del estudio como Corrales 1, Corrales 2 y Corrales 3. Las características de los corrales se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1: Características de los tipos de corrales de finalización intensiva en la UPP ubicada en el trópico seco

| Característica | Tipo de corrales | | |
|--|------------------|---------------|--------------|
| | Corrales 1 | Corrales 2 | Corrales 3 |
| No. de corrales | 4 | 4 | 4 |
| Bovinos alojados | 67 | 71 | 89 |
| Medidas, m | 22.67 x 38.98 | 22.92 x 40.36 | 32.1 x 41.60 |
| Superficie disponible, m ² | 883.67 | 925.03 | 1335.07 |
| Espacio vital, m ² /bovino | 13.14 | 13.13 | 15.16 |
| Sombra disponible, m ² | 134.75 | 137.57 | 192.32 |
| Sombra disponible, % | 15.29 | 14.87 | 14.40 |
| Área de sombra, m ² /bovino | 2.01 | 1.95 | 2.18 |
| Orientación de la sombra | N a S | N a S | E a O |
| Longitud de comedero, m | 22.39 | 22.90 | 32.05 |
| Disponibilidad de comedero, cm/cabeza | 33.4 | 32.2 | 36.0 |
| Longitud de bebederos, m | 6.0 | 6.0 | 6.0 |
| Disponibilidad de bebedero, cm/cabeza | 8.9 | 8.5 | 6.7 |

UPP= Unidad de producción pecuaria.

La temperatura y la humedad relativa se midieron mediante termohigrómetros digitales (Avaly Taylor, Modelo Número VA-EDT- 1-55^a, CDMX, México), colocados dos por cada tipo de corral en el área del comedero. El índice de temperatura y humedad (ITH) se calculó utilizando la fórmula: $ITH = [0.8 \times T] + [(HR \div 100) \times (T - 14.4)] + 46.4$ (Mader *et al*⁽¹³⁾), donde T es la temperatura ambiente en grados Celsius y HR es la humedad relativa en porcentaje.

En el estudio solo se incluyeron corrales integrados por machos sin castrar (PV promedio 450 kg) y se alimentaron de acuerdo con el programa de finalización que se maneja en la UPP. Se realizaron visitas de lunes a viernes durante el periodo de estudio, se incluyeron cuatro corrales de cada uno de los tres tamaños antes descritos (n= 12). La observación en los corrales se aleatorizó dentro de cada tipo de corral, de manera que se observaron seis corrales al día (dos de cada tipo), ésta actividad fue ejecutada por una sola persona capacitada previamente. Se registró la temperatura ambiental y la humedad relativa a las 0800, 1200 y 1600 h; al mismo tiempo, se registró la frecuencia de jadeo como el número de bovinos que presentaban esta actividad en cada corral. En el Cuadro 2 y en la Figura 1 se describe la escala para asignar el puntaje de jadeo a los bovinos en cada corral de acuerdo con la metodología propuesta por Mader *et al*⁽¹³⁾ y Mader *et al*⁽¹⁴⁾.

Cuadro 2: Puntajes de jadeo en bovinos productores de carne en corral de engorda intensiva

| Puntuación | FR/min | Descripción |
|------------|-----------|--|
| 0 | Máximo 40 | Respiración normal sin jadeo |
| 1 | 41 y 70 | Jadeo leve, boca cerrada sin salivación; movimiento del pecho fácil de observar |
| 2 | 71 y 120 | Jadeo con boca abierta y algo babeo. Cuello extendido y cabeza generalmente hacia arriba |
| 3 | 121 y 160 | Jadeo con boca abierta y algo babeo. Cuello extendido y cabeza generalmente hacia arriba |
| 4 | >160 | Boca abierta lengua completamente extendida períodos prolongados, babeo excesivo |

Fuente: Mader *et al* (2002) y Mader *et al* (2006).
FR= frecuencia respiratoria.

