



## EFECTO MEDIOAMBIENTAL Y DEL DISEÑO DE CORRAL EN COMPORTAMIENTO AGONISTA DE BOVINOS EN FINALIZACIÓN INTENSIVA †

### [ENVIRONMENTAL EFFECT AND PEN DESIGN ON AGONIST BEHAVIOUR OF BEEF CATTLE IN FEEDLOT]

Ana Citlaly Zazueta-Gutiérrez, Francisco Gerardo Ríos-Rincón\*,  
Beatriz Isabel Castro-Pérez, Alfredo Estrada-Angulo  
and Jesús José Portillo-Loera

*Universidad Autónoma de Sinaloa. Facultad de Medicina Veterinaria y  
Zootecnia. Blvd. San Angel s/n, Fraccionamiento San Benito, Predio Las  
Coloradas, 80246. Culiacán, Sinaloa, México. Email: fgrios@uas.edu.mx*

*\*Corresponding author*

#### SUMMARY

**Background.** Environmental factors can affect the welfare of cattle in the feedlot and alter their behavior. **Objective.** The present study determine the effect of the feedlot environment on the agonist behavior of cattle during two seasons in a tropical region of Mexico. **Methodology.** A prospective observational study was conducted in pens identified as Type 1, Type 2 and Type 3. The agonist behaviour, environmental temperature, relative humidity and Temperature and Humidity Index (THI) were recorded at 8:00, 12:00 and 16:00 h. **Results.** In autumn, the variation in the threat rate (34 vs. 14;  $P < 0.05$ ) and bumps (20 vs. 12,  $P < 0.01$ ) is influenced by the THI value and the hour of day; at 8:00 the THI did not exceed 77 units, while at 12:00 and 16:00, it exceeded 82 units. In Flehmen's reaction, mounts and vocalizations influenced the hour and design of the pen ( $P < 0.02$ ). In winter, the mounts (18 vs. 10) occurred when the THI value was 69 units ( $P < 0.01$ ), and decreased when it increased to 74 units. The Flehmen's reaction was higher in Type 3 (14 vs. 7) than in Type 1 ( $P < 0.01$ ). **Implications.** The agonist behavior of cattle, as measured in this work, should be considered as a measured of cattle welfare indicators in feedlots **Conclusions.** The increase of THI and design of the pen influence the manifestation of agonist behavior in beef cattle.

**Key words:** agonistic behaviour; bovidae; climatic factors; feedlots.

#### RESUMEN

**Antecedentes.** Factores ambientales pueden afectar el bienestar de los bovinos en el corral de engorda y alterar su comportamiento. **Objetivo.** El presente estudio determina el efecto del medio ambiente del corral de engorda sobre el comportamiento agonista de los bovinos durante dos épocas del año en una región tropical de México. **Metodología.** Se realizó un estudio observacional prospectivo en corrales identificados como Tipo 1, Tipo 2 y Tipo 3. El comportamiento agonista, temperatura ambiental, humedad relativa e Índice de Temperatura y Humedad (ITH) se registraron a las 8:00, 12:00 y 16:00 h. Con el número de bovinos que manifestaron conducta agonista por corral y hora del día, se calculó la tasa de indicadores agonistas y se realizó análisis de varianza; la comparación de medias para hora y diseño del corral, se realizó con la prueba de Dunn. **Resultados.** Durante el otoño, influyeron el ITH y hora del día en la variación de la tasa de amenazas (34 vs. 14;  $P < 0.05$ ) y topetazos (20 vs. 12;  $P < 0.01$ ). A las 8:00 h, el valor de ITH fue inferior a 77 unidades, mientras que a las 12:00 y 16:00 h, superó las 82 unidades. En reacción de Flehmen, montas y vocalizaciones, influyeron hora y diseño del corral ( $P < 0.02$ ). Durante el invierno, las montas ocurrieron cuando el ITH fue menor de 69 unidades ( $P < 0.01$ ), y disminuyeron cuando el ITH incrementó a 74 unidades (18 vs. 10). La reacción de Flehmen fue mayor en Tipo 3 (14 vs. 7) que en Tipo 1 ( $P < 0.01$ ). **Implicaciones.** El comportamiento agonista así como se midió en este trabajo, deberá ser considerado como una medida de los indicadores de bienestar de los bovinos en los corrales de engorda. **Conclusiones.** El incremento del ITH y el diseño del corral influyen en la manifestación de la conducta agonista en bovinos productores de carne en finalización intensiva.

**Palabras clave:** conducta agonista; corral de engorda; factores climáticos; vacunos.

† Submitted March 19, 2021 – Accepted September 15, 2021. This work is licensed under a CC-BY 4.0 International License.  
ISSN: 1870-0462.

## INTRODUCCIÓN

La ganadería bovina productora de carne es una de las principales actividades del sector pecuario mexicano; en 2019 alcanzó un máximo histórico de dos millones de toneladas, lo que representa 2.4% más respecto a 2018; estimaciones preliminares prevén que en 2020 la producción nacional de carne de bovino sea de 2.1 millones de toneladas, que significa un incremento de 100 mil toneladas, 2.5% arriba de lo registrado el año anterior (SADER-SIAP, 2019; CIMA-ASERCA, 2019). En contraparte, se prevé que la demanda mundial de carne aumentará 40% en los próximos 10 años (Berckmans, 2014), por lo que para afrontar la creciente demanda de proteína cárnica se ha orientado hacia la tecnificación de la producción pecuaria (Miranda de la Lama, 2013), y en el caso de la producción de carne bovina en el corral de engorda, con tal acción, se modifica el ambiente natural y persisten factores que inducen al estrés en los bovinos, a lo anterior se suma e impacta en el decremento de los indicadores productivos y de bienestar animal (Mota-Rojas *et al.*, 2016); además, los factores climáticos de mayor relevancia como la temperatura ambiente, humedad relativa, radiación solar directa o reflejada y el movimiento del aire, influyen directamente en la capacidad de los bovinos para mantenerse en su zona de confort térmico (Gaughan *et al.*, 2008). Para enfrentar situaciones ambientales desfavorables, el organismo del animal realiza modificaciones fisiológicas y conductuales, con ello se establecen condiciones de termo neutralidad, sobre todo en épocas del año en las que están mayormente expuestos a condiciones medioambientales adversas cuando diversos factores se combinan durante periodos cortos de tiempo (Arias *et al.*, 2008). Independientemente del sistema de producción, ya sea en pastoreo o en confinamiento, el comportamiento del ganado bovino es determinado por tres aspectos: el instinto, las percepciones sensoriales y la experiencia; el primero se refiere al comportamiento naturalmente motivado, la percepción sensorial es aquella que resulta de la interacción con el ambiente y del cual derivan situaciones desarrolladas con la experiencia adquirida ya sea negativa o positiva (Sowell *et al.*, 2000); en este sentido, se ha observado en el ganado bovino un tipo de comportamiento instintivo en referencia a la dominancia social que existe cuando las expresiones conductuales de un animal son inhibidas o alteradas por la presencia o amenaza de otro animal, para de esta manera establecer dominancia jerárquica sobre otros individuos del mismo rebaño. Justamente por ello,

