

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SINALOA
Colegio en Ciencias Agropecuarias
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Maestría en Ciencias Agropecuarias



TESIS:

**VALORACIÓN DE INDICADORES DE BIENESTAR EN BOVINOS PRODUCTORES
DE CARNE EN FINALIZACIÓN INTENSIVA DURANTE LAS ÉPOCAS CÁLIDA Y
FRESCA EN TRÓPICO SECO**

**Que para obtener el Grado de
Maestra en Ciencias Agropecuarias**

PRESENTA:

Ana Citlaly Zazueta Gutiérrez

DIRECTOR DE TESIS:

Dr. Francisco Gerardo Ríos Rincón

CO-DIRECTORA DE TESIS:

Dra. Beatriz Isabel Castro Pérez

Culiacán Rosales, Sinaloa, México, am 10 de agosto de 2018

ESTA TESIS FUE REALIZADA POR **ANA CITLALY ZAZUETA GUTIÉRREZ**, BAJO LA DIRECCIÓN DEL CONSEJO PARTICULAR QUE SE INDICA, Y HA SIDO APROBADA POR EL MISMO, COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS

**(SELLO DE
POSGRADO)**

CONSEJO PARTICULAR

DIRECTOR

Dr. Francisco Gerardo Ríos Rincón

CO-DIRECTORA

Dra. Beatriz Isabel Castro Pérez

ASESOR

Dr. Horacio Dávila Ramos

ASESOR

Dr. Jesús José Portillo Loera

ASESOR

Dr. Alfredo Estrada Angulo

CULIACÁN ROSALES, SINALOA, MÉXICO. AGOSTO DE 2018



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SINALOA

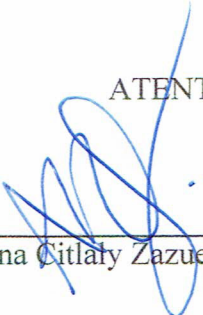
COLEGIO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA CULIACÁN
FACULTAD DE AGRONOMÍA VALLE DEL FUERTE
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR
FACULTAD DE AGRONOMÍA VALLE DEL CARRIZO

En la Ciudad de Culiacán Rosales, Sinaloa, el día 20 de enero del año 2020, la que suscribe Ana Citlaly Zazueta Gutiérrez, alumna del Programa de Doctorado en Ciencias Agropecuarias, con número de cuenta 785498, de la Unidad Académica Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, del Colegio de Ciencias Agropecuarias de la UAS, manifiesta que es autora intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección del Dr. Francisco Gerardo Ríos Rincón y la Dra. Beatriz Isabel Castro Perez y cede los derechos del trabajo titulado “Valoración de indicadores de bienestar en bovinos productores de carne en finalización intensiva durante las épocas cálida y fresca en trópico seco”, a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, del Colegio de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Sinaloa, para su difusión, con fines académicos y de investigación por medios impresos y digitales, todo esto en apego al artículo 27 de la Ley Federal de Derechos de Autor.

La Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México) protege el contenido de la presente tesis. Los usuarios de la información contenida en ella deberán citar obligatoriamente la tesis como fuente, dónde la obtuvo y mencionar al autor intelectual. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ATENTAMENTE



Ana Citlaly Zazueta Gutiérrez

CORREO ELECTRÓNICO: mariacandelaria@gmail.com
CURP: JLS562LM1GHY3456

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primero a Dios por ponerme en este camino donde me permitió ver con otros ojos la producción animal. A mi familia por siempre apoyarme en cada paso que doy, a mis amigos por motivarme a seguir adelante, especialmente a mi amiga Cinthya Romo, ha sido la mejor presión que ha ejercido en mí, al alentarme a seguir estudiando, y con mucho cariño a mi director de tesis Francisco Gerardo Ríos Rincón por siempre guiarme, al Doctor Jesús José Portillo Loera por su valiosa ayuda, al Dr. Alfredo Estrada, a la Dra. Beatriz Isabel Castro Pérez y al Dr. Horacio Dávila Ramos por siempre estar a mi lado en cada etapa.

También agradezco a la empresa Agropecuaria JS S.A. de C.V. y a todo el personal que ahí labora, por permitirme realizar el estudio de investigación en sus instalaciones y hacerme sentir en confianza.

Agradecimiento a CONACYT por el apoyo económico beca para estudios de Posgrado

CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Antecedentes de Bienestar Animal	3
2.2. Definición de bienestar animal	4
2.3. Situación actual del Bienestar Animal en la Unión Europea	5
2.4. Situación actual en México	6
2.5. Sistemas de producción de ganado bovino para carne	9
2.5.1. Sistemas extensivos.	9
2.5.2. Sistemas mixtos.....	9
2.5.3. Sistemas intensivos	9
2.6. Sistemas de producción de carne bovina	10
2.7. Problemas de bienestar animal asociados a los métodos de producción en confinamiento	11
2.7.1. Requerimientos básicos para establecer un corral de engorda bovina.....	12
2.8. Problemas de bienestar animal asociados al medio ambiente	14
2.8.1. Índice de Temperatura y Humedad (ITH).....	15
2.8.2. Respuesta fisiológica de los bovinos al estrés	15
2.8.3. Mecanismos de disipación de calor.....	17
2.9. Efecto del ambiente físico en la conducta habitual del bovino	18
2.10. Indicadores utilizados para valorar el bienestar en los bovinos	21
III. HIPÓTESIS	23
IV. OBJETIVO GENERAL	24
4.1. Objetivos específicos	24
V. MATERIAL Y MÉTODOS	25
5.1. Localización del área de estudio	25
5.2. El estudio observacional prospectivo	25
5.2.1. Clasificación del tipo corral	25
5.2.2. Evaluación basada en los animales	26
5.3. Variables climáticas	27

5.4. Análisis estadístico	27
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
6.1. Época cálida	30
6.1.1. Espacio vital en la producción intensiva de carne bovina durante la época cálida	40
6.2. Época fresca	45
6.2.1. Espacio vital en la producción intensiva de carne bovina durante la época fresca	53
6.3. Actitudes del personal hacia el bienestar de los bovinos en el corral de engorda intensiva	56
VII. CONCLUSIONES	60
VIII. LITERATURA CITADA	61
IX. ANEXOS	75

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1	Relación de Normas Oficiales Mexicanas específicas para el bienestar animal emitidas por dependencias oficiales del gobierno federal mexicano.....	8
2	Características de los corrales de finalización intensiva conforme al diseño del corral de la Unidad de Producción Pecuaria.	26
3	Promedio de la temperatura ambiental, humedad relativa e índice de temperatura y humedad durante la época cálida.....	30
4	Indicadores habituales y sociales del comportamiento conductual de bovinos productores de carne en finalización intensiva durante la época cálida.....	32
5	Disponibilidad de espacio en áreas comunes en los corrales de finalización de ganado bovino al inicio de la etapa de engorda, en la época cálida.....	43
6	Disponibilidad de espacio en áreas comunes en los corrales de finalización de ganado bovino al final de la etapa de engorda, en la época cálida.....	43
7	Disponibilidad de comedero y bebedero en la finalización de bovinos al inicio de la etapa de engorda en la época cálida.....	44
8	Disponibilidad de comedero y bebedero en la finalización de bovinos al final de la etapa de engorda en la época cálida.....	44