Figura 1: Puntuación de jadeo en bovinos productores de carne en corral de engorda intensiva. A) 0; B) 1; C) 2; D) 3; E) 4.



Autor de fotografías: Ana Mireya Romo Valdez.

Para el caso de la presente investigación, los bovinos se asignaron a tres categorías con base en la predominancia fenotípica de *Bos taurus* o *Bos indicus*, manifiesta a través de la estimación de una característica específica conforme a la siguiente clasificación: sin giba, giba de tamaño medio (8-14 cm) y giba de tamaño grande (>15 cm), de acuerdo con las observaciones registradas por Méndez *et al*⁽¹⁵⁾. Para el registro del jadeo se observaron seis bovinos diariamente en cada corral, en proporción con el número de bovinos identificados y clasificados en cada una de las tres categorías ya descritas.

Para la variable frecuencia de jadeos la unidad de observación fue cada corral y los valores registrados se convirtieron a tasas utilizando la fórmula propuesta por Daniel⁽¹⁶⁾:

$$\left(\frac{a}{a+b}\right)k$$

Donde: a = la frecuencia con la cual se presentó el evento durante algún periodo específico; $a + b$ = el número de bovinos expuestos al riesgo del evento durante el mismo periodo. $k = 100$.

Al no obtener normalidad en las tasas transformadas, se realizó el procedimiento descrito por Herrera y Barreras⁽¹⁷⁾, empleando el procedimiento RANK⁽¹⁸⁾, para calcular rangos y a estos aplicarles análisis de la varianza con el procedimiento GLM, declarado en el siguiente modelo lineal general:

$$Y_{ijk} = \mu + C_i + H_j + CH_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Rangos de las tasas para la variable conductual;

μ = La media general;

C_i = El efecto fijo del i -ésimo tipo de corral;

H_j = El efecto fijo de la j -ésima hora de observación;

CH_{ij} = El efecto de la interacción del i -ésimo tipo de corral y la j -ésima hora de observación;

ε_{ijk} = El error aleatorio.

La comparación de medias para el tipo de corral y la hora se utilizó la prueba de Dunn (Bonferroni)⁽¹⁸⁾. El puntaje de jadeo fue analizado mediante prueba de Ji-cuadrada, a través de tablas de contingencia 5x3, las cuales contaban con cinco niveles de puntaje de jadeo (0 a 4) y 3 tipos de corral (Corrales 1, Corrales 2 y Corrales 3), tres horarios de evaluación (8, 12 y 16 h) y tres categorías de bovinos (sin giba, giba de tamaño medio y giba de tamaño grande). Dado que hubo diferencias estadísticas altamente significativas, se realizaron pruebas de Ji-cuadrada en cada uno de los puntajes de jadeo en cada uno de los factores. Los resultados en los cuadros se presentan con el porcentaje de observaciones por columna y el número de observaciones totales entre paréntesis.

En el Cuadro 3 se presentan los promedios de la temperatura ambiental, humedad relativa e índice de temperatura y humedad (ITH) durante la época de verano en la UPP. Se observa que los valores promedio de la temperatura ambiental, la humedad relativa e ITH fueron de 34.6 °C, 67.3 % y 87.3 unidades, respectivamente. Este último valor indica que durante el periodo de observación los bovinos estuvieron en la categoría de Emergencia (ITH > 84 unidades)⁽¹³⁾.

Cuadro 3: Promedio de la temperatura ambiental, humedad relativa e índice de temperatura y humedad durante la época de verano en la UPP