una de las formas de valorar el bienestar de los bovinos en el corral de engorda es a través del comportamiento agonista; esto se refiere a la conducta presente en un grupo en una situación de conflicto entre miembros de un grupo, y se manifiesta como amenaza, agresión, defensa, sumisión y evasión; este comportamiento es mayormente observado en animales confinados destinados a la producción de carne o leche (Blackshaw, 2003, Stackhouse-Lawson *et al.*, 2015, Foris *et al.*, 2019). En algunos mamíferos, en el macho principalmente, se presenta una conducta sexual conocida como reacción de Flehmen, que se genera al oler la orina, heces, moco y/o la región de la vulva (Swaney y Kevene, 2009); pero en los corrales de engorda bovina donde solo coexisten machos, como ocurre en los corrales de engorda de bovinos en México, la reacción de Flehmen se produce al oler el prepucio o la orina de otros machos. Otra manifestación son las montas, que en bovinos evidencia el comportamiento homosexual, definido como una interacción sexual entre dos o más individuos del mismo sexo y puede ser casual o permanente (Poiani, 2010). Las vocalizaciones o mugidos son manifestaciones de malestar que los animales emiten mientras se les manipula o traslada; al respecto se demostró que la vocalización en los animales está relacionada con niveles altos de cortisol y las mediciones pueden ser utilizadas para monitorear objetivamente el manejo (Watts y Stokey, 2000). Sin ser un factor directo de perjuicio, las vocalizaciones actúan como indicadores del trato general que se le proporciona al bovino. En la expresión de la conducta agonista en bovinos puede influir el efecto medioambiental así como el tipo de instalaciones para su confinamiento intensivo. De acuerdo con lo anterior, el objetivo del presente estudio fue determinar el efecto del medio ambiente en el corral de engorda sobre el comportamiento agonista relacionado con el bienestar de bovinos productores de carne en finalización intensiva durante el otoño e invierno en la región tropical seca del noroeste mexicano.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en una Unidad de Producción Pecuaria ubicada en el valle de Culiacán, Sinaloa, México (24° 38' 58" N y 107° 17' 10" O; 70 msnm); clima BS<sub>1</sub>(h)w(w)(e), el cual se define como semiseco, muy cálido, extenso con lluvias en verano, la temperatura media anual de la región es de 25.9 °C, la temperatura mínima promedio es de 10.5 °C en el mes de enero y la máxima promedio puede ser

mayor a 36 °C durante los meses de mayo a julio (ECEB-UAS, 2020). Para el logro del objetivo, se condujo un estudio observacional prospectivo (Manterola y Otzen, 2014) en dos estaciones del año en el hemisferio norte: a) en otoño (promedios históricos de temperatura ambiente 32.4 °C, humedad relativa 58.3 %, e ITH 82.8 unidades) y, b) en invierno (promedios históricos de temperatura ambiente 26.2 °C, humedad relativa 44.0 %, e ITH 72.6 unidades). En cada estación, durante seis semanas se realizaron visitas diarias a seis corrales de finalización (n=96 bovinos/corral), elegidos al azar e identificados mediante la siguiente nomenclatura de acuerdo con el diseño del corral: Tipo 1 (superficie: 1620 m<sup>2</sup>; 16.87 m<sup>2</sup>/cabeza; área de sombra: 360 m<sup>2</sup>); Tipo 2 (superficie: 1200 m<sup>2</sup>; 12.5 m<sup>2</sup>/cabeza; área de sombra: 171 m<sup>2</sup>) y Tipo 3 (superficie: 1080 m<sup>2</sup>; 11.25 m<sup>2</sup>/cabeza; área de sombra: 180 m<sup>2</sup>). Los corrales son convencionales para la engorda y finalización de bovinos, construidos con similitud de materiales: tubería metálica de 1.60 m de altura, piso de tierra, sombra provista a base de material metálico colocada a 3.0 m de altura, bebedero automático de acero inoxidable compartido por dos corrales y banqueta de 2 m de ancho en el área de comedero lineal; otras características físicas se muestran en la Tabla 1.

**Tabla 1. Características físicas de los corrales de finalización intensiva conforme al diseño del corral de la Unidad de Producción Pecuaria.**

Características	Diseño del corral		
	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3
Superficie, m <sup>2</sup>	1620	1200	1080
Sombra disponible, m <sup>2</sup>	360	171	180
Sombra disponible, %	22.22	14.25	16.66
Orientación de la sombra	E a O	N a S	E a O
Comedero disponible, m	56	30	36
Bebedero disponible, m	6.10	6.10	6.10

Los bovinos incluidos en el estudio presentaban las siguientes características: machos sin castrar, con un componente genético de aproximadamente 60% *Bos indicus* en cruzamiento con *Bos taurus*, principalmente de las razas Pardo Suizo Americano, Pardo Suizo Europeo, Beefmaster, Charolais y Angus, en proporciones no determinadas. El protocolo de manejo y

alimentación de los bovinos fue el que comúnmente se sigue en las engordas tecnificadas de la zona norte de México. El manejo consiste en vacunación, desparasitación y colocación de implantes (acetato de trembolona, estradiol y tilosina). El alimento se proporciona dos veces al día de acuerdo con un programa de seis dietas que básicamente incluyen grano de maíz hojuelado, paja de maíz, pasta de soya, granos secos de destilería, melaza y premezcla mineral.

La temperatura ambiental y la humedad relativa fueron registrados diariamente mediante termohigrómetros digitales (Avaly Taylor, Modelo VA-EDT-1-55, CDMX, México) colocados en el centro de cada corral de engorda objeto de estudio. El índice de calor y humedad fue calculado usando la fórmula:  $ITH = (0.8 \times T) + \left[ \left( \frac{HR}{100} \right) \times (T - 1.4) \right] + 46.4$  (Mader *et al.*, 2006), donde T es la temperatura ambiental en grados Celsius y HR es la humedad relativa expresada en porcentaje. Con los valores de ITH, se identificaron las categorías desarrolladas conforme al Índice de Seguridad Meteorológica para Ganado: Confort (<74 unidades), Alerta >74 ITH <79), Peligro (>79 ITH <84) y Emergencia (>84 unidades) (Brown-Brandl, 2018). Las condiciones ambientales de la región, se corroboraron con las variables climáticas registradas en [www.weather-atlas.com/es/mexico/culiacan-rosales-clima](http://www.weather-atlas.com/es/mexico/culiacan-rosales-clima).

La evaluación de la conducta agonista se realizó durante tres horarios (8:00, 12:00 y 16:00 h); para visualizar a los bovinos se segmentó el área de observación en 4 puntos (áreas de mayor visibilidad). El tiempo de observación por segmento se estableció con base en el número de segmentos; en este caso el tiempo total de observación fue de 20 minutos, mediante un esquema de observación fijo y continuo. Se registró la frecuencia de los indicadores de la conducta agonista como: topetazos, amenazas, reacción de Flehmen, vocalización y montas, conforme a lo descrito en la Tabla 2, de acuerdo con el procedimiento referido en investigaciones previas (Marti *et al.*, 2015, Bolado *et al.*, 2018).

### Análisis estadístico

Con el número de bovinos por corral y hora del día que manifestaron conducta agonista, se calculó la tasa de indicadores agonistas. Para ello, se empleó la fórmula descrita por Daniel (2002):

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

Donde:

a = La frecuencia con la cual se ha presentado el evento (indicador conductual, social o agonista).

a + b = El número de bovinos en el corral durante el mismo periodo de tiempo (8 h, 12 h o 16 h).

k = 100, 1000 o 10000.

**Tabla 2. Definición de las conductas agonistas evaluadas.**

Conducta	Definición
Montas	Se registró cuando un bovino saltó sobre el dorso de otro, apoyándose en sus extremidades posteriores.
Topetazos	Se registró cuando dos bovinos chocaron sus cabezas y se empujaron entre sí.
Amenazas	Se consideró cuando un torete agachó su cabeza, colocó una extremidad anterior hacia adelante y cambió la posición de otro torete.
Reacción de Flehmen	Se contabilizó cuando un torete levantó su labio superior después de oler la región genital de otros toretes.
Vocalización	Se registró cuando un torete emitió un sonido vocal propio de la especie; la intensidad y la modulación pueden variar.