9	Promedio de la temperatura ambiental, humedad relativa e índice de calor y humedad durante la época fresca.....	45
10	Indicadores habituales y sociales del comportamiento conductual de bovinos en finalización intensiva en trópico seco durante la época fresca del año.....	46
11	Disponibilidad de espacio en áreas comunes en los corrales de finalización de ganado bovino al inicio de la etapa de engorda, en la época fresca.....	54
12	Disponibilidad de espacio en áreas comunes en los corrales de finalización de ganado bovino al final de la etapa de engorda, en la época fresca.....	54
13	Disponibilidad de comedero y bebedero en la finalización de bovinos al inicio de la etapa de engorda en la época fresca.....	55
14	Disponibilidad de comedero y bebedero en la finalización de bovinos al final de la etapa de engorda en la época fresca.....	55
15	Relación entre palabras clave mencionadas por operarios con las Cinco Libertades promovidas por la OIE.....	57

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1	Comportamiento agonista (tasa de amenazas y topetazos) de bovinos en finalización intensiva en el trópico seco en la época cálida. A y B) Según la hora del día; C y D) Según el diseño del corral.....	33
2	Comportamiento agonista en bovinos en finalización intensiva en trópico seco durante la época cálida según la interacción del diseño del corral y la hora del día. A) Reflejo de Flehmen; B) Montas; C) Vocalizaciones.....	35
3	Frecuencia de jadeo en época cálida con respecto al diseño de corral para la producción intensiva de carne bovina.....	38
4	Frecuencia de jadeo en época cálida con respecto a la hora del día en bovinos en producción intensiva.....	39
5	Comportamiento agonista en bovinos en finalización intensiva en trópico seco durante la época fresca del año. A) Montas según la hora del día; B) Vocalizaciones según el diseño del corral; C) Reflejo de Flehmen según el diseño de corral.....	50
6	Comportamiento agonista en bovinos en finalización intensiva en trópico seco durante la época cálida según la interacción del diseño del corral y la hora del día. A) Amenazas; B) Topetazos.....	52

RESUMEN

VALORACIÓN DE INDICADORES DE BIENESTAR EN BOVINOS PRODUCTORES DE CARNE EN FINALIZACIÓN INTENSIVA DURANTE LAS ÉPOCAS CÁLIDA Y FRESCA EN TRÓPICO SECO

MVZ ANA CITLALY ZAZUETA GUTIÉRREZ

Para valorar los indicadores de bienestar animal en bovinos productores de carne en finalización intensiva en condiciones ambientales de trópico seco, se realizó un estudio observacional prospectivo en las épocas cálida y fresca con duración de seis semanas cada época, mediante visitas diarias a seis corrales identificados como DA (diseño antiguo), DC (diseño convencional) y DV (diseño vanguardista). Las pautas conductuales del ganado bovino relacionados con el bienestar animal, se registraron en diferentes horarios; 8:00 h, 12:00 h y 15:00 h, al igual que la temperatura ambiental, humedad relativa e Índice de Temperatura y Humedad (ITH). En la época cálida el promedio de la temperatura ambiental fue de 34.6 °C, humedad relativa de 30.9 %, e ITH de 80.5 unidades; y 27.4 °C, 32 % y 72.5 unidades respectivamente, durante la época fresca. Durante la época cálida el ganado bovino estuvo sujeto a condición de PELIGRO (ITH \geq 75); a las 12:00 h los indicadores habituales: comer, beber y rumiar, fueron mayormente inhibidos (P<0.05); de acuerdo al diseño del corral en DC los bovinos mostraron menor actividad en el comedero y en DV menor actividad en bebedero y rumia (P<0.05). En la variación de la tasa de amenazas y topetazos influyó la condición ambiental determinada mediante el ITH: a las 8:00 h no rebasó las 77 unidades, mientras a las 12:00 y 15:00 h, supera las 82 unidades. Con esta información se deduce que el ITH es un buen indicador para predecir el comportamiento agonista de los bovinos en finalización intensiva; de igual manera influyó en la mayor respuesta de jadeos. En la época fresca, a las 8:00 h los bovinos se encontraban en condición de CONFORT, pero a las 12:00 y 15:00 h, la condición cambió a ALERTA (ITH=74.4 unidades). Los indicadores habituales: comer y beber son similares entre las 8:00 y 15:00, pero superiores (P<0.05) a las expresiones observadas a las 12:00 h, solo la rumia fue mayor a esta hora (8.1 vs. 6.1). Debido al estado ambiental de ALERTA, el 76.1 % de los bovinos permanece bajo sombra y el 65 % están de pie a las 12:00 h.

La expresión agonista manifestada mediante las montas (18 vs. 10), ocurrió cuando el valor de ITH fue de 69 unidades ($P < 0.01$), y disminuyó cuando el valor de ITH fue de 74 unidades. La Reacción de Flehmen fue mayor en el Diseño Vanguardista (14 vs. 7) que en Diseño Antiguo ($P < 0.01$). La exposición de los bovinos a efectos medio ambientales adversos inhibe notablemente sus indicadores conductuales, y en ello también influyó el diseño de las instalaciones para alojar a los bovinos.

Palabras clave: Bienestar Animal; Indicadores conductuales; Bovinos de carne; efectos ambientales.

ABSTRACT

EVALUATION OF ANIMAL WELFARE INDICATORS ON BEEF CATLE IN FEEDLOT DURING FRESH AND WARM SEASONS IN DRY TROPICS

MVZ ANA CITLALY ZAZUETA GUTIÉRREZ

To assess the animal welfare indicators in finishing cattle under environmental conditions of dry tropical weather, a prospective observational study was conducted during six weeks, through daily visits to six pens identified as DA (old design), DC (conventional design) and DV (avant-garde design). The behavioral guidelines of cattle related to animal welfare were recorded three times daily: 8:00, 12:00 and 15:00 hours. With the values of ambient temperature and relative humidity, the Temperature and Humidity Index (THI) was calculated. The percentages of the usual indicators were calculated to perform analysis of the variance where the effects of time and design of the pen were included as fixed effects. The average of ambient temperature was of 34.6 ° C, relative humidity of 30.9 %, and THI of 80.5. During the evaluated period, cattle were subject to thermal stress classified as DANGER (THI \geq 75). At 12:00 h the usual indicators: eating, drinking and ruminating, were mostly inhibited (P <0.05); according to the design of the pen in DC, the cattle showed less activity in the feed bunk and in DV less activity in drinking trough and rumination (P <0.05). The variation of the threat and head bump rate was influenced by the environmental condition determined by the THI: at 8:00 h it did not exceed 77 units, while at 12:00 h and 15:00 h, it exceeded 82 units. With this information it is deduced that the THI is a good indicator to predict the agonist behavior of the bovines in feedlot; likewise, it influenced the greater panting response.

In the cool season, at 8:00 h the bovines were found in COMFORT condition, but at 12:00 h and 15:00 h, the condition changed to ALERT (THI = 74.4 units). The usual indicators: eating and drinking are similar between 8:00 h and 15:00 h, but higher (P <0.05) than the expressions observed at 12:00 h, only the rumination was higher at this time (8.1 vs. 6.1). Due to the environmental status of ALERT, 76.1 % of the cattle remain under shade and 65 % are standing at 12:00 h. The agonist expression

manifested through the mounts (18 vs. 10), occurred when the THI value is 69 units ($P < 0.01$), and the THI value decreased is 74 units. The Flehmen Reaction was greater in Avant-garde Design ($P < 0.01$) than in Ancient Design (14 vs. 7). The exposure of cattle to adverse environmental effects notably inhibits their behavioral indicators, and the design of cattle's house facilities influenced this too.