| Semana ² | Temperatura °C | | | Humedad relativa, % | | | ITH ¹ | | | Categoría |
|----------------------|----------------|------|-------|---------------------|------|-------|------------------|------|-------|------------|
| | Mín. | Máx. | Media | Mín. | Máx. | Media | Mín. | Máx. | Media | |
| 1 | 25.0 | 40.6 | 33.4 | 50 | 85 | 66.8 | 75 | 98 | 85.4 | Emergencia |
| 2 | 27.6 | 41.2 | 34.5 | 51 | 81 | 66.0 | 79 | 96 | 87.1 | Emergencia |
| 3 | 26.6 | 43.1 | 35.2 | 48 | 81 | 64.6 | 77 | 99 | 87.6 | Emergencia |
| 4 | 23.9 | 45.8 | 33.9 | 52 | 85 | 66.3 | 74 | 101 | 86.1 | Emergencia |
| 5 | 24.4 | 43.1 | 35.2 | 54 | 93 | 71.6 | 75 | 100 | 89.0 | Emergencia |
| 6 | 27.1 | 46.3 | 35.3 | 60 | 81 | 69.3 | 78 | 103 | 88.9 | Emergencia |
| General ³ | 23.9 | 46.3 | 34.6 | 48 | 93 | 67.3 | 74 | 103 | 87.3 | Emergencia |

ITH= Índice de temperatura y humedad; Mín.= mínima; Máx.= máxima.

²Para cada semana, n=90. ³General, n=540.

En el Cuadro 4 se presentan los valores promedio de temperatura ambiente e ITH registrados por hora del día en cada tipo de corral de finalización intensiva de bovinos. Se observó que la temperatura ambiental y el ITH variaron por efecto del tipo de corral y la hora del día ($P<0.01$); además, la combinación de tipo de corral y hora del día, también modificaron los valores obtenidos al haber efecto de interacción ($P<0.01$). Ello indica que entre los corrales existen microclimas que pueden afectar la fisiología de los bovinos. Mediante estos valores se aprecia la persistencia de la temperatura ambiente alta y del ITH en categoría de Emergencia y, en consecuencia, se evidencia la carga calórica acumulada a lo largo del día en los corrales de finalización.

Cuadro 4: Valores promedio de la temperatura ambiente e índice de temperatura y humedad relativa (ITH) registrados por hora del día y tipo de corral de finalización

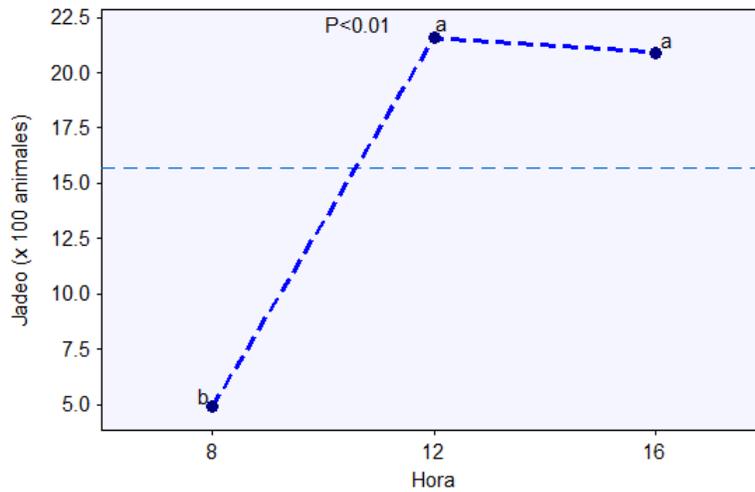
| Hora | Tipo de corral | Temperatura, °C | ITH |
|-------------------------------|----------------|-----------------|------|
| 0800 | Corrales 1 | 31.1 | 84.2 |
| | Corrales 2 | 31.4 | 84.7 |
| | Corrales 3 | 28.8 | 80.8 |
| 1200 | Corrales 1 | 37.9 | 90.9 |
| | Corrales 2 | 37.2 | 89.9 |
| | Corrales 3 | 35.2 | 87.0 |
| 1600 | Corrales 1 | 36.0 | 89.0 |
| | Corrales 2 | 35.6 | 88.4 |
| | Corrales 3 | 35.5 | 88.1 |
| EEM | | 0.39 | 0.55 |
| Hora del día | | 0.01 | 0.01 |
| Tipo de corral | | 0.01 | 0.01 |
| Hora del día x tipo de corral | | 0.01 | 0.01 |

EEM= error estándar de la media (n= 60).

