

Indicadores conductuales en novillos Holstein finalizados durante invierno y primavera con diferente disponibilidad de espacio vital

Behavioral indicators in Holstein steers finished during winter and spring with different availability of space allowance

Cristina Pérez-Linares¹, Francisco Gerardo Ríos-Rincón², Fernando Figueroa-Saavedra¹, Alberto Barreras-Serrano¹, Beatriz Isabel Castro-Pérez², Keydi Leticia Rivera Vargas¹, Ana Mireya Romo-Valdez^{1*}

RESUMEN

El estudio evaluó la conducta de novillos Holstein finalizados en corral de engorde durante invierno y primavera con dos disponibilidades de espacio vital. Se registraron los indicadores conductuales durante los últimos 70 días de permanencia en el corral de engorde, con base a la época del año y el espacio vital por corral: finalizados en invierno: (1) 65 novillos alojados en 14 m²/cabeza y (2) 57 novillos alojados en 16 m²/cabeza; finalizados en primavera: (3) 65 novillos alojados en 14 m²/cabeza y (4) 57 novillos alojados en 16 m²/cabeza. Los novillos alojados en 14 m² exhibieron comportamiento agonista expresado en mayor frecuencia de topetazos (16.93 vs. 12.51), peleas (7.17 vs. 2.99), amenazas (12.16 vs. 8.02) y vocalizaciones (24.92 vs. 18.56) que aquellos alojados en 16 m²/cabeza; mientras que en invierno persistieron los topetazos (15.98 vs. 13.46), peleas (6.61 vs. 3.55) y acicalamiento (28.40 vs. 20.31), disminuyó la frecuencia de olfateos (24.98

¹ Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias, Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali, Baja California, México

² Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Sinaloa, Culiacán, Sinaloa, México

* Autor de correspondencia: Ana Mireya Romo Valdez, romo.ana@uabc.edu

Recibido: 8 de noviembre de 2023

Aceptado para publicación: 20 de agosto de 2024

Publicado: 20 de diciembre de 2024

©Los autores. Este artículo es publicado por la Rev Inv Vet Perú de la Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0) [<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>] que permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada de su fuente original

vs. 64.14) e incrementó la frecuencia de novillos con cabeza baja (6.30 vs. 2.31) con relación al engorde en primavera. La reducción del espacio vital en novillos Holstein en invierno influye en el comportamiento agonista y disminuye el comportamiento social. Se concluye que asignar 16 m²/cabeza durante la engorda y finalización intensiva de novillos Holstein asegura mejores condiciones de alojamiento y brinda la posibilidad de la expresión del comportamiento habitual positivo.

Palabras clave: finalización intensiva, corral de engorda, producción de carne bovina, novillos Holstein

ABSTRACT

The study evaluated the behaviour of Holstein steers finished in feedlot during winter and spring with two availabilities of living space. Behavioural indicators were recorded during the last 70 days of stay in the feedlot, based on the following distribution, according to the time of year and the living space per corral: finished in winter: (1) 65 steers housed in 14 m²/head and (2) 57 steers housed in 16 m²/head; finished in spring: (3) 65 steers housed in 14 m²/head and (4) 57 steers housed in 14 m²/head. Steers housed in 14 m² exhibited agonistic behaviour expressed in a higher frequency of butting (16.93 vs. 12.51), fighting (7.17 vs. 2.99), threats (12.16 vs. 8.02) and vocalizations (24.92 vs. 18.56) than those housed in 16 m²/head; while in winter bumps (15.98 vs. 13.46), fights (6.61 vs. 3.55) and grooming (28.40 vs. 20.31), decreased the frequency of sniffing (24.98 vs. 64.14) and the frequency of steers with lowered heads increased. (6.30 vs. 2.31) in relation to fattening in spring. The reduction of space allowance in Holstein steers in winter influences agonistic behaviour and decreases social behaviour. It is concluded that allocating 16 m²/head during intensive fattening and finishing of Holstein steers ensures better housing conditions and provides the possibility of expressing positive habitual behaviour.

Key words: intensive fattening, feedlot, beef cattle production, Holstein steers

INTRODUCCIÓN

El sistema intensivo para producción de carne bovina se sustenta en el confinamiento del ganado; por esta razón, el requerimiento de espacio para alojar al ganado en el corral de engorda se debe basar en la disponibilidad del área que será destinada a dicho propósito, que se considera necesario para la expresión del comportamiento esencial del ganado bovino (Gallo *et al.*, 2023) y que además asegure el establecimiento del orden jerárquico que prevalecerá durante el tiempo de permanencia de los bovinos (Romo-Valdez *et al.*, 2021), que en el caso del ganado Holstein en el corral de engorda varía desde 250 hasta 270 días, esto de acuerdo al peso de ingreso a la Unidad de Producción Pecuaria.