Key words: Animal welfare; Behavioral indicators; Beef cattle; environmental effects.

I. INTRODUCCIÓN

En México, la ganadería bovina productora de carne representa una de las principales actividades del sector pecuario, por la contribución que realiza a la oferta de productos cárnicos, así como su participación en la balanza comercial del país; en tal sentido, la producción de carne de bovino creció a una tasa promedio anual de 1.8 % en el periodo de 2007 a 2016 (FIRA, 2017). Para 2017, se estimó que ésta se ubicase en un máximo histórico de 1.91 millones de toneladas producidas, es decir, registraría un crecimiento anual de 1.6 % (FIRA, 2017); esta cifra le permite al país colocarse en el octavo lugar a nivel mundial. En el periodo 2013 a 2017, el estado de Sinaloa se ubicó en el cuarto lugar nacional en producción de carne bovina con 100 mil toneladas, por debajo de los estados de Veracruz, Jalisco y Chiapas, con 244, 205 y 114 mil toneladas, respectivamente (FIRA, 2015).

Lo anterior es reflejo de la evolución de la ganadería bovina productora de carne, en la que los indicadores y métodos de producción se han determinado por las condiciones climáticas de las regiones del territorio nacional; sin embargo, estos indicadores se han potencializado dado que las circunstancias y condiciones de producción han cambiado y ahora se pueden encontrar combinaciones de los diferentes sistemas de producción en la mayoría de las zonas climáticas del país que anteriormente tenían características peculiares para la crianza y/o engorda de bovinos; bajo esta dinámica, los corrales de engorda han proliferado por casi todas las zonas geográficas, con el uso de nuevas herramientas de producción y comercialización en la engorda de bovinos, la utilización de dietas integrales, la inclusión de razas continentales, la finalización intensiva y la matanza en rastros Tipo Inspección Federal, todo ello con el objetivo de obtener una carne segura y sana (Rojas *et al.*, 2005).

Estos cambios en los esquemas de producción de carne bovina, sugieren la inclusión de indicadores de Bienestar Animal, como parte del crecimiento cualitativo de esta actividad económica; es a partir del año 2004, cuando el Bienestar Animal fue identificado como una de las prioridades del Plan Estratégico de la OIE (Organización Mundial de Sanidad Animal) con el propósito de promover el bienestar de los animales a partir de argumentos científicos, tratando de elaborar normas y directrices basadas en estos criterios y promoviendo la enseñanza a través de la capacitación y la difusión

de prácticas de manejo adecuado de los animales domésticos (OIE, 2013). Petryna y Bavera (2002), proponen para la evaluación de indicadores de Bienestar Animal la utilización de tres sistemas: ergonomía, medida de las preferencias y medida del discomfort.

La permanencia del ganado bovino en el corral de engorda intensiva puede llegar a alterar o modificar las pautas conductuales características de los bovinos en condiciones naturales, alterando su estado de confort hacia variados niveles de estrés; en este sentido, el estrés ha sido utilizado como un indicador en la pérdida de bienestar animal y es definido como la acción de estímulos nerviosos y emocionales provocados por el ambiente sobre los sistemas nervioso, endócrino, circulatorio y digestivo, produciendo cambios medibles en los niveles funcionales de estos sistemas (Mormede *et al.*, 2007). La modificación a los ambientes naturales en la producción de carne bovina y la persistencia de los factores que inducen al estrés en los animales, se traduce en el decremento de los indicadores de la productividad y calidad de la carne; en ello influyen la temperatura ambiente, la humedad relativa, la radiación solar directa o reflejada y el movimiento del aire, factores climáticos de mayor relevancia que influyen directamente en la capacidad de los bovinos para mantenerse en su zona de confort térmico (Gaughan *et al.*, 2008). Aunque los bovinos pueden adaptarse a las condiciones medioambientales, hay épocas del año en las que están expuestos al estrés térmico, ya sea debido a la oscilación de la temperatura ambiental, o bien cuando diversos factores se combinan generalmente durante un corto periodo de tiempo; sin embargo, para hacer frente a esta situación desfavorable, el organismo animal actúa mediante modificaciones fisiológicas y conductuales, para lograr condiciones de termo neutralidad (Arias *et al.*, 2008). Por lo anteriormente expuesto el objetivo de la presente investigación fue valorar los indicadores de bienestar en ganado bovino productor de carne en finalización intensiva en condiciones ambientales cálidas y frescas en una región con clima tropical seco.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes de Bienestar Animal

La preocupación por el bienestar de los animales es tan antigua como la ganadería, ya que desde un principio el hombre evitó que los animales murieran antes de ser necesitados para comer o bien no alimentarse de animales enfermos; ambas acciones fueron la base de la domesticación, porque sin estas condiciones, los animales no habrían permanecido junto al hombre cuando no se disponía ni de cercas ni de jaulas (Rodríguez, 2012).

Con la Revolución Industrial, surgieron avances tecnológicos que causaron grandes transformaciones socioeconómicas, tecnológicas y culturales en la sociedad de aquella época. La economía basada en el trabajo manual fue reemplazada por la industria y la manufactura, haciendo que la agricultura tradicional fuera cambiando gradualmente a una agricultura cada vez más tecnificada; pero fue la Segunda Guerra Mundial la que marcó el surgimiento del uso masivo de los nuevos sistemas de producción animal en los países industrializados. En estos sistemas los animales eran mantenidos en recintos bajo techo donde se utilizaban distintos accesorios y sistemas automatizados, en lugar de la mano de obra, para la realización de muchas de las tareas rutinarias (Fraser, 2006), generando con esto una disminución significativa de los costos junto con un aumento en la producción, que hacían de la ganadería un negocio mucho más rentable. Este modelo productivo fue adoptado principalmente en la producción de aves y cerdos, especies alimentadas a base de grano u otra dieta concentrada que facilitaba la automatización de los manejos. En los bovinos, por su parte, esta transición fue mucho menos marcada, debido a que el tipo de alimentación se basaba principalmente en forrajes (Fraser, 2008).

Con el paso del tiempo, los países industrializados en los que ocurrían estos cambios, especialmente en los países del norte de Europa y las naciones de habla inglesa (Estados Unidos, Nueva Zelanda, Australia, Canadá), también experimentaron cambios culturales que involucraron un aumento en la atención hacia los animales y su calidad de vida (Fraser, 2001). En el caso de los animales de granja, la preocupación fue enfocada particularmente a los sistemas de producción en confinamiento (Fraser, 2008).

En Londres, 1781, se dio inicio en el ámbito legislativo, con la primera ley para el trato apropiado de los animales y se presentaron los lineamientos para obtener licencias para el sacrificio animal para consumo humano (Muñoz, 2014). Posteriormente, en 1822, fue aprobada por el Parlamento Británico, la primera ley para el bienestar de los animales a nivel mundial, la cual sancionaba cualquier tipo de maltrato a animales como ganado, caballos y ovejas (Domínguez, 2011).