Enseguida, se elaboraron histogramas por corral y hora de observación para apreciar la distribución de frecuencias de los valores de las tasas y ver la aproximación a la distribución de probabilidad normal. Los histogramas se elaboraron con el paquete Minitab 16.0 (Minitab, 2000). Posteriormente, se utilizó el procedimiento UNIVARIATE opción NORMAL de SAS (SAS, 2004), para calcular los estadísticos de prueba de Kolmogorov-Smirnov de las pruebas de hipótesis para verificar la aproximación a la distribución normal (prueba de normalidad); y con el procedimiento GLM de SAS (SAS, 2004) opción MEANS / HOVTEST se calculó el valor de la estadística ji cuadrada para la prueba de hipótesis de Bartlett para la homogeneidad de las varianzas entre la combinación diseño del corral y hora del día. Cuando no hubo normalidad y/o las varianzas no fueron homogéneas, se realizó el procedimiento

descrito por Herrera y Barreras (2005), empleando el procedimiento RANK (SAS, 2004).

Para calcular rangos con las tasas, y a los rangos se les aplicó análisis de la varianza con el procedimiento GLM, declarando el modelo lineal general:

$$y_{ijk} = \mu + H_i + DC_j + HDC_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

$y_{ijk}$  = Rangos de las tasas para el indicador de bienestar animal.

$\mu$  = La media general.

$H_i$  = El efecto fijo de la i-ésima hora de observación.

$DC_j$  = El efecto fijo del j-ésimo diseño del corral.

$HDC_{ij}$  = La interacción de la j-ésima hora y el i-ésimo diseño del corral.

$\varepsilon_{ijk}$  = El error aleatorio.

La comparación de medias para la hora y el diseño del corral se realizó con la prueba de Dunn (Bonferroni) (SAS, 2002). Se fijó 0.05 como valor máximo de alfa para aceptar diferencia estadística. Cuando el análisis de la varianza indicó efecto de interacción o solo efecto del efecto principal, la tasa de los indicadores agonistas se muestran en gráficas elaboradas en Minitab 16.0 (Minitab, 2000).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 3, se muestra un resumen de los valores promedio de las condiciones climáticas registradas durante el periodo de estudio en el área geográfica donde se ubica la Unidad de Producción Pecuaria.

Si bien en el promedio de los valores de la temperatura máxima y mínima se observa disminución a principios de otoño, el valor promedio de la humedad relativa máxima en esta región costera del noroeste de México se mantiene durante la temporada; lo anterior ocasiona que el valor máximo del índice de temperatura y humedad se mantenga entre las 88 y 78 unidades. Es evidente que al disminuir la intensidad solar, esto se refleja en la reducción del índice de radiación ultravioleta. Beretta *et al.* (2013), refieren que los factores ambientales tales como la radiación solar, con temperaturas superiores a la zona de confort térmico para el ganado bovino en finalización (15 a 25 °C) combinados con la alta humedad relativa (superior al 40 %), generan un incremento de la carga calórica para el organismo animal que resulta en una reducción de sus indicadores productivos y de su comportamiento conductual.

**Tabla 3. Resumen de los valores promedio de variables climáticas registradas durante el periodo de estudio.**

Estación del año	Mes	T °C Max	T °C Min	HR, %	ITH Max	ITH Min	UV	Horas Luz	Horas sol
Otoño	Septiembre	34.4	23.6	75	88.9	72.2	11	12.3	6.5
	Octubre	34.2	20.7	72	88.0	67.5	9	11.6	7.4
	Noviembre	31.5	15.6	71	83.7	59.7	6	10.9	7.1
Invierno	Diciembre	28.2	12.2	72	78.9	54.6	5	10.6	5.9
	Enero	27.8	10.9	72	78.3	52.6	5	10.8	6.1
	Febrero	28.9	11.3	70	79.7	53.3	7	11.4	6.7

T: temperatura ambiental en grados Celsius; HR: humedad relativa en porcentaje; ITH: índice de temperatura y humedad; UV: radiación ultravioleta. Fuente: [www.weather-atlas.com/es/mexico/culiacan-rosales-clima](http://www.weather-atlas.com/es/mexico/culiacan-rosales-clima)

### Otoño

En la Tabla 4 se presentan los valores promedio de ITH registrados por hora del día en cada tipo de corral de finalización intensiva de bovinos. En el presente estudio, se observó que en la expresión del ITH hay efecto de hora del día y de diseño del corral.

Al respecto, Gaughan *et al.* (2008) consideran al ITH como un indicador de la carga térmica en el ganado bovino productor de carne en confinamiento intensivo; Beatty *et al.* (2006), afirman que durante continua y prolongada exposición a condiciones de extremo calor y humedad, el ganado *Bos indicus* mostró cambios fisiológicos menos pronunciados que el ganado *Bos taurus*, sin embargo, el consumo de agua se incrementó en ambos grupos raciales; bajo estas condiciones climáticas Renaudeau *et al.* (2012) refieren que el ganado bovino modifica su

frecuencia respiratoria, de esta manera reduce su tasa metabólica para producción de calor.

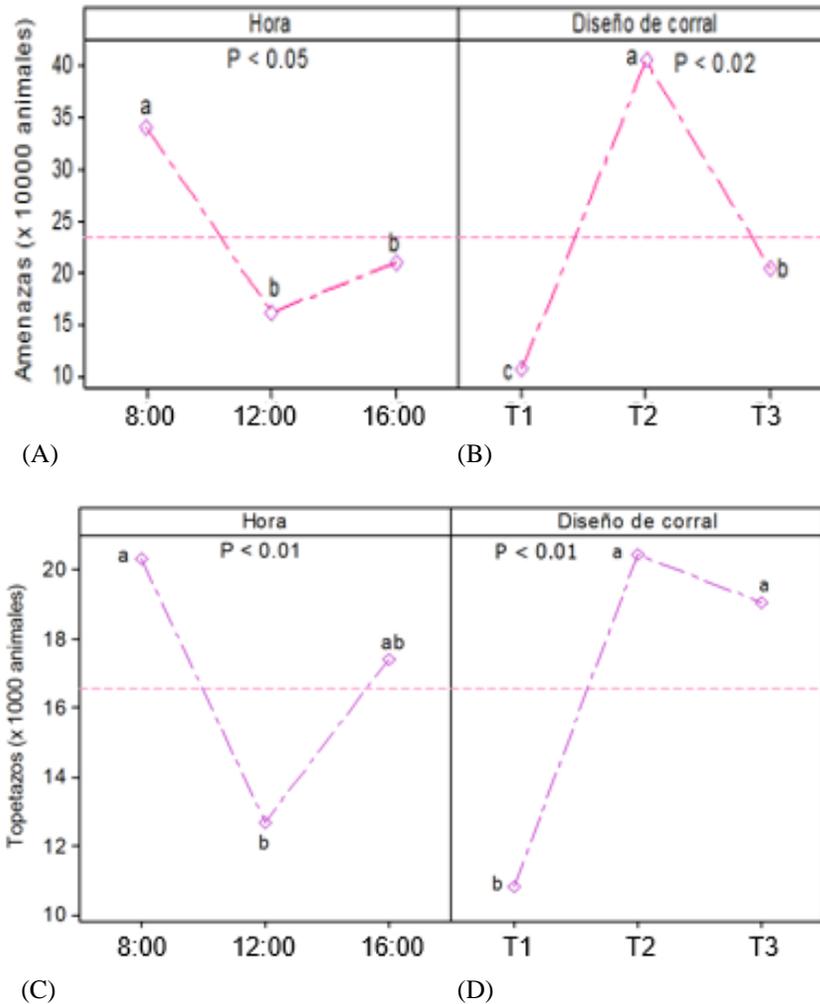
En las figuras 1A, 1B, 1C y 1D, se muestran los resultados correspondientes al comportamiento agonista expresado en tasa de amenazas y topetazos, conforme a la hora del día y al diseño del corral. Se observó que la variación en la tasa de amenazas y de topetazos está mayormente influenciada por la condición ambiental a su vez determinada por el valor del ITH y la hora del día; en el periodo de estudio se observó que a las 8:00 h el ITH se halla en la categoría de Alerta (77 unidades), mientras a las 12:00 y 16:00 h, el ITH se encuentra en la categoría de Peligro (82 unidades).