Si la disponibilidad de espacio vital se compromete durante el periodo de permanencia en el corral de engorda, el comportamiento natural del ganado se modifica y la expresión de la conducta agonista se incrementa debido a la competencia entre los bovinos por el espacio (Zazueta *et al.*, 2022); por el contrario, incrementar la disponibilidad de espacio físico contribuye a la mejora de los indicadores de bienestar en el corral de engorda bovina (Romo-Valdez *et al.*, 2021). Macitelli *et al.* (2020) afirman que al reducir el espacio vital se quebranta el espacio social y, en consecuencia, se incrementa la agresión y aumenta la tensión en el grupo confinado; al respecto, en tanto que Hubbard *et al.* (2021), manifiestan que la dominancia jerárquica tiene consecuencias en la alteración

del comportamiento natural de los bovinos cuando ese tiene la competencia del espacio vital y se expresa en mayor medida cuando tal espacio es reducido.

La asignación de espacio vital, según las diversas experiencias, en bovinos productores de carne en confinamiento intensivo, va desde 8 m² hasta la máxima de 32 m² (Lee *et al.*, 2012; De Freitas *et al.*, 2015; Ha *et al.*, 2018). Por su parte, Bolado-Sarabia *et al.* (2018) en bovinos Holstein en finalización otorgaron 9 m² por bovino y Lagos *et al.* (2014) recomendaron asignar desde 15 hasta 20 m² por bovino en función del incremento de peso corporal durante el engorde y finalización, sin distinción del grupo racial. El Manual de Buenas Prácticas Pecuarias en la Producción de Carne de Ganado Bovino en Confinamiento (SAGARPA-SENASICA, 2014) establece para corrales ubicados en clima seco que la asignación de espacio sea de 12 a 12.5 m² por bovino, pero no considera el tipo racial.

Dos aspectos que modifican el comportamiento natural en los bovinos se refieren al genotipo y a la individualidad. Así, el ganado bovino tipo lechero en confinamiento presenta mayor exhibición de conducta homosexual y social en comparación con razas especializadas en producción de carne (Jeziarski *et al.*, 1989). En este sentido, los bovinos que muestran temperamento más excitable presentan mayor frecuencia de contusiones en la canal que bovinos que tienen comportamiento más tranquilo (Francisco *et al.*, 2015). Miranda de la Lama *et al.* (2013) afirman que la interacción entre bovinos en el corral de engorde relacionada con la dominancia jerárquica puede ser causante de estrés, contusiones, mayor frecuencia de lesiones físicas y, en consecuencia, se produce carne oscura, firme y seca (Pérez-Linares *et al.*, 2013). Por lo anterior, el objetivo de este estudio fue evaluar los indicadores conductuales de novillos Holstein finalizados en corral de engorde durante invierno y primavera con diferente disponibilidad de espacio vital.

MATERIALES Y MÉTODOS

El protocolo del presente estudio fue revisado y aprobado por el Comité de Ética e Investigación del Instituto de Investigación de Ciencias Veterinarias de la Universidad Autónoma de Baja California, con el número de proyecto 201/2399.

Área de Estudio

El estudio se llevó a cabo durante los meses de octubre de 2021 a febrero de 2022, en una unidad de producción pecuaria especializada en la producción de carne bovina, ubicada en el Valle de Mexicali, Baja California, México. La región se caracteriza por tener clima desértico cálido extremo con temperatura promedio de 34.7 °C (mínima de -5 °C en invierno y máxima de 50 °C en verano), con precipitación promedio anual de 37 mm, y humedad relativa promedio anual de 50% (García, 2004).

Diseño del Estudio

Se incluyeron 1220 novillos Holstein, con peso de 238 ± 0.74 kg al arribo. Los animales a las 24 horas de la recepción recibieron manejo profiláctico que incluyó la administración de vacunas (bacterina clostridial, 2 mL, vía SC), antiparasitario (ivermectinas, 1 mL/50 kg de peso, vía SC), vitaminas (AD₃E, 5 mL, vía IM) y la colocación de implante anabólico (a base de acetato de trembolona, estradiol y tylosina, 3 pellets, vía SC en la oreja).

Alojamiento y Tratamientos

Durante los últimos 70 días de permanencia en el corral de engorde, de acuerdo a la época del año y al espacio vital por corral, los novillos se distribuyeron de acuerdo con el siguiente esquema (1) 65 novillos alojados en 14 m²/cabeza y (2) 57 novillos alojados en 16 m²/cabeza, que se finalizaron en invierno; (3) 65 novillos alojados en 14 m²/cabeza y (4) 57 novillos alojados en 14 m²/cabeza, que se finalizaron en primavera.