En este sentido, el registro e interpretación de los valores de la temperatura ambiente e ITH se utilizan como una manera de medir el grado de estrés por calor al cual se encuentran sometidos los bovinos en el corral de engorda⁽¹⁹⁾; además, se afirma que la severidad del estrés por calor depende en gran medida de las fluctuaciones diurnas de la temperatura ambiente⁽²⁰⁾. En el presente estudio, los valores de temperatura máxima que se registraron a lo largo del día, superaron el límite de la temperatura crítica alta para bovinos y al rebasar la zona de termoneutralidad se compromete el estado de confort térmico de los bovinos en finalización intensiva⁽²¹⁾. Al respecto, diversos estudios demuestran que el ganado bovino sufre inconvenientes debido a la pérdida del balance térmico y la función productiva se puede comprometer, porque la respuesta fisiológica se restringe en condiciones climáticas desfavorables durante el confinamiento intensivo^(5,6,8), y en consecuencia se afecta al bienestar de los bovinos productores de carne en finalización intensiva.

En la Figura 5 se muestra la frecuencia de jadeo en bovinos productores de carne en finalización, con respecto a la hora del día en verano se observa que el incremento de la frecuencia de jadeos a las 1200 y 1600 h ($P < 0.01$), ocurre cuando el valor de ITH se encuentra en la categoría de Emergencia al superar las 84 unidades.

Figura 5: Tasa de jadeo de bovinos en finalización intensiva en trópico seco en la época de verano, según la hora del día



^{ab} Literales diferentes indican diferencia significativa ($P \leq 0.01$).

El ganado bovino es particularmente vulnerable a las condiciones ambientales térmicas, pero aún es más susceptible en el corral de engorda⁽⁵⁾; a ello, se suma que las regiones tropicales, caracterizadas por eventos climáticos de alta temperatura y alta humedad relativa, sean un desafío considerable para la termorregulación animal⁽²²⁾. En diversos estudios esto ha quedado de manifiesto, pues ganado bovino productor de carne nativo de Sud África, que fue alojado en corrales de engorda en la etapa de finalización durante febrero y marzo, incrementó la frecuencia de jadeo entre las 12:00 y las 14:00 h, bajo condiciones ambientales de 17 a 38 °C, por lo que se determinó que el ganado se encontraba bajo estrés por calor⁽²³⁾. Por otra parte, el efecto de la temperatura ambiental y de la humedad relativa en la tasa respiratoria se observó de manera fluctuante en bovinos de la craza Angus × Charolais, al reducirse la temperatura ambiental promedio de 23.7 a 14.5 °C, y al incrementarse la humedad relativa promedio de 57.5 a 60.5 % en el corral de engorda, durante los meses de julio a octubre⁽²⁴⁾. En bovinos Nellore y sus cruza con Pardo Suizo, se registró un incremento en la tasa respiratoria en condiciones de estrés por calor en el trópico peruano con temperatura máxima de 34.1 °C y humedad relativa de 81.2 %⁽²⁵⁾. En México, en un estudio realizado en ganado bovino (Criollo, Holstein, Jersey y Charolais x Brahaman), la frecuencia respiratoria incrementó cuando la temperatura ambiente se elevó de 36.2 a 40.3 °C y la humedad relativa cambió de 70 a 85 %, ITH mayor o igual a 72 unidades de mayo a septiembre⁽²⁶⁾. En ganado Angus en el corral de engorda se observó incremento en los jadeos a medida que las condiciones climáticas de alta temperatura y humedad fueron aumentando a lo largo del año⁽²⁷⁾. En consecuencia la presencia de jadeos se considera como un indicador de la carga calórica y se asocia con estrés por calor y la pérdida de bienestar del ganado bovino en el corral de engorda. Al respecto, se conoce que las razas más susceptibles al estrés térmico son las que pertenecen a *Bos taurus* mientras que el ganado *Bos indicus* presenta una composición

genética que le confiere una mayor termotolerancia, que los hace más adaptables a climas cálidos⁽²⁸⁾. No obstante, en las condiciones particulares de los sistemas intensivos de producción de carne bovina, coexisten en un mismo corral diversas expresiones fenotípicas debido la disponibilidad de ganado y a las condiciones propias del sistema de producción bovina de carne en México.