En relación al diseño del corral de engorda con la tasa de amenazas y de topetazos, la mayor expresión de amenazas ocurre en los corrales Tipo 2, mientras que la mayor tasa de topetazos ocurre

**Tabla 4. Valores promedio de índice de temperatura y humedad relativa (ITH) registrados durante el otoño por hora y diseño de corral de finalización intensiva de bovinos de productores de carne; y valor de probabilidad para hora y diseño de corral.**

Hora	Diseño de corral	ITH
8:00	Tipo 1	78.5
	Tipo 2	74.3
	Tipo 3	76.7
12:00	Tipo 1	82.3
	Tipo 2	83.3
	Tipo 3	83.6
16:00	Tipo 1	81.7
	Tipo 2	82.7
	Tipo 3	81.7
EEM <sup>1</sup>		0.44
Fuente de variación:		Valor de P
Hora		0.01
Diseño de corral		0.11
Hora x Diseño de corral		0.01

<sup>1</sup> Error Estándar de la Media (n=40).



**Figura 1.** Comportamiento agonista (tasa de amenazas y topetazos) de bovinos en finalización intensiva: A y C) Según la hora del día; B y D) Según el diseño del corral. <sup>abc</sup> Literales diferentes dentro de cada gráfica indican diferencia estadística ( $P \leq 0.05$ ).

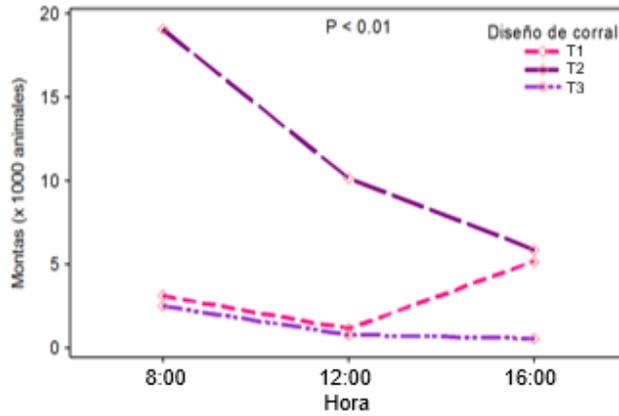
en los corrales Tipo 2 y Tipo 3; esta conducta agonista se traduce como una mayor inversión de tiempo en actividades de desplazamiento no asociados a la alimentación y está relacionada a la falta de diversos factores de compensación como la disponibilidad de sombra y de espacio vital (Park *et al.*, 2020, Salvin *et al.*, 2020). En el presente estudio la sombra disponible fue en corrales Tipo 1 (360 m<sup>2</sup>; 3.35 m<sup>2</sup>/cabeza), Tipo 2 (171 m<sup>2</sup>; 1.9 m<sup>2</sup>/cabeza) y en Tipo 3 (180 m<sup>2</sup>; 2.0 m<sup>2</sup>/cabeza). Cuando el ITH se encuentra entre las categorías de Peligro (> a 79 unidades) y Emergencia (> a 84 unidades), la disponibilidad de sombra debe ser suficiente de acuerdo al número de bovinos alojados en el corral de finalización para mitigar el efecto medio ambiental cálido (Brown-Brandl *et al.*, 2005).

En las figuras 2A, 2B y 2C, se muestran los resultados del comportamiento agonista en bovinos en finalización intensiva según la interacción del diseño del corral y la hora del día; se incluyen las tasas de reacción de Flehmen, montas y vocalizaciones.

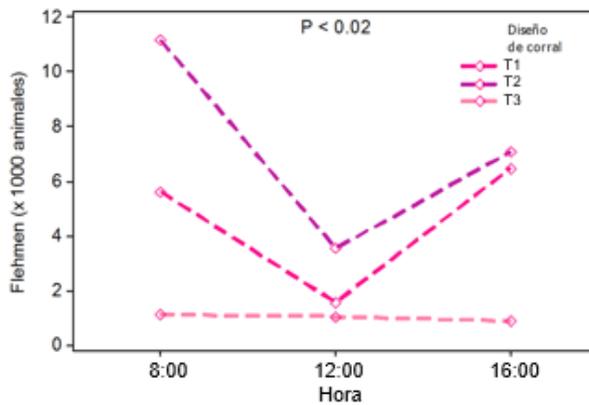
En la reacción de Flehmen influyó la hora y el diseño del corral, al ser la interacción estadística significativa ( $P < 0.02$ ); por lo tanto, hubo un comportamiento diferenciado entre los tipos de corral y la hora de observación. En los corrales Tipo 2, la reacción de Flehmen fue mayor a la estimada en los corrales Tipo 3, dependiendo de la hora, ya que a las 12:00 h se redujo; a las 8:00 h en los corrales Tipo 2 se estimó que 11 de cada 1000 bovinos la manifiestan, sin embargo, en los corrales Tipo 3 se estimó que menos de 2 por 1000 bovinos

la presentan, y ésta permaneció constante en los tres horarios. En los bovinos alojados en los corrales Tipo 3, la tasa se mostró sin cambios perceptibles durante las horas objeto de registro. La presentación de la reacción de Flehmen en horas de la mañana está asociada al diseño del corral aunque

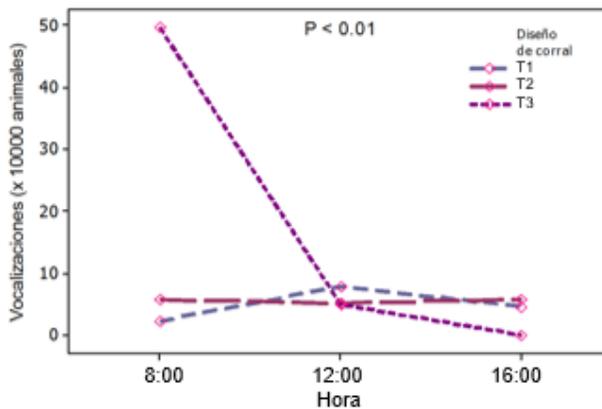
en su manifestación influyen otros factores relacionados al complejo orden social del grupo y características de dominancia en algunos bovinos tales como: temperamento, edad, peso, presencia de cuernos y antigüedad en el hato o en el grupo socialmente activo y que está muy relacionado con



(A)



(B)



(C)

**Figura 2.** Comportamiento agonista en bovinos en finalización intensiva durante el otoño, según la interacción del diseño del corral y la hora del día: A) Montas; B) Reacción de Flehmen; C) Vocalizaciones. <sup>abc</sup> Literales diferentes dentro de cada gráfica indican diferencia estadística ( $P \leq 0.02$ ).

**Tabla 5. Valores promedio de índice de temperatura y humedad relativa (ITH) registrados durante el invierno por hora y diseño de corral de finalización intensiva de bovinos de productores de carne, y valor de probabilidad para hora y diseño de corral.**

Hora	Diseño de corral	ITH
8:00	Tipo 1	70.3
	Tipo 2	68.0
	Tipo 3	68.0
12:00	Tipo 1	74.3
	Tipo 2	75.2
	Tipo 3	74.8
16:00	Tipo 1	73.5
	Tipo 2	74.7
	Tipo 3	73.9
EEM <sup>1</sup>		0.44
Fuente de variación:		Valor de P
Hora		0.01
Diseño de corral		0.78
Hora x Diseño de corral		0.01

<sup>1</sup> Error Estándar de la Media (n=48)

la disponibilidad de espacio en el corral de engorda; un factor a considerar son las interacciones homosexuales que son comunes en el ganado bovino joven sin castrar y que tiene diferentes variaciones entre genotipos e individuos (Jeziński *et al.*, 1989). Al respecto, Hubbard *et al.* (2021), afirman que la ruptura en la sincronización social conductual provocada por la falta de espacio y en consecuencia por el incremento en las agresiones, aumenta el rango de variación individual en los patrones de conducta habitual de los bovinos.