En cada estación del año, los novillos se alojaron en 10 corrales con una superficie de 900 m² (30x30 m), con disponibilidad de sombra de 300 m² a base de material vegetal de la región (*Pluchea sericea*), comedero lineal de 30 m y bebedero automático lineal de 3 m.

Los animales se alimentaron dos veces al día, de acuerdo con un programa de tres dietas integrales, formuladas y elaboradas en las instalaciones *exprofeso* de la unidad de producción. Las dietas se componen en diferentes proporciones por grano de trigo, heno de sudán, melaza, sebo animal, granos secos de destilería y premezcla de vitaminas y minerales. La duración del periodo de alimentación en ambas estaciones del año fue de 258 días promedio. El valor nutricional de las tres dietas integrales que se ofrecieron a los novillos durante el periodo de engorde se presenta en el Cuadro 1.

Registro del Comportamiento Animal

Para el registro del comportamiento de los bovinos se consideró solamente la etapa de finalización (últimos 70 días de permanencia en el corral de engorde). El registro se realizó de frente al corral para lograr mayor visión del mismo. Los indicadores de la conducta bovina se registraron por la mañana (07:00 a 11:50 h) y por la tarde (12:00 a 16:50 h), bajo un programa de visitas aleatorias por

corral (10 visitas por corral: 5 por la mañana y 5 por la tarde), con duración de una hora por visita.

Los indicadores de la conducta bovina se evaluaron mediante el registro del número de eventos ocurridos en cada corral. En la conducta agonista se incluyeron las montas, signo de Flehmen, topetazos, peleas y amenazas; y para la conducta social se evaluaron las variables acicalamiento, olfateos, vocalizaciones y cabeza baja (Cuadro 2). En la conducta habitual se incluyó el número de bovinos comiendo y en descanso, el cual se realizó al inicio de la hora de observación.

Se registraron diariamente los valores de la temperatura ambiental y humedad relativa con ayuda de termohigrometros (Avaly DTH880, Mofeg, Jalisco, México), y con ello se calculó el valor del Índice de Temperatura y Humedad (ITH). Además, a partir de la base de datos de <https://www.weather-atlas.com/es/mexico/mexicali-clima#temperature> se obtuvieron los valores de exposición a los rayos ultravioleta, horas luz de día y horas de exposición al sol.

Análisis Estadístico

Los efectos de espacio vital, estación del año y la interacción espacio vital por estación de año, sobre las variables de com-

Cuadro 1. Valor nutricional de las dietas integrales ofrecidas a los novillos durante el periodo de engorde

Componente	Dieta F1	Dieta F2	Dieta F3
Materia seca, %	81.76	80.09	79.09
Proteína cruda, %	13.34	13.12	13.09
Proteína de sobrepaso, %	4.13	4.61	4.87
Fibra cruda, %	14.95	11.06	7.18
Fibra ácido detergente, %	18.54	13.23	9.26
Fibra neutro detergente, %	31.56	23.43	17.46
Fibra detergente neutro efectiva, %	17.69	12.29	6.91
Extracto etereo, %	4.22	5.78	7.25
Cenizas, %	5.55	4.92	4.52
Energía neta de mantenimiento, Mcal	2.04	2.19	2.28
Energía neta de ganancia, Mcal	1.21	1.40	1.59

Cuadro 2. Definición de los indicadores conductuales del ganado bovino en corral de engorda

Conducta	Descripción
<i>Habitual</i>	
Trófica	Se registró cuando el novillo presentó la totalidad de su cabeza dentro de comedero con alimento disponible.
En descanso	Se registró cuando un novillo fue observado en posición decúbico ventral o decúbico lateral.
<i>Agonista</i>	
Montas	Se registró cuando un novillo se posa sobre sus extremidades posteriores y salta sobre el lomo de otro.
Signo de Flehmen	Se contabilizó cuando un novillo levanta el cuello y el labio superior después de oler la región del prepucio y/o la orina de otro novillo.
Topetazos	Se registró cuando dos novillos se golpean y se empujan con la cabeza.
Peleas	Fueron registrados cuando dos novillos o más se daban de golpes con fuerza en la cabeza desplazándose de lugar.
Amenazas	Se considera cuando un novillo baja la cabeza y raspa el suelo con las patas delanteras en actitud ofensiva.
<i>Social</i>	
Acicalamiento	Se considera cuando un novillo lame la cabeza, el cuello o el hombro de otro.
Olfateos	Se registró cuando un novillo huele a otro en actitud amigable.
Vocalizaciones	Fueron consideradas cuando un novillo emitió un sonido vocal propio de la especie; la intensidad y modulación puede variar.
Cabeza baja	Se registró como señal de sumisión ante otro individuo de su propia especie.