Ya en la actualidad, a partir del año 2004, el Bienestar Animal (BA) fue identificado como una de las prioridades del Plan Estratégico de la OIE (Organización Mundial de Sanidad Animal) con el propósito de promover el bienestar de los animales a partir de argumentos científicos, tratando de elaborar normas y directrices basadas en estos criterios y promoviendo la enseñanza a través de la capacitación y la difusión de prácticas de manejo adecuado de los animales domésticos (OIE, 2013).

Los principios de la OIE sobre Bienestar Animal también mencionan *las cinco libertades*, que se publicaron en 1965 para describir el derecho al bienestar que tienen los animales que se encuentran bajo el control del ser humano:

- 1.- Libre de hambre, sed y desnutrición
- 2.- Libre de miedos y angustias
- 3.- Libre de incomodidades físicas o térmicas
- 4.- Libres de dolor, lesiones o enfermedades
- 5.- Libre para expresar las pautas propias de comportamiento.

Con la definición de estas libertades, la sensibilización por el bienestar de los animales comenzó a consolidarse alrededor del mundo. En varios países, principalmente europeos, se iniciaron reformas regulatorias para proteger el bienestar de los animales durante las distintas etapas del proceso productivo (producción, transporte y matanza) y mucha de la investigación comenzó a centrarse en determinar los efectos de los sistemas de confinamiento sobre el bienestar de los animales (Jones, 2009).

2.2. Definición de bienestar animal

El bienestar animal tiene gran variedad de conceptos, comprende tanto la salud física como la mental e incluye varios aspectos como el confort físico, ausencia de

hambre y enfermedad, posibilidades de desarrollar conductas motivadas, etc. (Welfare Quality®, 2009). La importancia dirigida a distintos aspectos de este tema puede variar entre diferentes personas. Trata de un área de conocimientos científicos basados en estudios de la conducta (etología) y fisiología de los animales, donde se puede evaluar de manera objetiva y clara el estado biológico de un animal y su calidad de vida con escalas que van desde malo o bajo, hasta muy bueno, pasando por niveles intermedios (Esquivel, 2015).

Según el Código Sanitario para los Animales Terrestres de la OIE (2016) (Organización Mundial de la Sanidad Animal) el bienestar animal es el modo en que un animal enfrenta las condiciones en las que vive, por su parte Hughes (1976), estableció que el bienestar es el estado de salud física y mental completo donde el animal está en armonía con su ambiente; a su vez Aluja (2011), afirma que es un estado que se puede medir y que se basa en estudios fisiológicos y de conducta de los animales; mientras la clásica definición de Broom (1986), refiere que el bienestar de un individuo es su estado en relación con sus intentos de afrontar el ambiente.

2.3. Situación actual del Bienestar Animal en la Unión Europea

El primer acto legislativo comunitario sobre bienestar animal se implementó en 1974 y se refería al aturdimiento de los animales antes del sacrificio (Comunidades Europeas, 1974). Esta acción trataba de una Directiva en cuyos considerandos se señalaba la importancia ya entonces atribuida al bienestar animal y a la prevención de un sufrimiento innecesario que a la letra establece: «Considerando, además, que es oportuno tomar medidas a nivel comunitario para impedir en general toda forma de crueldad en el trato dado a los animales; que parece aconsejable, en primer lugar, tomar medidas que puedan evitar todo sufrimiento inútil a los animales durante el sacrificio» (Horgan, 2007). Estas normas comunitarias ponen claramente de manifiesto los pasos dados en la práctica a nivel europeo para garantizar la mejora del bienestar animal. En fechas más recientes, se pide a la Comisión Europea que elabore políticas de bienestar animal que se integren y coordinen con otras muchas políticas de la UE (agricultura, investigación, ampliación, etc.). Por lo que se refiere a los animales de granja, algunas iniciativas importantes han adoptado la forma de actos legislativos por

los que se establecen normas mínimas de protección animal (Horgan, 2007). Las relaciones existentes entre la salud y el bienestar de los animales y la seguridad alimentaria quedan claramente plasmadas en las responsabilidades de la EFSA (Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria) en este campo, así como en la incorporación de las consideraciones relativas al bienestar animal en la preparación de la próxima estrategia de salud animal de la Unión Europea (Estrategia de salud animal de la UE para el periodo 2007-2013).

La Comisión tiene importantes responsabilidades que se materializan en la preparación de nuevos actos legislativos sobre normas de bienestar animal basadas en unos conocimientos científicos en permanente evolución, en la pericia y en la experiencia práctica (Horgan, 2007). En su papel de guardiana de los Tratados Comunitarios, también es responsable de que la legislación comunitaria vigente se aplique y se haga cumplir correctamente, para lo cual desempeña un papel importante la Oficina Alimentaria y Veterinaria (OAV). Mientras que las autoridades competentes de los Estados miembros son las encargadas de aplicar las normas comunitarias a nivel nacional y de velar diariamente por su cumplimiento, la Comisión está facultada para actuar, en caso necesario, con la finalidad de garantizar la correcta aplicación de la legislación vigente. Para que el cumplimiento de la legislación sobre bienestar animal sea correcto y uniforme, es importante que las disposiciones se expresen de forma clara y se apliquen con objetividad y uniformidad. A la consecución de este objetivo ayudará el establecimiento de indicadores precisos y medibles sobre bienestar animal.

2.4. Situación actual en México

Cada país tiene derecho y debe aplicar sanciones según sus leyes, tal como el proyecto de la Ley Nacional de Bienestar Animal de los Estados Unidos Mexicanos, cuya propuesta incluye 142 artículos agrupados en nueve títulos, 26 capítulos y tres artículos transitorios, presentado al Senado de la República, para ser tratado por la comisiones de Medio Ambiente y Estudios Legislativos y en espera de ser dictaminada. En el capítulo III, artículo 15, postula sus principios de bienestar animal, manifestando que:

1. Los animales son seres vivos capaces de sufrir, sentir dolor y padecer estrés.
2. Cualquier persona física o moral que tenga bajo su dominio, posesión, cuidado o control directo un animal, cualquiera que sea su especie, tiene la obligación de garantizar su bienestar de conformidad con lo establecido por la presente ley.
3. Ninguna persona, en contravención con lo establecido en esta ley, podrá ser obligada o coaccionada a provocar daño, lesión, a mutilar o provocar la muerte de ningún animal.
4. Todo animal tiene derecho a un mantenimiento y alojamiento adecuado a sus necesidades biológicas.
5. En todo proyecto o actividad de investigación o enseñanza, se deberá de preponderar la reducción, reemplazo y refinamiento de los animales utilizados.
6. El ser humano se beneficia de los animales de muy diversas maneras y en ese proceso, adquiere la responsabilidad de velar por su bienestar.

La normatividad vigente en el ámbito federal, que aplica al bienestar animal, protección animal y trato digno y respetuoso a los animales se muestra a continuación:

- Ley Federal de Sanidad Animal (LFSA, 2007): Artículos del 19 al 23, señalan la obligatoriedad de procurar el bienestar animal, sin embargo, sólo cinco artículos regulan directamente el tema. De su Reglamento (RLFSA, 2012), los artículos del 29 al 32.
- Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA, 1988): En el Artículo 79 se establece que uno de los criterios para la preservación y aprovechamiento de la fauna silvestre, es la procuración del trato digno y respetuoso a las especies animales, con el propósito de evitar la crueldad en contra de éstas.
- Ley General de Vida Silvestre (LGVS, 2000) y su Reglamento (RLGVS, 2006): La ley contempla dentro de diversos artículos, la alusión al trato digno y respetuoso a la fauna silvestre e incluso en su Artículo 29.