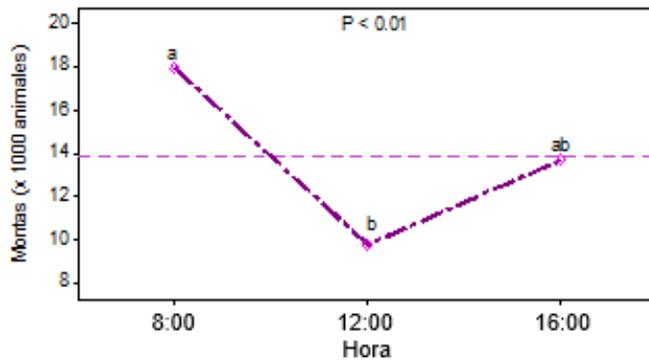
La presencia de montas también estuvo influida por la hora y el diseño del corral, al ser la interacción estadística significativa ( $P < 0.01$ ) y este comportamiento es diferenciado entre el tipo de corral y la hora de observación. En los corrales del Tipo 2 la tasa fue mayor a la estimada en los corrales del Tipo 1 y Tipo 3, en relación a la hora ya que a las 12:00 h se redujo. El comportamiento conductual innato de los bovinos alojados en los corrales de engorda intensiva puede alterarse y ser distinto al que muestran en condiciones naturales (Ratnakaran *et al.*, 2017); en tal circunstancia, el comportamiento de dominio es un componente importante de la conducta social ya que los bovinos establecen jerarquías que pueden reducir o aumentar el nivel de agresión a los individuos que integran el rebaño (Bruno *et al.*, 2018), al respecto, el comportamiento agonista conocido como “síndrome de buller” en bovinos, es una manifestación que se vincula al establecimiento de la jerarquía social entre machos (Freitas de Melo *et al.*, 2014). La frecuencia del “síndrome de buller”

en los corrales de engorda bovina se determinó en 2 % (Blackshaw *et al.*, 1997), los bovinos que frecuentemente son montados pierden pelo, presentan lesiones en grupa y cola, y en casos extremos fracturas óseas (Stokey, 2001). Las vocalizaciones fueron audibles dependiendo del tipo de corral y la hora en que se manifestaron ( $P < 0.01$ ). Aunque en menor tasa que las conductas de Flehmen y montas, en los corrales Tipo 3 a las 8:00 h se registró una tasa cercana a 50 x 10000 bovinos, mientras que en los corrales Tipo 1 y Tipo 3, la tasa fue menor a 10 x 10000 bovinos.

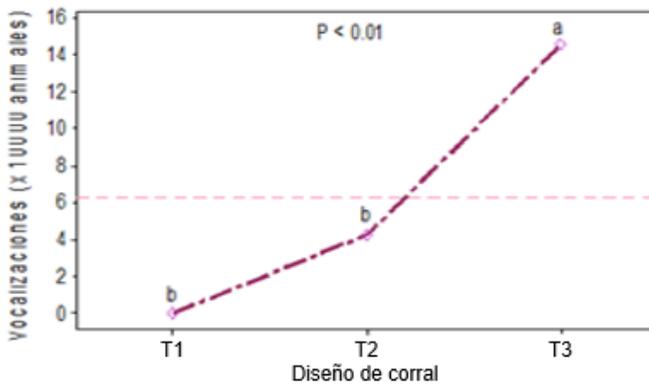
### Invierno

En la Tabla 5 se presentan los valores promedio de ITH registrados por hora del día en cada tipo de corral de finalización intensiva de bovinos. Al igual que en el otoño, se observó que en la expresión del ITH hay efecto de hora del día y de diseño del corral. En las figuras 3A, 3B y 3C, se muestran los resultados del comportamiento agonista en bovinos en finalización intensiva en trópico seco durante el invierno, según hora del día para la manifestación de montas, vocalizaciones y reacción de Flehmen según el diseño de corral.

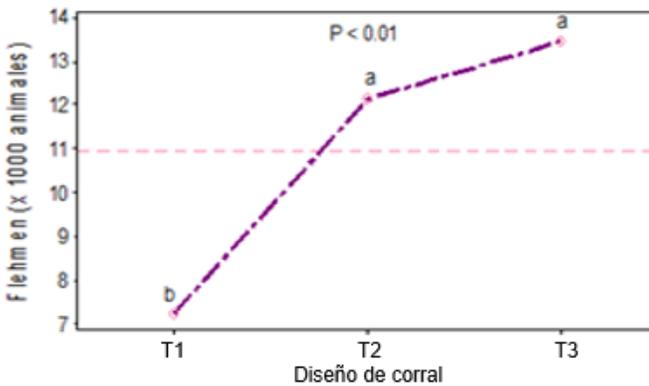
Estos resultados muestran que la mayor tasa de expresión agonista manifestada mediante las montas, ocurre durante la mañana en comparación con el medio día (18 vs. 10;  $P < 0.01$ ); se entiende que la mayor expresión de comportamiento agonista ocurre cuando el valor de ITH es menor o igual a 69 unidades; en esta época del año, los bovinos



(A)



(B)

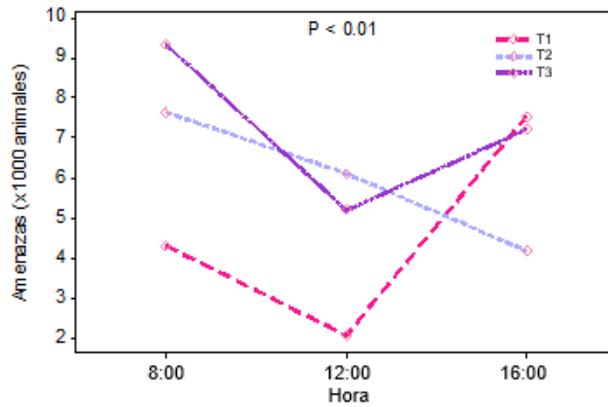


(C)

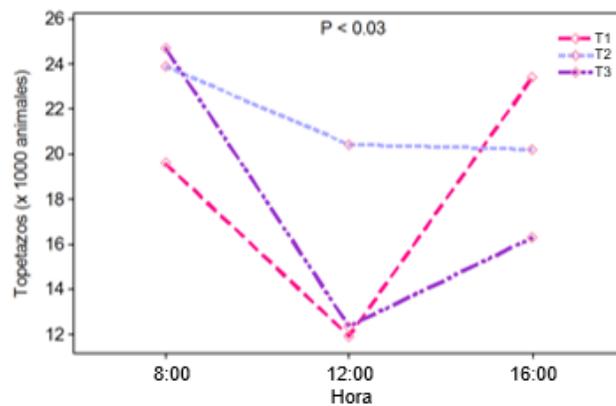
**Figura 3.** Comportamiento agonista en bovinos en finalización intensiva durante el invierno: A) Montas según la hora del día; B) Vocalizaciones según el diseño del corral; C) Reflejo de Flehmen según el diseño de corral ( $P < 0.01$ ).

se encontraban en zona de Confort térmico, pero el comportamiento agonista disminuye sensiblemente cuando el valor de ITH supera las 74 unidades. Con base en esta información se confirma que el ITH es un buen indicador para predecir el comportamiento agonista de los bovinos en finalización intensiva, en lo que a montas se refiere, toda vez que esta interacción sexual está asociada a la dominancia social (Lane *et al.*, 2016), a la edad, al ambiente

social durante la finalización del ganado, a los disturbios ambientales y al temperamento propio de la especie determinado por factores genéticos (Bozkurt *et al.*, 2006, Fallahi, 2019). La conducta agonista, principalmente manifiesta mediante expresiones sexuales, se refieren al acoso físico y la monta entre bovinos del mismo sexo (Blakshaw, 2003).