Fuente: Bolado-Sarabia *et al.* (2018); Zazueta *et al.* (2022)

portamiento fueron analizados aplicando el siguiente modelo lineal de efectos fijos: $Y_{ij} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + \varepsilon_{ij}$, donde μ es el efecto común, A_i es el efecto de espacio vital ($i=14 \text{ m}^2, 16 \text{ m}^2$), B_j es el efecto de estación del año ($j=\text{invierno, primavera}$), AB_{ij} es el efecto de la interacción espacio vital por estación de año, y ε_{ij} es el error aleatorio. La hipótesis de igualdad de efectos medios dentro de factores y para la interacción se resolvió con el estadístico de F empleando el análisis de varianza. El análisis se realizó con ayuda del procedimiento MIXED del paquete estadístico SAS 9.4 (SAS, 2022). Los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas fueron evaluados al aplicar las pruebas de Shapiro-Wilk y Levene, respectivamente. Se presentan los valores medios y el error estándar. Se declararon diferencias cuando $p < 0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La disponibilidad de sombra, comedero y bebedero en los novillos alojados en 16 m^2 fue de 5.26 m^2 , 0.52 cm y 0.052 cm , respectivamente; y en los novillos alojados en 14 m^2 fue de 4.61 m^2 , 0.46 m y 0.046 m , respectivamente. En ambos casos, el otorgamiento de sombra supera los valores que diversos autores sugieren para favorecer condiciones confortables a los novillos durante su permanencia en el corral de engorde (Blaine y Nsahlai, 2011; Castro *et al.*, 2020) con lo que se asegura su bienestar; en tanto que los valores de disponibilidad de comedero y bebedero se encuentran dentro de lo que recomiendan Lagos *et al.* (2014).

Cuadro 3. Valores promedio de las variables climáticas registradas durante el periodo de estudio en el Valle de Mexicali, Baja California, México

Estación	Mes	T Max °C	T Mín °C	HR %	ITH Máx	ITH Mín	UV	Horas luz	Horas sol
Invierno	Diciembre	19.7	10.3	38	64	54	4	10:03	7:06
	Enero	20.6	10.2	37	65	53	5	10:17	7:12
	Febrero	22.7	11.2	35	67	54	5	11:03	7:24
Primavera	Marzo	26.7	13.5	30	71	57	6	12:01	9:06
	Abril	30.5	16.2	26	75	60	7	13:01	11:42
	Mayo	34.1	19.7	24	79	64	8	13:51	12:00

T: temperatura ambiental; HR: humedad relativa; ITH: índice de temperatura y humedad; UV: radiación ultravioleta

<https://www.weather-atlas.com/es/mexico/mexicali-clima#temperature>

En el Cuadro 3, se presentan los valores promedio de las variables climáticas durante el periodo de estudio en invierno y primavera. Estos valores muestran que los bovinos finalizados en el invierno tuvieron condiciones climáticas confortables (ITH <70) a causa de 7 horas sol, 4.6 unidades de radiación UV y 21 °C de temperatura ambiente máximo promedio. En cambio, los bovinos finalizados en primavera estuvieron en alerta térmica (ITH >71 unidades), derivado de 10.8 horas sol, 7 unidades de radiación UV y 30.4 °C de temperatura ambiente máximo promedio.

En el presente estudio se le concede la mayor importancia a la interpretación del Índice de Temperatura y Humedad Relativa, porque es la referencia que se utiliza como indicador de bienestar en el corral de engorde (Zazueta *et al.*, 2021), de allí que se le reconoce como categoría de la tensión térmica en el ganado bovino (Gaughan *et al.*, 2008), porque en el resultado de este valor se combinan los efectos de la temperatura ambiente y la humedad relativa (Romo-Valdez *et al.*, 2019). La utilidad del registrar el ITH, según Hahn *et al.* (2003) consiste en conocer e interpretar el desarrollo de la respuesta conductual y otras medidas de desempeño de los bovinos durante su permanencia en el corral de engorde.

En el Cuadro 4 se presentan los valores de la conducta de los novillos en cada periodo de finalización relacionados con la disponibilidad de espacio vital en el corral de engorde. Al respecto, la tendencia en la evaluación del bienestar animal es utilizar medidas de resultados basadas en animales (Grandin, 2016). En el presente estudio, el comportamiento habitual del ganado finalizado en el invierno presentó mayor frecuencia en descanso ($p < 0.02$), pero no se observaron diferencias significativas por efecto de disponibilidad de espacio vital ($p > 0.05$). Al pasar mayor tiempo en descanso durante el invierno que los bovinos finalizados en la primavera, la manifestación de esta conducta puede interpretarse como una expresión natural para contrarrestar el frío de la temporada invernal (10 °C). En este sentido, Brown-Brandl (2018) afirma que entre los factores que afectan el nivel de respuesta se incluyen el temperamento, exposición a los elementos climáticos y la especie, ya sea *Bos taurus* o *Bos indicus*. De acuerdo con la magnitud de los cambios ambientales adversos a su estado de confort, los bovinos modifican su conducta habitual de caminar, beber, o permanecer en descanso (González *et al.*, 2010).