En el Cuadro 5 se presenta el puntaje de jadeo (PJ) registrado en los bovinos, en una escala de 0 a 4, en función del tipo de corral, hora del día y tamaño de la giba.

Cuadro 5: Puntaje de jadeo de bovinos productores de carne en finalización intensiva durante la época de verano, (n)

| | Puntaje de jadeo | | | | | P |
|----------------|-----------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|--------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| Tipo de corral | | | | | | |
| Corrales 1 | 32.3 ^{ab} (413) | 33.3 (545) | 36.5 ^a (62) | 31.8 (27) | 45.0 ^a (36) | 0.009 |
| Corrales 2 | 31.0 ^b (396) | 33.0 (540) | 39.4 ^a (67) | 30.6 (26) | 33.7 ^{ab} (27) | |
| Corrales 3 | 36.7 ^a (469) | 33.7 (550) | 24.1 ^b (41) | 37.6 (32) | 21.3 ^b (17) | |
| Hora | | | | | | |
| 0800 | 63.1 ^a (806) | 17.0 ^c (277) | 2.9 ^b (5) | 5.9 ^b (5) | 8.7 ^c (7) | 0.0001 |
| 1200 | 11.0 ^c (141) | 45.6 ^a (746) | 51.2 ^a (87) | 45.9 ^a (39) | 31.3 ^b (25) | |
| 1600 | 25.9 ^b (331) | 37.4 ^b (612) | 45.9 ^a (78) | 48.2 ^a (41) | 60.0 ^a (48) | |
| Tamaño de giba | | | | | | |
| Sin giba | 24.8 ^b (317) | 29.7 ^b (486) | 55.9 ^a (95) | 49.4 ^a (42) | 62.5 ^a (50) | 0.0001 |
| Media | 48.8 ^a (624) | 51.4 ^a (840) | 40.0 ^b (68) | 42.4 ^a (36) | 32.5 ^b (26) | |
| Grande | 26.4 ^b (337) | 18.9 ^c (309) | 4.1 ^c (7) | 8.2 ^b (7) | 5.0 ^c (4) | |

^{abc} Literales diferentes en diseño de corral, hora y tamaño de giba, en cada puntaje de jadeo, indican diferencia significativa ($P < 0.05$).

Los bovinos alojados en los corrales tipo 1 mostraron mayor PJ4 en comparación con los alojados en corrales tipo 3 (45 vs 21.3; $P < 0.01$); los bovinos albergados en los corrales tipos 1 y 2 registraron mayor PJ2 en comparación a los bovinos de los corrales tipo 3 (37.9 vs 24.1; $P < 0.01$); los bovinos alojados en los corrales tipo 3 mostraron mayor frecuencia de PJ0 que los bovinos alojados en los corrales tipo 2 (36.7 vs 31.0; $P < 0.01$); en el número de bovinos jadeando no se observó diferencia estadística entre tipos de corral; sin embargo, en los corrales tipo 3 el valor del ITH es inferior al observado en los corrales tipos 1 y 2 (84.4 vs 80.8 unidades); por lo tanto, este cambio de micro condiciones climáticas en los corrales tipo 3, donde el área de sombra es mayor que en los otros tipos de corral (2.18 vs 2.01 vs 1.95 m² / animal), tienen espacio vital superior (15.16 vs. 13.14 vs. 13.13 m² / animal), además de la orientación Este a Oeste, pudo influir en valores de PJ elevados.