(A)



(B)

**Figura 4.** Comportamiento agonista en bovinos en finalización intensiva en trópico seco durante el invierno, según la interacción del diseño del corral y la hora del día: A) Amenazas; B) Topetazos. ( $P < 0.03$ ).

La mayor tasa de vocalizaciones registradas en el corral de engorda correspondió al diseño Tipo 3 vs. diseño Tipo 2 (15 vs. 5;  $P < 0.01$ ). Las vocalizaciones en el ganado bovino proporcionan información significativa sobre la forma en que ellos se llaman mediante esta forma de comunicación; la interpretación correcta de esta información pudiese ser utilizada para mejorar la gestión y evaluación del bienestar; entonces la vocalización puede entenderse como una expresión subjetiva por parte de un individuo en su propio estado interno, por ello, el comportamiento vocal del ganado es un indicador potencialmente útil de su funcionamiento fisiológico y psicológico (Watts y Stookey, 1998). En el presente caso, los llamamientos del ganado en esta zona de la UPP pueden ser atribuidos a situaciones relacionadas con hora de servida del alimento, o bien ante la presencia de otros bovinos que son conducidos a través de los pasillos adyacentes hacia el área de

manejo dada su cercanía. Sin embargo, un estudio más detallado de la medición de vocalizaciones pudiese dilucidar la expresión de estas vocalizaciones por tipo, frecuencia, duración, entre otros elementos.

En el presente estudio, la reacción de Flehmen fue mayor en los corrales Tipo 3 que en los corrales Tipo 1 (14 vs. 7;  $P < 0.01$ ). El macho es quien principalmente presenta esta conducta sexual (Blakshaw, 2003); por ello es que en los corrales de engorda de ganado bovino donde solo coexisten machos, la reacción de Flehmen se produce al oler el prepucio o la orina de otros machos, y en su presentación influyen otros factores, relacionados a su complejo orden social y características de dominancia tales como: edad, peso, presencia de cuernos y antigüedad en el hato o en el grupo socialmente activo (Freitas de Melo *et al.*, 2014).

**Tabla 6. Disponibilidad de espacio vital en bovinos finalizados en corral de engorda intensiva durante otoño e invierno.**

Época	Diseño de corral	n	Peso final (kg)	Superficie (m <sup>2</sup> )	Espacio vital (m <sup>2</sup> )	Diferencia (m <sup>2</sup> )
Otoño	Tipo 1	108	491.0	1620	14.93	-5.07
	Tipo 2	91	479.5	1200	13.18	-6.82
	Tipo 3	91	498.0	1080	11.86	-8.14
Invierno	Tipo 1	108	491.0	1620	14.93	-5.07
	Tipo 2	90	488.0	1200	13.33	-6.67
	Tipo 3	87	500.5	1080	12.41	-7.59

n= bovinos alojados por corral.

En las figuras 4A y 4B, se muestran los resultados del comportamiento agonista en bovinos en finalización intensiva durante el invierno, según la interacción del diseño del corral y la hora del día. Este comportamiento agonista incluye las tasas de amenazas y topetazos.

Se observa que en los corrales diseño Tipo 2 la máxima expresión de amenazas y topetazos ocurre a las 8:00 h, después disminuye en relación con el tiempo hasta lograr una mínima expresión a las 16:00 h. En los corrales diseño Tipo 3, la expresión de amenazas y topetazos alcanza su mayor valor a las 8:00 h, en seguida se observa una notable disminución a las 12:00 h para luego incrementar a las 16:00 h.

Por otra parte, en los corrales Tipo 1, la expresión mayor de amenazas y topetazos ocurre a las 8:00 h, disminuye notablemente a las 12:00 h y aumenta la actividad a las 16:00 h. A las 8:00 h, el ITH (69 unidades) indica que los bovinos se encuentran en estado de Confort, por lo que la inversión de tiempo para manifestar su conducta agonista alcanza su máxima expresión; posteriormente al presentarse la categoría de Alerta (75 unidades), la actividad agonista disminuye; sin embargo, a pesar de que la Alerta persiste a las 16:00 h (74 unidades), las amenazas y topetazos, tienden a incrementarse en los corrales Tipo 3 y Tipo 1.

En la Tabla 6, se presentan los valores correspondientes a disponibilidad de espacio vital en bovinos finalizados en corral de engorda en las estaciones de otoño e invierno.

Se conoce que todo individuo requiere un mínimo de espacio para sentirse confortable; aunque en el Manual de Buenas Prácticas Pecuarias en la Producción de Carne de Ganado Bovino en Confinamiento (SAGARPA-SENASICA, 2014), se establecen para clima seco de 12 a 12.5 m<sup>2</sup>/cabeza, no considera que los bovinos

incrementan de peso durante su permanencia en el corral de engorda; al tomar en cuenta el cambio en el peso vivo del ganado, Lagos *et al.* (2014) recomiendan 18.5 m<sup>2</sup> por bovino de espacio vital promedio o bien 15 m<sup>2</sup> para bovinos de hasta 300 kg de peso vivo y 20 m<sup>2</sup> a partir de 400 kg. Con base en esta referencia, el espacio vital en los corrales de finalización objeto de estudio se redujo en el orden de 40.7 % en el Tipo 3, 34.1 % en Tipo 2 y de 25.3 % en corrales Tipo 1 en el otoño, mientras que en el invierno, el espacio vital se redujo 37.9 % en Tipo 3, 33.3 % en Tipo 2 y 25.3 % en corrales Tipo 1. Macitelli *et al.* (2020), afirman que el espacio reducido en los corrales de engorda, afecta el bienestar del ganado productor de carne; además cuando se quebranta el espacio vital puede implicar disturbios en la organización social, incremento de interacciones que involucran la agresión y promueven la tensión social, así como estados estresantes que pudieran ser incompatibles con los indicadores productivos; esto generalmente ocurre en todas las especies animales debido a que el individuo de rango subordinado requiere de un espacio mínimo para mostrar su subordinación; por tal razón, una vez ocurrida la interacción agonista, si el individuo derrotado o subordinado no dispone del espacio suficiente para retirarse y demostrar su subordinación, seguirá siendo agredido por el individuo dominante (Landaeta-Hernández y Drescher, 2012). En relación a la dominancia jerárquica en el corral de engorda bovina Hubbard *et al.* (2021), señalan que esta es mayormente manifiesta cuando el comportamiento de un animal es inhibido o alterado por la presencia o amenaza de otro animal que tiene mayor predominancia sobre otros individuos en el mismo espacio. En contraparte, Braga *et al.* (2018), determinaron que independiente de la asignación de espacio durante la finalización, la capacidad de adaptación a las condiciones del corral de engorda depende del temperamento del ganado cebuino juvenil. En el mismo orden, se ha relacionado la densidad en el corral de engorda, con el bienestar y la respuesta

productiva de los bovinos; los resultados mostraron que al aumentar el espacio por animal en los corrales de engorda puede representar mejoras en el bienestar de los bovinos, ya que estos pueden expresar su comportamiento natural, tienden a aumentar su comportamiento social y disminuyen las conductas agonistas, las cuales suelen presentarse en corrales con un menor espacio vital por animal (Ha *et al.*, 2017, Montelli *et al.*, 2018).