La frecuencia de montas y la presentación del signo de Flehmen fue mayor en los bovinos finalizados en primavera ($p < 0.01$) y

Cuadro 4. Efecto del periodo de finalización y de la disponibilidad de espacio en la conducta de novillos Holstein en engorde intensivo

Conducta	Periodo de finalización		EE	Pr>F	Disponibilidad de espacio		EE	Pr>F
	Invierno	Primavera			14 m ²	16 m ²		
Novillos ⁿ /corral	65	57			65	57		
Trófica	10.23	10.37	3.02	0.9272	10.02	10.59	3.02	0.7041
En descanso	52.43 ^a	42.46 ^b	8.47	0.0195	49.22	45.67	8.47	0.4036
Montas	5.99 ^b	11.41 ^a	2.85	0.0002	7.07 ^b	10.33 ^a	2.85	0.0228
Topetazos	15.98 ^a	13.46 ^b	2.42	0.0390	16.93 ^a	12.51 ^b	2.42	0.0003
Peleas	6.61 ^a	3.55 ^b	1.56	0.0057	7.17 ^a	2.99 ^b	1.65	<0.0001
Amenazas	10.24	10.07	1.93	0.5900	12.29 ^a	8.02 ^b	1.93	<0.0001
Signo de Flehmen	12.22 ^b	14.90 ^a	2.32	0.0247	12.16 ^b	14.96 ^a	2.32	0.0149
Vocalizaciones	21.89	21.60	4.96	0.9065	24.92 ^a	18.56 ^b	4.96	0.0110
Olfateos	24.98 ^b	64.14 ^a	5.55	<0.0001	47.08	42.04	5.55	0.8015
Acicalamiento	28.40 ^a	20.31 ^b	3.82	<0.0001	20.98 ^b	27.73 ^a	3.82	0.0005
Cabeza baja	6.30 ^a	2.31 ^b	1.33	<0.0001	3.26 ^b	5.35 ^a	1.33	0.0020

Se presentan valores porcentuales generados del análisis de conteo de animales cumpliendo con el atributo sobre el número total de animales por corral

n: es el promedio de número de animales en las 5 repeticiones; EE: error estándar

^{a,b} Letras diferentes entre niveles dentro del factor difieren estadísticamente ($p < 0.05$)

alojados en corrales con mayor disponibilidad de espacio ($p < 0.05$), lo que indica un incremento de la actividad agonista y que puede asociarse, además, a una mayor temperatura ambiente en primavera. Por otro lado, Keane *et al.* (2017) y Park *et al.* (2020) afirman que la reducción del espacio vital en el corral de engorda afecta el comportamiento del ganado y tiene un impacto negativo en su bienestar, provocando la ruptura de la sincronización social y repercute en un incremento de las agresiones (Miranda de la Lama, 2008), que es lo que ocurre en el presente estudio cuando se manifiestan las peleas, principalmente observadas en el ganado bovino finalizado en invierno ($p < 0.01$) y en corrales con menor disponibilidad de espacio ($p < 0.0001$).

Ha *et al.* (2018) registraron mayor frecuencia de peleas en machos Hanwoo alojados en corrales con menor disponibilidad de espacio, en tanto que Bagnato *et al.* (2023) observaron que el comportamiento de lucha

se incrementó debido al aumento de la densidad de población. Aunque este tipo de comportamiento puede reducirse con el paso del tiempo, la presencia de interacciones sociales anormales es un riesgo latente para el bienestar del ganado asociado al establecimiento de la jerarquía social (Salvin *et al.*, 2020), particularmente en novillos Holstein orientados a la producción de carne en confinamiento intensivo, tal como lo registraron Bolado-Sarabia *et al.* (2018) con el incremento de la frecuencia de montas (16.32), topetazos (6.67), amenazas (15.22) y signo de Flehmen (13.22).

En la presentación de otros eventos agonistas, los topetazos se registraron con mayor frecuencia en el invierno, pero en corrales con menor disponibilidad de espacio ($p < 0.0003$). Macitelli *et al.* (2020), no obstante, afirman que se observa una tendencia a reducir la asignación de espacio vital por cabeza en los corrales de engorde de ganado bovino, a pesar de su potencial impacto negativo en el bienestar de los bovinos.