En el cuadro 1, se muestra una relación de Normas Oficiales Mexicanas específicas para el bienestar animal, que desde el ámbito federal regulan diversos conceptos aplicables al territorio nacional.

Cuadro 1. Relación de Normas Oficiales Mexicanas específicas para el bienestar animal emitidas por dependencias oficiales del gobierno federal mexicano.

Norma	Concepto	Publicación en DOF
NOM-033-ZOO-1995	Sacrificio humanitario de los animales domésticos.	16-07-1996 Aclaración 20-12-1996 Modif.16-07-1997
NOM-033-SAG/ZOO-2014	Métodos para dar muerte a los animales domésticos y silvestres.	26-08-2015
NOM-045-ZOO-1995	Características zoosanitarias para la operación de establecimientos donde se concentren animales para ferias, exposiciones, subastas, tianguis y similares.	5-08-1995
NOM-051-ZOO-1995	Trato humanitario para la movilización de animales.	23-03-1995
NOM-062-ZOO-1995	Especificaciones técnicas para el cuidado y uso de los animales de laboratorio.	22-08-01
NOM-194-SSA1-2004	Emitida por la Secretaría de Salud: Productos y servicios. Especificaciones sanitarias en los establecimientos dedicados al sacrificio y faenado de animales para abasto, almacenamiento, transporte y expendio. Especificaciones sanitarias de productos.	18-09-2004
NMX-AA-165-SCFI-2014	Emitidas por la Secretaría de Economía Establece los requisitos para la certificación con respecto al bienestar animal, conservación, investigación, educación y seguridad en los zoológicos.	22-09-2014

2.5. Sistemas de producción de ganado bovino para carne

Se definen como todos los sistemas comerciales de producción de ganado cuyo propósito (en alguno o en todos los casos) incluye la crianza, la reproducción y el periodo final de engorde del ganado orientado a la producción de carne bovina para consumo humano (Vásquez y Polidoro, 2017). Los principales sistemas reconocidos para la producción de carne bovina, incluyen al intensivo, extensivo y mixto.

2.5.1. Sistemas extensivos.

Los sistemas extensivos de producción animal se basan en la utilización de especies ganaderas de interés zootécnico capaces de aprovechar eficazmente los recursos naturales mediante el pastoreo (Bellido *et al.*, 2001). En general estas especies ganaderas están adaptadas a los factores limitantes y ecológicos del medio en el que se desarrollan.

2.5.2. Sistemas mixtos

Son sistemas en los que el ganado está sometido a cualquier combinación de métodos de cría extensivo e intensivo, o bien simultáneamente o bien de forma alternada, según cambien las condiciones climáticas y el estado fisiológico del ganado (OIE, 2011).

2.5.3. Sistemas intensivos

Son sistemas en los que el ganado bovino está confinado y depende por completo del hombre para satisfacer las necesidades diarias básicas tales como alimento, refugio y agua; en este sistema, los criterios medibles de bienestar del ganado bovino, incluyen: comportamiento productivo, tasas de morbilidad, tasas de mortalidad, cambios de peso y condición corporal, eficiencia reproductiva, aspectos físicos, respuestas al manejo y gestión de las complicaciones debidas a procedimientos de rutina (OIE, 2011).

Algunas de las recomendaciones establecidas para el sistema intensivo de producción de carne bovina incluyen criterios medibles y pertinentes. Estos criterios no excluyen otras medidas cuando sea apropiado: a) bioseguridad y sanidad animal;

bioseguridad de prevención de enfermedades y manejo zoonosario; b) aspectos ambientales; entorno térmico, iluminación, calidad del aire, ruido, nutrición, suelos, camas, superficies de descanso y zonas exteriores, entorno social, densidad de población, protección contra predadores; y c) aspectos del manejo; selección genética, gestión reproductiva, calostro, destete, intervenciones dolorosas, manipulación e inspección, formación del personal, planes de emergencia, emplazamiento, construcción y equipamiento, matanza en condiciones decentes con base a la normativa oficial vigente (SAGARPA, 2004).

2.6. Sistemas de producción de carne bovina

En México, la producción de bovinos de carne se desarrolla en todo el país, siendo los estados del sureste (Veracruz, Tabasco, Chiapas, entre otros) como los principales productores de becerros para la engorda intensiva (FIRA, 2017). Posteriormente, los becerros son desarrollados y engordados en el resto del país (principalmente Michoacán, Sinaloa, Baja California, entre otros). Las etapas iniciales de la producción comienzan con la etapa reproductiva de los animales (se cruzan ya sea con monta natural o inseminación artificial para que después de 9 meses de gestación nazca el becerro). Durante la etapa de la crianza (lactancia), los terneros se alimentan de la leche de la madre hasta un período de entre 3 a 7 meses de edad. El desarrollo de los animales comienza después del destete, y se basa fundamentalmente en que el animal tenga una buena alimentación para que su esqueleto sea grande y resistente para contener mucha musculatura. La alimentación y cuidado de los animales en esta etapa son fundamentales para poder obtener buen rendimiento de pie a canal, de cortes primarios y de tejido muscular. Durante la finalización, los animales inician la etapa con alrededor de 13 meses, son alimentados con dietas a base de granos por aproximadamente 70 a 90 días en el sur del país y hasta 130 a 150 días en el norte, esta finalización tiene como objetivo que el animal gane peso antes de su faenado y pueda depositar algo de grasa (Rubio *et al.*, 2012).

2.7. Problemas de bienestar animal asociados a los métodos de producción en confinamiento

El incremento de la producción de carne bovina ocurrió en los países industrializados a finales del siglo XIX, en gran medida para aumentar el rendimiento a través de regímenes intensivos de alimentación, pero también para minimizar algunos costos mediante el alojamiento del ganado (Phillips, 2002). Las condiciones a las cuales fueron sometidos los bovinos en estas nuevas granjas modernas son consideradas por muchos como “no naturales”, con cambios drásticos en las dietas, en el manejo y un evidente reducción del espacio (Rushen *et al.*, 2008).

Estos ambientes artificiales han traído efectos adversos al bienestar de los bovinos. En repetidas ocasiones, los terneros que ingresan a la engordas son traídos desde sistemas extensivos, en donde las condiciones ambientales son muy distintas. Para un ternero, la adaptación a este nuevo ambiente puede involucrar cierto nivel de estrés que puede generar detrimento en su bienestar (Loerch y Fluharty, 2000).

Otra situación común en las engordas de bovinos es la disminución del espacio y la alta densidad en los corrales lo que a menudo limita la capacidad de realizar algunos comportamientos naturales, aumenta la incidencia de agresiones entre animales y los problemas de salud se incrementan (Phillips, 2002). A menudo, la asignación de espacio es considerado menos crítico que la calidad del espacio. Por ejemplo, dependiendo del tipo y manejo del piso, los animales tienden a estar más o menos sucios lo que incide directamente en la presencia de ectoparásitos e infecciones bacterianas de la piel. Es más, un piso de mala calidad o poco adecuado está claramente relacionado con la presentación de cojeras (Lowe *et al.*, 2001).

Adicionalmente a la alta densidad que es utilizada durante el alojamiento del ganado bovino en algunas engordas, en este tipo de ambiente los animales pasan la mayor parte de su tiempo inactivo debido a la falta de estimulación ambiental lo que podría llevar al desarrollo de comportamientos agresivos y anormales (Pelley *et al.*, 1995).