## CONCLUSIONES

En otoño e invierno en la región tropical seca del noroeste mexicano, el comportamiento agonista de bovinos productores de carne es sensiblemente disminuido cuando el índice de calor y humedad en los corrales de finalización intensiva se incrementa; en esta expresión conductual también influye el diseño del corral. Estos resultados implican que cuando el espacio vital es insuficiente en relación al incremento de peso corporal de los bovinos durante su permanencia en el corral y la sombra disponible no es suficiente según el número de bovinos alojados, esta violación a las condiciones de bienestar conlleva a disturbios en el corral de engorda, incrementan las interacciones negativas en las que predominan las agresiones por lo que el aumento de la tensión social conduce a lesiones y disminución en los indicadores productivos. En tal sentido, se debe considerar el cambio de peso y el número de bovinos alojados en el corral de engorda, y considerar el valor que alcanza el ITH en el trópico seco mexicano para considerar la disponibilidad de sombra y de espacio vital. Finalmente, al diseñar y construir instalaciones se deben considerar los factores de bienestar para los bovinos, seguridad para los operarios, funcionalidad y protección contra factores adversos del clima.

### Acknowledgements

The authors thank Carnes Don Saul SA de CV for the facilities granted to carry out this project.

**Financing.** The study was partially funded by the authors.

**Interest conflict.** No conflict of interest to declare.

**Compliance with ethical standards.** Because the data obtained are part of an animal welfare project, the bovines object of this study did not suffer manipulation, or physical or psychological abuse. These actions adhere to the Federal Law of Animal Health (México, 2012), Articles 1°, 2°, 16° subsection XIV, and 20° subsections III, IV and V,

provisions applicable to compliance Good Livestock Practices.

**Data availability.** The data collected in the present study are available in electronic format with corresponding author.

**Authors contribution (CRediT).** **Ana Citlaly Zazueta-Gutiérrez.** Investigation, Visualization, Writing original Draft; **Francisco Gerardo Ríos-Rincón.** Conceptualization, Supervisión, Writing-review & edition; **Beatriz Isabel Castro Pérez.** Project administration, Supervisión, Writing original draft; **Alfredo Estrada-Angulo.** Resources, Supervision; **Jesús José Portillo-Loera.** Methodology, Formal analysis and Data curation.

## REFERENCIAS

- Arias, R.A., Mader, T.L. and Escobar, P.C., 2008. Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 40, pp. 7-22. DOI: 10.4067/S0301-732X2008000100002.
- Beatty, D.T., Barnes, A., Taylor, E., Pethick, D., McCarthy, D.M. and Maloney, S.K. 2006. Physiological responses of *Bos taurus* and *Bos indicus* cattle to prolonged, continuous heat and humidity. *Journal of Animal Science*. 84, pp. 972-985. <https://doi.org/10.2527/2006.844972x>
- Berckmans, D. 2014. Precision livestock farming technologies for welfare management in intensive livestock systems. *Scientific and Technical Review of the Office International des Epizooties*. 33, pp. 189-196. Disponible en: <https://www.oie.int/doc/ged/d13666.pdf>
- Beretta, V. Simeone, A. and Bentancur, O. 2013. Manejo de la sombra asociado a la restricción del pastoreo: efecto sobre el comportamiento y performance estival de vacunos. *Agrociencia Uruguay*. 17, pp. 131-140. ISSN 2301-1548.
- Blackshaw, J., Blackshaw, A. and McGlone, J. 1997. Buller steer syndrome review. *Applied Animal Behaviour Science*. 54, pp. 97-108. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(96\)01170-7](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(96)01170-7)
- Blackshaw, J. 2003. Notes on some topics in applied animal behaviour. Third edition.

- Queensland, AU, University of Queensland. Updated in 2003. [Internet]. [Citado 02 Feb 2020] Disponible en: <http://www.animalbehaviour.net/JudithKBlackshaw/JKBlackshawWholeBook.pdf>
- Bolado-Sarabia, J.L., Pérez-Linares, C., Figueroa-Saavedra, F., Tamayo-Sosa, A.R., Barreras-Serrano, A., Sánchez-López, E., García-Reynoso, I.C. Ríos-Rincón, F.G., Rodríguez-Poché, M.Y., García-Vega, L.A., Gallegos, E., and Castro-Osuna, P. 2018. Effect of immunocastration on behavior and blood parameters (cortisol and testosterone) of Holstein bulls. *Austral Journal of Veterinary Sciences*. 50, pp. 77-81. DOI: 10.4067/S0719-81322018000200077
- Bozkurt, Y., Ozkaya, S. and Dewi Ap, I. 2006. Association between aggressive behaviour and high-energy feeding level in beef cattle. *Czech Journal of Animal Science*. 51, pp. 151-156. <https://doi.org/10.17221/3922-CJAS>.
- Braga, J.S., Faucitano, L., Macitelli, F., Sant'Anna, A.C., Méthot, S. and Paranhos da Costa, M.J.R. 2018. Temperament effects on performance and adaptability of Nellore young bulls to the feedlot environment. *Livestock Science*. 216, pp. 88-93 <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2018.07.009>
- Brown-Brandl, T.M. 2018. Understanding heat stress in beef cattle. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 47, pp. 1-9. <http://dx.doi.org/10.1590/rbz4720160414>
- Brown-Brandl, T.M., Eigenber, R., Nienaber, J.A. and Hahn, G.L. 2005. Dynamic response indicators of heat stress in shaded and non-shaded feedlot cattle. Part 1: Analyses of Indicators. *Biosystems Engineering*. 90, pp. 451-462. DOI:10.1016/j.biosystemseng.2004.12.006
- Bruno, K., Vanzant, E., Vanzant, K., Altman, A., Kudupoje, M. and McLeod, K. 2018. Relationship between quantitative measures of temperament and other observed behaviors in growing cattle. *Applied Animal Behaviour Science*. 199, pp. 59-66. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2017.10.009>
- CIMA-ASERCA. 2019. Centro de Información de Mercados Agropecuarios. Agencia de Servicios a la Comercialización y Desarrollo de Mercados Agropecuarios. [Internet]. [Citado 17 nov 2020]. Disponible en: [https://www.cima.aserca.gob.mx/work/models/cima/pdf/cadena/2019/Reporte\\_mercado\\_bovino\\_050919.pdf](https://www.cima.aserca.gob.mx/work/models/cima/pdf/cadena/2019/Reporte_mercado_bovino_050919.pdf)
- Daniel, W. W. B. 2002. Bioestadística en ciencias de la salud. México, D.F. Limusa Wiley Editorial. pp. 235-394. ISBN-10: 9681861647.
- Estación climatológica de la Escuela de Biología. 2020. Universidad Autónoma de Sinaloa. [Internet] [13 marzo 2020] Disponible en: <https://www.uas.edu.mx/servicios/clima/boletines>
- Fallahi, S. 2019. Behavioral genetics in cattle- a review. *Journal Livestock Science*. 10, pp. 102-108. <http://dx.doi.org/10.33259/JLivestSci.2019.102-108>
- Foris, B., Zebunke, M., Langbein, J. and Melzer, N. 2019. Comprehensive analysis of affiliative and agonistic social networks in lactating dairy cattle groups. *Applied Animal Behaviour Science*. 210, pp 60-67. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2018.10.016>.
- Freitas-de Melo, A., Lacuesta, L. and Ungerfeld, R. 2014. Homosexual behavior in male ruminants. Review. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 5, pp. 91-106. DOI:10.22319/rmcp.v5i1.3218.
- Galina, C., Orihuela, A. and Rubio, I. 1996. Behavioral trends affecting oestrus detection in Zebu cattle. *Animal Reproduction Science*. 42, pp. 465-470. DOI:10.1016/0378-4320(96)01491-1
- Gaughan, J.B., Mader, T.L., Holt, S.M. and Lisle, A. 2008. A new heat load index for feedlot cattle. *Journal of Animal Science*. 86, pp. 226-234. DOI: 10.2527/jas.2007-0305
- Ha, J.J., Yang, K.L., Oh, D.Y., Yi, J.K. and Kim, J.J. 2017. Rearing characteristics of fattening Hanwoo steers managed in different stocking densities. *Asian-Australas Journal Animal Science*. 31, pp. 1714-1720. <https://doi.org/10.5713/ajas.17.0451>