Cuadro 5. Interacción de la expresión conductual según el periodo de finalización y disponibilidad de espacio vital en novillos Holstein en engorde intensivo

Conducta	Interacción				EE	Pr>F
	Inv-14	Inv-16	Prim-14	Prim-16		
Trófica	10.32	10.15	9.71	11.04	2.13	0.6180
En descanso	54.71	50.16	43.73	41.19	5.99	0.8124
Montas	4.03	7.94	10.10	12.72	2.01	0.6508
Topetazos	15.72 ^a	16.23 ^a	18.13 ^a	8.80 ^b	1.71	<0.0001
Peleas	9.20	4.03	5.14	1.96	1.10	0.2779
Amenazas	12.74	7.74	11.84	8.29	1.36	0.4867
Signo de Flehmen	10.37	14.08	13.95	15.84	1.64	0.4604
Vocalizaciones	23.65	20.13	26.19	17.00	3.50	0.2539
Olfateos	26.03	23.93	68.13	60.15	3.93	0.2733
Acicalamiento	27.13 ^a	29.67 ^a	14.83 ^b	25.79 ^a	2.70	0.0285
Cabeza baja	5.17	7.43	1.36	3.26	0.94	0.7892

Inv= Invierno; Prim= Primavera; 14= 14 m² de espacio vital; 16= 16 m² de espacio vital

^{a,b} Letras diferentes dentro de filas difieren estadísticamente (p<0.05)

La expresión de la conducta social manifiesta como acicalamiento y cabeza baja fueron mayormente observadas en los bovinos con espacio vital de 16 m² (p<0.05); es decir, mayor nivel de socialización al incrementar la disponibilidad de espacio, especialmente en novillos finalizados en invierno, mientras hubo mayor nivel de olfateos en primavera, sin que influyera el mayor espacio en el corral. Por otro lado, Meneses *et al.* (2021) mencionan que el aumento del acicalamiento también puede significar un cambio en la estructura social debido a la relación de dominancia entre ellos. En este sentido, Dickson *et al.* (2022) coinciden al afirmar que el acicalamiento se observa en frecuencias bajas (2% por día). En el comportamiento social las vocalizaciones se presentaron mayormente en los espacios de 14 m² por animal (p<0.05).

Los resultados de la interacción de acuerdo con el periodo de finalización y la disponibilidad de espacio vital se presentan en el Cuadro 5. La frecuencia de topetazos en los novillos finalizados durante la primavera se redujo (16.69 vs. 8.80) cuando el es-

pacio vital disponible fue de 16 m² (p<0.05). La expresión de esta conducta agonista se encuentra mayormente relacionada con la dominancia jerárquica en el corral de engorde y se asocia con la menor disponibilidad de espacio vital, pero se observa reducción de esta expresión agonista cuando el valor del ITH tiende a incrementar (Zazueta *et al.*, 2022).

Se observó el incremento de la conducta agonista en los novillos Holstein en primavera al disponer de menor espacio en el corral de engorde, aunque con menor registro del ITH, lo cual conduce a entender que el factor disponibilidad de espacio es determinante en la expresión de los topetazos durante la primavera. De acuerdo con Fregonesi *et al.* (2007), con la disminución del espacio vital se presentan mayores eventos de agresión entre los bovinos que comparten el mismo espacio. Según Dogan y Demirci (2012), la expresión de esta conducta se debe a que el temperamento de los bovinos cambia a medida que maduran fisiológicamente y transcurre de la agresión juguetona a la agresión defensiva, que inclusive pueden dañar la in-

tegridad del personal encargado de manejar al ganado.

Entre las manifestaciones de comportamiento animal positivo, el acicalamiento entre bovinos en confinamiento es una forma de expresión social en el que los bovinos interactúan y desarrollan relaciones entre sí de carácter dominante-subordinado, que conducen al establecimiento de un orden social o jerarquía de dominancia (Hubbard *et al.*, 2021). En el presente estudio se observó que la mayor frecuencia de novillos acicalándose se presenta durante la época de invierno sin diferir entre la disponibilidad de espacio; pero el incremento de esta expresión social que se registró durante la primavera ocurrió con mayor disponibilidad de espacio vital ($p < 0.05$).

CONCLUSIONES

- Asignar 16 m²/cabeza durante el engorde y finalización intensiva de novillos Holstein asegura mejores condiciones de alojamiento y brinda la posibilidad de la expresión del comportamiento habitual positivo con relación a un espacio vital de 14 m²/cabeza.
- La asignación de 14 m²/cabeza para novillos Holstein en las condiciones de Baja California compromete los indicadores de comportamiento y puede traducirse en el incremento de las agresiones entre individuos durante la permanencia en el corral de engorde.

Agradecimientos

Los autores agradecen a Ganadera Mexicali SA de CV las facilidades prestadas para el desarrollo del presente proyecto.