En muchas partes del mundo, las engordas de bovinos no se llevan a cabo bajo techo, sino que los animales están expuestos a las condiciones ambientales. Los resultados de muchos estudios han sugerido que las condiciones climáticas pueden

resultar en una significativa incomodidad en los bovinos de carne. El calor, el viento, el frío y la humedad son los factores climáticos que podrían provocar estrés en los animales (Lefcourt y Adams, 1996).

2.7.1. Requerimientos básicos para establecer un corral de engorda bovina

Selección del área. El área para establecer los corrales de engorda debe de estar alejada de la zona urbana debido a las molestias que pudiese ocasionar por los olores de las heces de los animales, además de que debe ser un área donde no haya problemas con el transporte de camiones de grandes dimensiones (Gutiérrez e Isai, 2016).

Orientación del corral. Se recomienda orientar los corrales de este a oeste a lo largo de la construcción, para ayudar a obtener la mayor cantidad de sombra posible, además de que ayudará a proteger de los vientos dominantes (Rojas *et al.*, 2005).

Corral de engorda. Esta área es donde el ganado permanecerá durante todo el proceso de engorda. El tamaño del corral deberá ser de acuerdo al número de animales a engordar, por lo general, la superficie necesaria es de 18.5 m² por animal, sin embargo, puede ajustarse al tamaño del ganado a engordar, por ejemplo para ganado con menos de 300 kg se recomienda un área de 15 m² y para ganado mayor a 400 kg alrededor de 20 m² (Grandin, 2002). Uno de los aspectos a considerar en la construcción de un corral para engorda es la pendiente del terreno, es conveniente que el piso sea lo más compacto posible y tenga una pendiente de 2 a 4 % en sentido opuesto a la ubicación del comedero para que el agua de lluvia y excrementos líquidos tengan salida rápida del corral. El diseño de los corrales dependerá de la disponibilidad del terreno y los recursos con los que se cuenta.

Comederos. El comedero debe colocarse un lado del pasillo de tal forma que al momento de servir no haya necesidad de entrar al corral y que además se permita una fácil limpieza. Las dimensiones que se requieren para un comedero en forma de canoa para animales jóvenes son de 45 cm lineales de espacio por animal, con una altura de 60 cm del borde del comedero para evitar que saquen el alimento del comedero, para animales de talla grande (más de 300 kg) la altura debe de ser de 75 cm al borde del

comedero con espacio de 70 cm por animal. Hay comederos llamados de banqueta, en los cuales no se utiliza pared lateral de lado, facilitando la limpieza y el servido del alimento, ahorrando tiempo y dinero, sin embargo, tiene sus desventajas como que los animales pueden dispersar el alimento lejos de su alcance y no consumirlo. Se recomienda techar el área de comederos para evitar pérdidas de alimento por humedad de las lluvias (Grandin, 2002; Gasque, 2008).

Bebederos. Los bebederos deben de estar alejados al menos 10 m de los comederos para evitar que los animales lleguen a tomar agua con mucho alimento en la boca y contaminen el agua. Se recomienda ubicar un bebedero cada dos corrales de manera longitudinal de manera que un solo bebedero suministre a los dos corrales. Los bebederos deben de tener una altura de 60 cm para animales pequeños y de 80 cm para animales adultos y la limpieza debe de ser constante para evitar la formación de algas o sustancias extrañas. El área de bebederos deberá estar diseñada de tal forma que el ganado siempre tenga disponibilidad de agua limpia y fresca, el volumen requerido es de aproximadamente 70 litros por animal por día en ganado adulto durante el verano y la mitad durante el invierno (Gasque, 2008). El tamaño de los bebederos dependerá de la capacidad del corral, para esto puede calcularse 30 cm² de bebedero por cada 10 animales. No es conveniente utilizar bebederos muy profundos y de gran volumen, ya que el agua retenida por más tiempo se contamina más y es menos fresca. Existen estudios donde afirman que un suministro abundante de agua limpia y fresca es esencial para el bienestar de los animales. La evaluación del acceso al agua potable es una parte importante para el ganado de carne. Los requerimientos de agua pueden aumentar en clima caliente. Dee Griffin, citado por Grandin (2016), enfatiza la importancia de utilizar una tubería de gran diámetro que proporcionará suficiente flujo de agua para mantener los bebederos llenos en días más calurosos (Arias y Mader, 2011).

Área de sombra. El ganado bovino tolera un amplio rango de temperaturas ambientales siempre y cuando estén sanos, bien alimentados y que no se expongan a extremos de radiación solar, humedad y vientos. La temperatura óptima para el ganado es de 20°C con un rango aceptable entre los 10 y 25°C, arriba de este rango, la alimentación y producción comienzan a afectarse y pueden sufrir estrés,

ocasionando una disminución del consumo de alimento y menores ganancias de peso, se recomienda un espacio de 3.7 m² de sombreadero por animal adulto y al menos 4 m² de altura para evitar restringir el movimiento del aire y alcanzar mejores proyecciones de sombra (Gasque, 2008, SAGARPA, 2004). En un estudio realizado por Barajas *et al.* (2010), se determinó la respuesta productiva de toretes en finalización, mediante un experimento con diseño de bloques completos al azar, se midió el efecto de la sombra dentro del corral de engorda, donde se demostró que los bovinos que recibieron el tratamiento con sombra tuvieron un incremento del 14 % en la respuesta productiva en finalización durante la época fresca y seca en el Noroeste de México. En otro estudio que se llevó a cabo en la época calurosa, se utilizaron 60 toretes donde se midió la respuesta productiva mediante animales expuestos a la sombra y sin sombra, donde se concluyó que el uso de sombra (corraletas con piso de tierra de 6 x 12 m, provistas de un techo que proporcionó 3 m² de sombra por cabeza), es necesario para ayudar a los bovinos a enfrentar el estrés calórico y mitigar sus efectos en la respuesta productiva durante la finalización (Barajas *et al.*, 2010).

Personal. Otro criterio importante dentro del ámbito del bienestar animal en engorde intensivo, es la formación del personal u operarios, ya que ellos están en contacto directo con los animales. Todos los responsables de la explotación deberán tener la competencia necesaria de acuerdo con sus responsabilidades y los conocimientos sobre cría de ganado, comportamiento, bioseguridad, signos generales de enfermedad y de los indicadores de falta de bienestar de los animales, como estrés, dolor incomodidad, y sobre la forma de aliviarlos (OIE, 2011). La competencia necesaria podrá adquirirse a través de una formación oficial o la experiencia práctica.

2.8. Problemas de bienestar animal asociados al medio ambiente

La medición objetiva del BA es un proceso complejo, siendo necesario combinar indicadores fisiológicos, productivos y etológicos relacionados con la presencia de estrés (Romero-Peñuela *et al.*, 2011). Las elevadas temperaturas durante el verano en las regiones tropicales representan un desafío para el ganado por lo que el BA se

ve comprometido, la respuesta del animal a este tipo de estresor puede ser evaluado en dos niveles: en primer lugar, la magnitud de las respuestas fisiológicas y de comportamiento y, en segundo lugar, el costo biológico de estas respuestas (Solano *et al.*, 2004; Colditz *et al.*, 2007).