- Herrera, H. J. G. y A. Barreras S. 2005. Análisis Estadístico de Experimentos Pecuarios (Utilizando el Programa SAS). Segunda Edición. Colegio de Postgraduados. Ganadería. Campus Montecillo. México. 119 p.
- Hubbard AJ, Foster MJ and Daigle CL. 2021. Social dominance in beef cattle—A scoping review. *Applied Animal Behaviour Science*. 241, pp. 105390. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2021.105390>
- Jeziarski TA, Koziorowski M, Goszczyński J and Sieradzka I. 1989. Homosexual and social behaviours of young bulls of different geno- and phenotypes and plasma concentrations of some hormones. *Applied Animal Behaviour Science*. 24, pp. 101-113. [https://doi.org/10.1016/0168-1591\(89\)90038-5](https://doi.org/10.1016/0168-1591(89)90038-5)
- Lagos, G.H., González, G.F.J. y Castillo, R.F. 2014. Paquete tecnológico para la engorda de ganado bovino en corral de engorda. Instituto Nacional de Investigaciones, Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Norte Centro. Aldama, Chihuahua, México.
- Landaeta-Hernández, A. y Drescher, K. 2012. Instalaciones, conducta y bienestar en vacunos tropicales. *Revista Mundo Pecuario*. 8, pp. 121-131. ISSN: 1856-111X. <http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/35472>
- Lane, S.M., Haughan, A.E., Evans, D., Tregenza, T. and House, C.M. 2016. Same-sex sexual behaviour as dominance display. *Animal Behaviour*. 114, pp. 113-118. <http://dx.doi.org/10.1016/anbehav.2016.01.005>
- Macitelli, F., Braga, J.S., Gellatly, D. and Paranhos da Costa, M.J.R. 2020. Reduced space in outdoor feedlot impacts beef cattle welfare. *Animal*. 14, pp. 1-10. doi: 10.1017/S1751731120001652
- Manterola C, y Otzen T. 2014. Estudios observacionales. Los diseños utilizados con mayor frecuencia en investigación clínica. *International Journal of Morphology*. 32, pp. 634-645. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022014000200042>
- Mader, T.L., Griffin, D., and Hahn, L. 2006. Environmental factors influencing heat stress in feedlot cattle. *Journal of Animal Science*. 84, pp. 712-719. <http://doi.org/10.2527/2006.843712x>
- Marti, S., Devant, M., Amatayakul-Chantler, S., Jackson, S., Lopez, E., Janzen, E.D. and Schwartzkopf-Genswein, K.S. 2015. Effect of anti-gonadotropin-releasing factor vaccine and band castration on indicators of welfare in beef cattle. *Journal of Animal Science*. 93, pp. 1581-1591. DOI: 10.2527/jas2014-8346
- Minitab, I. N. C. 2000. MINITAB statistical software. Minitab Release. Ver. 13.
- Miranda-de la Lama, G.C. 2013. Transporte y logística pre-sacrificio: principios y tendencias en bienestar animal y su relación con la calidad de la carne. *Veterinaria México*. 44, pp. 31-56. ISSN: 0301-509 [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0301-50922013000100004&lng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-50922013000100004&lng=es).
- Montelli, N.L.L.L., Macitelli, F., Da Silva Braga, J. and Da Costa, M.J.R.P. 2019. Economic impacts of space allowance per animal on beef cattle feedlot. *Semina: Ciências Agrárias*. 40, pp. 3665-3678. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2019v40n6supl3p3665>
- Mota-Rojas, D., Velarde, A., Huertas, C.S. y Cajiao, M.N. 2016. Bienestar animal, una visión global en Iberoamérica. Tercera edición. Barcelona, España: Editorial ELSEIVER. pp 516. ISBN: 978-84-9113-026-0.
- Park, R.M., Foster, M. and Daigle, C.L. 2020. A scoping review: The impact of housing systems and environmental features on beef cattle welfare. *Animals*. 10, pp. 565-581. Doi: 10.3390/ani10040565
- Poiani, A. 2010. Animal homosexuality: a biosocial perspective. 1st ed. Cambridge, Inglaterra: Cambridge University Press.
- Ratnakaran, A.P., Sejian, V., Sanjo-Jose, V., Vaswani, S., Bagath, M., Krishnan, G., Beene, V, Devi, I., Varma, G. and Bhatta, R. 2017. Behavioral responses to livestock adaptation to heat stress challenges. *Asian Journal of Animal Science*. 11, pp. 1-13. <https://doi.org/10.3923/ajas.2017.1.13>

- Renaudeau, D., Collin, A., S. Yahav, S., de Basilio, V., Gourdine, J.L. and Collier, R.J. 2012. Adaptation to hot climate and strategies to alleviate heat stress in livestock production. *Animal*. 6, pp. 707-728. Doi: 10.1017 / S1751731111002448.
- SADER-SIAP. 2019. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. [Internet]. [Citado 17 nov 2020]. Disponible en: <https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-pecuaria>
- SAGARPA-SENASICA. 2014. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. Manual de Buenas Prácticas Pecuarias en la Producción de Carne de Ganado Bovino en Confinamiento
- Salvin, H.E., Less, A.M., Cafe, L.M., Colditz, I.G. and Lee, C. 2020. Welfare of beef cattle in Australian feedlots: a review of the risks and measures. *Animal Production Science*. 60, pp. 1569-1590. <https://doi.org/10.1071/AN19621>
- SAS Institute Inc. 2004. SAS/STAT® 9.1 User's Guide. Cary, NC, USA. SAS Institute Inc. ISBN 1-59047-243-8
- Sowell BF, Mosley JC, and Bowman JGP. 1999. Social behaviour of grazing beef cattle: implications for management. *Journal of Animal Science*. 77(E-Suppl), pp. 1-6.
- <http://dx.doi.org/10.2527/jas2000.00218812007700ES0021x>
- Stackhouse-Lawson, K.R., Tucker, C.B., Calvo-Lorenzo, M.S. and Mitloehner, F.M. 2015. Effects of growth-promoting technology on feedlot cattle behavior in the 21 days before slaughter. *Applied Animal Behaviour Science*. 162, pp. 1-8. DOI: 10.1016/j.applanim.2014.11.001
- Stookey, J.M. 2001. Buller steer syndrome. University of Saskatchewan Western College of Veterinary Medicine Applied Ethology. [Internet] [Citado 13 junio 2020] Disponible en: <http://www.usask.ca/wcvm/herdmed/appliedethology/articles/bullers.html>.
- Swaney, W.T. and Kevene, E.B. 2009. The evolution of pheromonal communication. *Behavioural Brain Research*. 200, pp. 239-247. DOI:10.1016/2008.09.039.
- Watts, J.M. and Stookey, J.M. 1998. Effects of restraint and branding on rates and acoustic parameters of vocalization in beef cattle. *Applied Animal Behaviour Science*. 62, pp. 125-135.
- Watts, J.M. and Stookey, J.M. 2000. Vocal behavior in cattle: the animal's commentary on its biological processes and welfare. *Applied Animal Behaviour Science*. 67, pp. 15-33. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(99\)00108-2](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(99)00108-2)