LITERATURA CITADA

1. **Bagnato S, Pedruzzi L, Goracci J, Palagi E. 2023.** The interconnection of hierarchy, affiliative behaviours, and social play shapes social dynamics in Maremmana beef cattle. *Appl Anim Behav Sci* 260: 10568. doi: 10.1016/j.applanim.2023.105868
2. **Blaine KL, Nsahlai IV. 2011.** The effects of shade on performance, carcass classes and behaviour of heat-stressed feedlot cattle at the finisher phase. *Trop Anim Health Pro* 43: 609-615. doi: 10.1007/s11250-010-9740-x
3. **Bolado-Sarabia JL, Pérez-Linares C, Figueroa-Saavedra F, Tamayo-Sosa AR, Barreras-Serrano A, et al. 2018.** Effect of immunocastration on behaviour and blood parameters (cortisol and testosterone) of Holstein bulls. *Austral J Anim Sci* 50: 77-81. doi: 10.4067/S0719-81322018000200077
4. **Brown-Brandl TM. 2018.** Understanding heat stress in beef cattle. *Braz J Anim Sci* 47: e20160414. doi: 10.1590/rbz4720160414
5. **Castro-Pérez BI, Estrada-Angulo A, Ríos-Rincón FG, Núñez-Benítez VH, Rivera-Méndez CR, Uriás-Estrada JD, Zinn RA, et al. 2020.** The influence of shade allocation or total shade plus overhead fan on growth performance, efficiency of dietary energy utilization, and carcass characteristics of feedlot cattle under tropical ambient conditions. *Asian Austral J Anim* 33: 1034-1041. doi: 10.5713/ajas.19.0112
6. **De Freitas VM, Leão KM, Araujo Neto FRD, Marques TC, Ferreira RM, Garcia LLF, Oliveira EBD. 2015.** Efeitos da castração cirúrgica, imunocastração e homeopatia sobre o desempenho, características de carcaça e comportamento de bovinos macho cruzados terminados em confinamento. *Seminário Cienc Agrar* 36: 1725-1734. doi: 10.5433/1679-0359.2015v36n3p1725
7. **Dickson EJ, Campbell DLM, Lee C, Lea JM, McDonald PG, Monk, JE 2022.** Beef cattle preference and usage of environmental enrichments provided simultaneously in a pasture-based environment. *Animals* 12: 3544. doi: 10.3390/2Fani12243544

8. **Dogan KH, Demirci S. 2012.** Livestock-handling related injuries and deaths. In: Teach Livestock Production. p 5: 81-116. doi: 10.5772/50834
9. **Francisco CL, Resende FD, Benatti JMB, Castilhos AM, Cooke RF, Jorge AM. 2015.** Impacts of temperament on Nellore cattle: physiological responses, feedlot performance, and carcass characteristics. *J Anim Sci* 93: 5419-5429. doi: 10.2527/jas.2015-9411
10. **Fregonesi JA, Tucker CB, Weary DM. 2007.** Overstocking reduces lying time in dairy cows. *J Dairy Sci* 90: 3349-3354. doi: 10.3168/jds.2006-794
11. **Gallo C, Tabilo B, Navarro G, Phillips C. 2023.** Minimum space requirements for cattle: An approach based on photographic records. *Vet Rec* 192: e2780. doi: 10.1002/vetr.2780
12. **García E. 2004.** Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. México: Universidad Nacional Autónoma de México. 90 p.
13. **Gaughan JB, Mader TL, Holt SM, Lisle A. 2008.** A new heat load index for feedlot cattle. *J Anim Sci* 86: 226-234. doi: 10.2527/jas.2007-0305
14. **González PAV, Maldonado MV, Catracchia CG, Herrero MA, Flores MC, Mazzini M. 2010.** Influence of water temperature and heat stress on drinking water intake in dairy cows. *Chil J Agr Res* 70: 328-336.
15. **Grandin T. 2016.** Evaluation of the welfare of cattle housed in outdoor feedlot pens. *Vet Animal Sci* 1: 23-28. doi: 10.1016/j.vas.2016.11.001
16. **Ha JJ, Yang K, Oh DY, Yi JK, Kim JJ. 2018.** Rearing characteristics of fattening Hanwoo steers managed in different stocking densities (R). *Asian Austral J Anim* 31: 1714-1720. doi: 10.5713/ajas.17.0451
17. **Hahn GL, Mader TL, Eigenberg RA. 2003.** Perspective on development of thermal indices for animal studies and management. In: Lacetera N, Bernabucci U, Khalifa H, *et al.* (eds). Interactions between climate and animal production. EAAP Tech Series No. 7. Wageningen, The Netherlands. p 31-44.
18. **Hubbard AJ, Foster MJ, Daigle CL. 2021.** Social dominance in beef cattle - scoping review. *Appl Anim Behav Sci* 241:105390. doi: 10.1016/j.applanim.2021.105390
19. **Jeziarski TA, Kozirowski M, Goszczyński J, Sieradzka I. 1989.** Homosexual and social behaviours of young bulls of different geno- and phenotypes and plasma concentrations of some hormones. *Appl Anim Behav Sci* 24:101-113. doi: 10.1016/0168-1591(89)90038-5
20. **Keane MP, McGee M, O'Riordan EG, Kelly AK, Earley B. 2017.** Effect of space allowance and floor type on performance, welfare, and physiological measurements of finishing beef heifers. *Animal* 11: 2285-2294. doi: 10.1017/S1751731117001288
21. **Lagos H, González FG, Castillo F. 2014.** *Paquete tecnológico para la engorda de ganado bovino en corral.* Coyoacán, México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. 47 p.
22. **Lee SM, Kim JY, Kim EJ. 2012.** Effects of stocking density or group size on intake, growth, and meat quality of Hanwoo Steers (*Bos taurus coreanae*). *Asian Austral J Anim* 25: 1553-1558. doi: 10.5713/ajas.2012.12254
23. **Macitelli F, Braga JS, Gellatly D, Paranhos da Costa MJR. 2020.** Reduced space in outdoor feedlot impacts beef cattle welfare. *Animal* 14: 2588-2597. doi: 10.1017/S1751731120-001652
24. **Meneses XCA, Park RM, Ridge EE, Daigle CL. 2021.** Hourly activity patterns and behaviour-based management of feedlot steers with and without a cattle brush. *Appl Anim Behav Sci* 236: 105241. doi: 10.1016/j.applanim.2021.105241
25. **Miranda de la Lama GC. 2008.** Comportamiento y bienestar en la producción animal: Hacia una interpretación integral. REDVET 9(10B) [Internet]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/636/63617111003.pdf>