2.8.1. Índice de Temperatura y Humedad (ITH)

El efecto del clima en la producción animal ha sido estudiado desde hace aproximadamente medio siglo, lográndose importantes avances en el entendimiento de los aspectos fisiológicos y de comportamiento animal bajo condiciones de estrés climático. En la actualidad es posible evaluar en forma conjunta el efecto de factores tales como: radiación solar, humedad relativa, temperatura ambiental, velocidad del viento y precipitaciones (Arias *et al.*, 2008). En conjunto, estas variables tienen un efecto directo sobre el bienestar animal (Mitloehner *et al.*, 2001; Brown-Brandl *et al.*, 2006).

En la producción ganadera se utiliza el Índice de Temperatura-Humedad (ITH) como un indicador de riesgo de estrés calórico. En 1989, la Organización Mundial de Meteorología (WMO, por sus siglas en inglés) estableció cuatro categorías para identificar el riesgo de estrés calórico en bovinos mediante el Índice de Temperatura y Humedad: confort ($ITH \leq 70$), alerta ($ITH > 70 \leq 79$), peligro ($ITH > 79 \leq 84$) y emergencia ($ITH > 84$) (Bruce, 1995).

En un estudio conducido por Hernández *et al.* (2011) en la zona tropical de Veracruz, en los periodos 1917-1960, 1961-1990 y 1991-2008, registraron valores de ITH promedio de 83, 85 y 86 unidades, respectivamente, lo que indica que las posibilidades de confort en los animales son escasas, además proyectó que con el cambio climático estas condiciones podrán ser más desfavorables.

2.8.2. Respuesta fisiológica de los bovinos al estrés

El estrés ha sido utilizado como indicador de la pérdida de BA (Broom, 2003), y se define como la acción de estímulos nerviosos y emocionales provocados por el ambiente sobre los sistemas nervioso, endocrino, circulatorio y digestivo de un animal, produciendo cambios medibles en los niveles funcionales de estos sistemas, de

acuerdo con la duración y sus efectos, el estrés puede ser agudo (transitorio) o crónico (de largo efecto) (Trevisi y Bertoni, 2009). Dentro de la respuesta neuroendocrina tienen vital importancia los sistemas simpáticos/ suprarrenal (SS) y el eje Hipotálamo Hipófisis Adrenal HPA, donde la activación de cualquiera de los dos depende del factor estresante que está produciendo el estímulo (Grandin, 2003; Herskin *et al.*, 2004). En la activación del primero, denominado “síndrome de emergencia”, el organismo se prepara para hacer frente a peligros súbitos generando una respuesta de carácter rápida y breve, que conlleva a la activación neuronal del hipotálamo y la liberación de adrenalina desde la médula adrenal, así como noradrenalina de las fibras nerviosas del locus coeruleus (LUC-NE), región localizada en el tronco cerebral. Estas catecolaminas son las encargadas de poner al animal en estado de alerta, preparándolo para luchar o huir, provocando un aumento de la frecuencia cardíaca, vasoconstricción periférica, aumento de la glicemia, dilatación pupilar, hiperventilación y aumento del volumen sanguíneo (Lay y Wilson, 2001). En el eje HPA, los centros cognitivos del cerebro como la corteza cerebral, al percibir amenazas externas inician los mecanismos de respuesta vía señales nerviosas que activan la liberación del factor liberador de corticotropina (CRH) y la vasopresina, especialmente en el núcleo paraventricular del hipotálamo (Borell, 2001). La CRH es liberada por terminales de axones que se proyectan hacia la región de la eminencia media, y es transportada por el sistema sanguíneo portal hipofisiario hacia la hipófisis anterior estimulando la liberación de la hormona adrenocorticotrópica (ACTH), la cual es liberada al torrente sanguíneo para estimular la síntesis y secreción de glucocorticoides (GC), especialmente cortisol desde la corteza adrenal, cuya secreción es pulsátil, con una periodicidad de 90 minutos (Morméde *et al.*, 2007). Simultáneamente, se estimula la liberación de catecolaminas (adrenalina, noradrenalina y dopamina) desde la médula adrenal, así como hormonas tiroideas (Borell, 2001; Trevisi y Bertoni, 2009). El cortisol aumenta la disponibilidad de energía y las concentraciones de glucosa en la sangre, porque estimula la proteólisis, lipólisis, la gluconeogénesis en el hígado aumentando la síntesis de enzimas implicadas en la conversión de aminoácidos, glicerol y lactato en glucosa, aumentando la movilización de los aminoácidos desde el músculo (Muchenje, 2009). También disminuye el transporte de glucosa y su utilización por las

células, produciendo una elevación de la concentración de glucosa sanguínea hasta un 50 % sobre el nivel normal (Lay y Wilson, 2001; Trevisi y Bertoni, 2009). En esta compleja respuesta fisiológica se presenta un proceso de retroalimentación negativa, permitiendo que el cortisol actúe sobre el hipotálamo y la hipófisis disminuyendo la producción de CRH y ACTH (Lay y Wilson, 2001). En esta etapa el organismo intenta adaptarse o afrontar la presencia de los factores que percibe como amenaza, en donde se presenta una normalización de los niveles de corticosteroides y, por ende, la desaparición del estado de estrés, etapa que se ha denominado “de resistencia o relajación” (Sapolsky, 2000; Morméde *et al.*, 2007). Por lo tanto, el estrés crónico es una condición de mala adaptación que puede estar asociada con una reducción directa en el nivel de bienestar.

2.8.3. Mecanismos de disipación de calor

Durante el estrés calórico los rumiantes como animales homeotermos tienen la capacidad de activar rutas metabólicas para perder calor y/o reducir la producción del mismo en un intento de mantener la temperatura fisiológica. La respuesta inmediata a la carga calórica incrementa la tasa respiratoria, disminuye el consumo de alimento e incrementa el consumo de agua (Bernabucci *et al.*, 2010).

La disipación del calor por parte de los organismos vivos se debe a los siguientes mecanismos: radiación, conducción, convección y evaporación. La radiación se define como la pérdida de calor mediante rayos infrarrojos o calóricos, que varía de acuerdo con la superficie corporal del animal, siendo menor en animales voluminosos. En el ganado bovino, por ejemplo, aunque la provisión de sombra no elimina completamente el impacto de las altas oleadas de calor, la carga calórica disminuye y por consiguiente la radiación es menor redundando en el bienestar de los animales (Sanmiguel y Díaz, 2011). La conducción es la pérdida de calor ocasionada por la diferencia de temperatura en sistemas vecinos, de ahí la importancia de la conductividad del tegumento que integra la cobertura y las superficies internas que están en contacto con el medio externo como los tractos respiratorio y digestivo. La convección es el intercambio de calor entre la superficie corporal y el aire que lo rodea, mediante el flujo sanguíneo y la rapidez del flujo de aire externo, de esta manera el

calor perdido por convección en primer lugar dependerá de la densidad, calor específico y humedad del ambiente y en segundo lugar de las características de la superficie sobre la que incide el aire. El viento ayuda a reducir los efectos del estrés calórico durante el verano mejorando los procesos de disipación de calor por convección. Por último, los endotermos pierden calor mediante evaporación a través de la piel por mecanismos de transpiración y perspiración, y mediante el sistema respiratorio a través del jadeo. De este modo, la transpiración y la vasodilatación cutánea activa es la mejor defensa autónoma contra el calor (Sanmiguel y Díaz, 2011). Un estudio realizado durante una ola de calor en Iowa en los Estados Unidos de América, indicó que en los corrales de engorda con sombra se pierde el 0.2 % de su ganado y corrales sin sombra perdió 4.8 % (Busby y Loy, 1997).