Los bovinos tienen la capacidad de soportar condiciones climáticas adversas, pero al instalar sombra a los corrales de engorda en finalización intensiva se reduce el impacto del estrés por calor y al mitigar los efectos negativos de esta condición fisiológica se favorece la respuesta productiva de los bovinos^(6,8). Diversos autores^(24,27,29) observaron una reducción en la tasa de jadeo al proporcionar sombra (entre 3 y 5 m²/cabeza a bovinos mayores a 400 kg de PV, en finalización intensiva) y el dotarlos de mayor espacio vital (de 15 a 19 m² /animal), influye directa y favorablemente en la mejora del puntaje de jadeo y el bienestar de los bovinos en el corral de engorda, sobre en todo en zonas geográficas donde las condiciones climáticas del verano son extremas y la mayor expresión calórica ocurre a partir de las 1200 h⁽⁹⁾.

La mayor frecuencia de bovinos en situación PJ0 ($P < 0.01$) se registró a las 0800 h (63.1 %), en comparación con lo observado a las 1200 (11.1 %) y 1600 h (25.9 %). En PJ1 la frecuencia registrada a las 1200 h (45.6 %) fue superior ($P < 0.01$) que a las 8:00 (17.0 %) y 16:00 h (37.4 %). En PJ2 y PJ3 no se observó diferencia en la frecuencia de jadeos a las 1200 y 1600 h; sin embargo, a las 0800 h fue significativamente menor ($P < 0.01$). En cuanto a la condición PJ4, se registró mayor frecuencia ($P < 0.01$) a las 16:00 h (60.0 %) en comparación con las 0800 (8.7 %) y 1200 h (31.3 %). Con estos resultados se deduce que a mayor ITH, se incrementa el puntaje de jadeo de los bovinos en el corral de engorda intensiva. De acuerdo con lo anterior, se afirma que la exposición del ganado bovino productor de carne en condiciones intensivas, puede reducir la productividad y el bienestar de los bovinos, sobre todo en horas y regiones geográficas de más alta exposición a los efectos directos de las condiciones climáticas cálidas, que pueden ser reducidas mediante el incremento del espacio vital y de la superficie de sombra en el corral de engorda⁽²⁶⁾.

En el presente estudio se observó que la mayor frecuencia de PJ0 se registró en bovinos con tamaño de giba tamaño mediano y en menor frecuencia en bovinos sin giba y giba tamaño grande (48.8 vs 25.6; $P < 0.01$), respectivamente. En la categoría PJ1 la mayor frecuencia de jadeo se observó en los bovinos de giba tamaño mediano y este valor fue superior al observado en bovinos sin giba y de giba grande, pero este último grupo presentó menor frecuencia en esta categoría ($P < 0.01$). Las categorías PJ2 y PJ4 presentaron el mismo patrón de comportamiento, donde los bovinos sin giba mostraron la mayor frecuencia de jadeos, seguido de los bovinos de giba tamaño mediano y de los bovinos de giba grande. En PJ3 los bovinos sin giba y de giba media mostraron mayor frecuencia de jadeo que los bovinos de giba grande. Estos resultados indican que los bovinos con predominancia genética *Bos taurus* muestran dificultades fisiológicas para adaptarse a las condiciones climáticas de verano lluvioso en el trópico seco, cuando el ITH supera las 75 unidades, contrariamente a lo que sucede con los grupos raciales *Bos indicus*, que muestran mayor tolerancia a las condiciones climáticas adversas, por lo que el puntaje de jadeo es menos manifiesto. Se ha demostrado que la diferencia genética entre grupos raciales puede determinar la tolerancia a las altas

temperaturas y modificar sensiblemente el comportamiento de los bovinos toda vez que se afectan los parámetros fisiológicos⁽³⁰⁾.