26. **Miranda de la Lama GC, Pascual-Alonso M, Guerrero A, Alberti P, Alierta S, Sans P, et al. 2013.** Influence of social dominance on production, welfare, and the quality of meat from beef bulls. *Meat Sci* 94:432-437. doi: 10.1016/j.meatsci.2013.03.026
27. **Park RM, Foster M, Daigle CL. 2020.** A scoping review: the impact of housing systems and environmental features on beef cattle welfare. *Animals* 10: 565. doi: 10.3390/ani10040565
28. **Pérez-Linares C, Sánchez-López E, Ríos-Rincón FG, Olivás-Valdéz JA, Figueroa-Saavedra F, Barreras-Serrano A. 2013.** Factores de manejo pre y post sacrificio asociados a la presencia de carne DFD en ganado bovino durante la época cálida. *Rev Mex Cienc Pecu* 4: 149-160.
29. **Romo-Valdez A, Pérez-Linares C, Figueroa-Saavedra F, Portillo-Loera J, Ríos-Rincón F. 2019.** Behavioral response of beef cattle in feed lot in warm desert environment. *Abanico Veterinario* 9: 1-18. doi: 10.21929/abavet2019.928
30. **Romo-Valdez A, Pérez-Linares C, Ríos-Rincón F, Figueroa-Saavedra F, Barreras-Serrano A, Castro-. Pérez I. 2021.** Importance of living space in the productive response and welfare of beef cattle in feedlot. *Abanico Veterinario* 11: 1-15. doi: 10.21929/abavet2021.42
31. **SAGARPA-SENASICA. 2014.** Manual de buenas prácticas pecuarias en la producción de carne de ganado bovino en confinamiento. Servicio Nacional de Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. [Internet]. Disponible en: <http://publico.senasica.gob.mx/?doc=21454>
32. **Salvin HE, Lees AM, Café LM, Colditz IG, Lee C. 2020.** Welfare of beef cattle in Australian feedlots: a review of the risks and measures. *Anim Prod Sci* 60: 1569-1590. doi: 10.1071/AN19621
33. **SAS. 2022.** SAS Software 9.4 (TS1M7) Supported Operating Systems. SAS Institute Inc. Cary, N.C., USA.
34. **Zazueta C, Castro I, Estrada-Angulo A, Portillo J, Urías D, Ríos F. 2021.** Valoración del confort térmico de bovinos productores de carne en finalización intensiva en clima cálido. *Rev Inv Vet Perú* 32: e19301. doi: 10.15381/rivep.v32i5.19301
35. **Zazueta-Gutiérrez AC, Ríos-Rincón FG, Castro-Pérez BI, Estrada-Angulo A, Portillo-Loera JJ. 2022.** Environmental effect and pen design on agonist behaviour of beef cattle in feed lot. *Trop Subtrop Agroecosyst* 25: 24. doi: 10.56369/tsaes.3723