La hora del día, el tipo de corral y la mayor predominancia fenotípica de *Bos taurus* influyen en la manifestación de una mayor frecuencia y puntaje de jadeo en bovinos productores de carne alojados en corral de finalización intensiva. La persistencia de altos valores de ITH en el verano a lo largo del día, compromete la estabilidad fisiológica de los bovinos en el corral de finalización, la cual no solo se ve afectada por la predominancia genética *Bos taurus*, sino que las características del alojamiento (espacio vital, área de sombra y disponibilidad de bebedero por animal) tienen mayor influencia para potenciar las condiciones adversas durante el verano, sometiendo a los bovinos a condiciones extremas que impactan de manera negativa su bienestar.

Literatura citada:

- 1 Drouillard JS. Current situation and future trends for beef production in the United States of America — A review. *Asian-Australas J Anim Sci* 2018;37(7):1007-1016. doi: 10.5713/ajas.18.0428.
- 2 FIRA. Panorama Agroalimentario. Carne de bovino. 2019.: <https://www.fira.gob.mx/InvYEvalEcon/EvaluacionIF>. Consultado Nov 30, 2020.
- 3 Lees AM, Sejian V, Wallage AL, Steel CC, Mader TL, Lees JC, Gaughan JB. The impact of heat load on cattle: review. *Animals* 2019;9(6):322. doi: 10.3390/ani9060322.
- 4 Temple D, Manteca X. Animal welfare in extensive production system in still an area of concern. *Front Sustain Food Syst* 2020;4:545902. doi: 10.3389/fsufs.2020.545902.
- 5 Renaudeau D, Collin A, Yahav S, Basilio V, Gourdine JL, Collier RJ. Adaptation to hot climate and strategies to alleviate heat stress in livestock production. *Animal* 2012;6(5):707-728. doi:10.1017/S1751731111002448.
- 6 Bernabucci U, Lacerera N, Baumgard LH, Rhoads RP, Ronchi B, Nardone A. Metabolic and hormonal acclimation to heat stress in domesticated ruminants. *Animal* 2010;4(7):1167-1183. doi: 10.1017/S175173111000090X.
- 7 Mader T, Griffin D, Hahn L. Managing feedlot heat stress. Institute of Agriculture and Natural Resourcer. University of Nebraska, Lincoln, USA: 2007. <http://extensionpublications.unl.edu/assets/html/g1409/build/g1409.htm>.

- 8 Brown-Brandl TM, Eigenberg RA, Nienaber JA, Hahn GL. Dynamic response indicators of heat stress in shaded and non-shaded feedlot cattle, part 1: Analyses of indicators. *Biosyst Eng* 2005;90(4):451-462. doi: 10.1016/j.biosystemseng.2004.12.006.
- 9 Gaughan JB, Mader TL. Body temperature and respiratory dynamics in un-shade beef cattle. *Int J Biometeorol* 2014;58(7):1443-1450. doi: 10.1007/s00484-013-0746-8
- 10 García E. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 2004; ISBN: 970-32-1010-4.
- 11 Estación climatológica de la Escuela de Biología de la Universidad Autónoma de Sinaloa. Universidad Autónoma de Sinaloa.: <http://www.uas.edu.mx/servicios/clima/>. Consultado Sept 22, 2019.
- 12 CONAGUA. Comisión Nacional del Agua. Servicio Meteorológico Nacional. Normales climatológicas del Estado de Sinaloa. Periodo 1951-2010.: <https://smn.conagua.gob.mx/es/informacion-climatologica-por-estado?estado=sin>
- 13 Mader TL, Davis MS, Brown-Brandl T. Environmental factors influencing heat stress in feedlot cattle. *J Anim Sci* 2006;84(1):712-719. doi: 10.2527/2006.843712x .
- 14 Mader TL, Holt SM, Hahn GL, Davis MS, Spiers DE. Feeding strategies for managing heat load in feedlot cattle. *J Anim Sci* 2002;80(9):2373-2382. doi: 10.1093/ansci/80.9.2373.
- 15 Méndez RD, Meza CO, Berruecos JM, Garcés P, Delgado EJ, Rubio MS. A survey of beef carcass quality and quantity attributes in Mexico. *J Anim Sci* 2009;87(11):3782-3790. doi:10.2527/jas.2009-1889.
- 16 Daniel WW. Bioestadística base para el análisis de las ciencias de la salud. Cuarta ed., México, DF: Editorial Limusa S.A. de C.V. 2002. ISBN: 968-18-6164-7.
- 17 Herrera HJG, Barreras SA. Manual de procedimientos: Análisis estadístico de experimentos pecuarios (utilizando el Programa SAS). Segunda ed. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. México. 2005. ISBN: 968-839-300-2.
- 18 SAS Institute. Statistical Analysis Software. SAS/STAT System for Windows 9.0. Cary, NC, USA. SAS Institute Inc. 2002. ISBN: 978-1-60764-599-3. http://www.sas.com/en_us/software/analytics/stat.html#
- 19 Gaughan JB, Mader TL, Holt SM, Lisle A. A new heat index for feedlot cattle. *J Anim Sci* 2008;86(1):226-234. ISSN: 1525-3163 doi: 10.2527/jas.2007-0305.

- 20 Silanikove N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. *Livest Prod Sci* 2000;67(1):1-18. doi: 10.1016/S0301-6226(00)00162-7.
- 21 Arias RA, Mader TL, Escobar PC. Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche. *Arch Med Vet* 2008;40(1):7-22. ISSN: 0301-732X doi: 10.4067/S0301-732X2008000100002.
- 22 Da Silva RG, Guilhermino MM, De Moraes DAEF. Thermal radiation absorbed by dairy cows in pasture. *Int J Biometeorol* 2010;54(1):5–11. doi 10.1007/s00484-009-0244-1.
- 23 Blaine KL, Nsahlai IV. The effects of shade on performance, carcass classes and behaviour of heat-stressed feedlot cattle at the finisher phase. *Trop Anim Health Prod* 2011;43(3):609-615. doi: 10.1007/s11250-010-9740-x.
- 24 Miltlöhner FM, Morrow JL, Dailey JW, Wilson SC, Galyean ML, Miller MF, McGlone JJ. Shade and water misting effects on behavior, physiology, performance, and carcass traits of heat-stressed feedlot cattle. *J Anim Sci* 2001;79(9):2327-2335. doi: 10.2527 / 2001.7992327x.
- 25 Unchupaico PI, Bazán AL, Quispe EC, Ancco GE. Temperatura ambiental y su efecto sobre parámetros fisiológicos en vacas Nellore y cruces bajo condiciones del trópico peruano. *Rev Inv Vet Perú* 2020;31(1):e17549 <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v31i1.17549>.
- 26 Espinoza VJ, Ortega PR, Palacios EA, Guillén TA. Tolerance to heat and atmospheric humidity of different breeds groups of cattle. *Rev MVZ Córdoba* 2011;16(2):2302-2309. doi:10.21897/rmvz.288.
- 27 Sullivan ML, Cawdell-Smith AJ, Mader TL, Gaughan JB. Effect of shade area on performance and welfare of short-fed feedlot cattle. *J Anim Sci* 2011;89(9):2911-2925. doi: 10.2527/jas.2010-3152.
- 28 Hansen PJ. Physiological and cellular adaptations of zebu cattle to thermal stress. *Anim Reprod Sci* 2004;82–83:349–360. doi:10.1016/j.anireprosci.2004.04.011.
- 29 Gaughan JB, Bonner S, Loxton I, Mader TL, Lisle A, Lawrence R. Effect of shade on body temperature and performance of feedlot steers. *J Anim Sci* 2010;88(12):4056-4067. doi:10.2527/jas.2010-2987.
- 30 Valente ÉEL, Chizzotti ML, Ribeiro OCV, Castlho GM, Domingues SS, Castro R A, Machado LM. Intake, physiological parameters and behavior of Angus and Nellore bulls subjected to heat stress. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina* 2015;36(6):4565-4574. doi: 10.5433/1679-0359.2015v36n6Supl2p4565.