Según Mader y Griffin (2015) y Gaughan y Mader (2014), tomando en consideración la intensidad del jadeo y la extensión de la lengua en el momento de la transpiración sugiere la gravedad del estrés térmico. Es esencial para evitar esto, una buena orientación del corral, disponibilidad de sombra, espacio vital y el plan alimenticio. En cuanto a la calidad y disponibilidad del agua, Dee Griffin, citado por Grandin (2016) enfatiza la importancia de utilizar una tubería de gran diámetro que proporcionará suficiente flujo de agua para mantener los bebederos llenos en el día más caluroso. Datos obtenidos bajo las condiciones climáticas de Australia indican que el consumo de agua puede variar de 45 a 90 L por animal por día en días calurosos (Meat and Livestock Australia, 2013). En consonancia con lo anterior Aluja (2011), establece que el ser humano está obligado a evitar situaciones de miedo, dolor, ansiedad, hambre, sed y hasta donde sea posible el sufrimiento de los animales domésticos, situación que aplica a los sistemas de producción de carne bovina en finalización intensiva.

2.9. Efecto del ambiente físico en la conducta habitual del bovino

Los animales de granja nacen con patrones conductuales fijos como el instinto de mamar, no obstante, la mayor parte de sus patrones de conducta se desarrollan a través del juego de conducta social con otros animales y bajo la influencia de factores ambientales y genéticos (Gasque, 2008).

El bovino depende en gran medida de la visión para ubicarse en un ambiente determinado; las sombras y luces, charcos, cambios de suelo, objetos móviles, personas, tipo de corral, paredes, puertas y techos sólidos, alteran su comportamiento habitual (Canosa y Acuña, 1996).

Los bovinos al igual que todos los mamíferos, son animales homeotermos, es decir, organismos que a pesar de las fluctuaciones en la temperatura ambiental son capaces de mantener relativamente constante la temperatura corporal; esta capacidad es esencial para que las reacciones bioquímicas y procesos fisiológicos asociados con el metabolismo se lleven a cabo (Sanmiguel y Díaz, 2011). Para mantener la temperatura corporal se necesita ganar o perder calor que proviene del medioambiente circundante; este proceso denominado balance térmico, se logra a través de un constante proceso de termorregulación que involucra el flujo de calor mediante cuatro vías básicas: conducción, convección, radiación y evaporación; cuando los mecanismos fisiológicos para mantener la termo neutralidad no son suficientes el animal ingresa en lo que se conoce como zonas de estrés térmico (Beatty *et al.*, 2006). En relación al comportamiento, para evitar los efectos del exceso de calor los bovinos también modifican su comportamiento habitual; bajo condiciones de estrés por calor los animales disminuyen el tiempo dedicado a consumir alimento y el que permanecen echados, aumenta el tiempo dedicado a beber agua y el que permanecen de pie cerca de los bebederos; también es posible observar cambios en la distribución del ganado dentro de los corrales, permaneciendo más tiempo en aquellos lugares con mejor ventilación (Arias *et al.*, 2008).

Adicionalmente a la alta densidad en corrales a las que son sometidos los bovinos en algunas engordas, en este tipo de ambiente los animales pasan la mayor parte del tiempo mostrando una actitud inactiva debido a la falta de estimulación ambiental lo que podría llevar al desarrollo de comportamientos agresivos y anormales (Pelley *et al.*, 1995). En muchas partes del mundo, las engordas de bovinos no se llevan a cabo bajo techo, sino que los animales están expuestos a las condiciones ambientales; resultados de investigación sugieren que las condiciones climáticas pueden manifestarse en una significativa incomodidad en los bovinos productores de carne en confinamiento, tales como el calor, el viento, el frío y la humedad son los

factores climáticos que podrían acrecentar el estrés térmico en los bovinos (Lefcourt y Adams, 1998).

El rol del comportamiento en el bienestar animal ha sido por largo tiempo una de los aspectos más controvertidos (Rushen *et al.*, 2008). El impedimento de realizar un comportamiento natural atribuido por los sistemas de alojamiento y las prácticas de manejo del ganado bovino es una permanente preocupación que tiene el público en general respecto a los animales de granja (Dawkins, 2004). El uso del comportamiento como indicador de bienestar animal se fundamenta principalmente en la inferencia del estado de bienestar de un animal a partir de la realización de ciertos comportamientos.

En bovinos son utilizados tres tipos de comportamiento: el primero corresponde a aquellos que directamente reducen el bienestar de los animales. Estos incluyen comportamientos nocivos tales como las peleas (Mounier *et al.*, 2005), y las montas repetidas de uno o varios animales a otros animales (Taylor, 1997). La segunda categoría incluye comportamientos que por sí mismos no reducen el bienestar de los animales, pero que pueden ser un signo indirecto que el bienestar animal está siendo amenazado. Entre estos destacan la vocalización (Manteuffel *et al.*, 2004), comportamientos indicativos de miedo o ansiedad (Van Reenen *et al.*, 2004) y comportamientos denominados anormales como estereotipias (Mason y Latham, 2004). El tercer tipo de comportamiento incluye aquellos como el juego que pueden indicar que el estado de bienestar del animal es bueno (Jensen *et al.*, 1998).

Uno de los problemas más reconocidos del registro de indicadores conductuales basados en la observación del animal es su viabilidad o factibilidad (Spoolder *et al.*, 2003), siendo la mayoría de los registros experimentales basados en el animal, difíciles pero no imposibles de medir bajo condiciones comerciales (Bracke, 2007). En relación a otros factores a considerar con el bienestar de los bovinos en el corral de finalización intensiva, son referidos por Grandin (2016), tales como: acumulación del lodo, calidad y disponibilidad del agua y el manejo de los animales en el momento del acopio a su llegada a los corrales de reciba y antes del faenado. En cuanto al control del lodo acumulado, se recomienda construir los corrales en lugares altos y de no abundantes precipitaciones; por su parte Dee Griffin, citado por Grandin (2016), afirma que 11 cm (4 pulgadas) de barro reduce el incremento de peso.

Existen dos métodos básicos para mantener el ganado limpio en un diseño adecuado al aire libre, la primera es manejar la densidad de población correcta y la segunda es la construcción de montículos para que el ganado se acueste (Grandin, 2016). Esto va a variar dependiendo de la cantidad de lluvia, porque el bovino agrega humedad con su orina y estiércol. En zonas de baja precipitación pluvial la densidad de población mínima absoluta será de 30 m² por animal, pero en áreas con mayor precipitación puede ser de 30 a 60 m² (Grandin, 2016).

2.10. Indicadores utilizados para valorar el bienestar en los bovinos

Con base en el protocolo Welfare Quality®, (2009) se utilizan los siguientes 12 criterios medibles:

1. Los animales no deben sufrir de hambre prolongada, es decir, deben tener una dieta adecuada.
2. Los animales no deben sufrir de sed prolongada, es decir, deben tener un suministro de agua suficiente y accesible.
3. Los animales deben tener comodidad cuando estén descansando.
4. Los animales deben tener comodidad térmica, es decir, no deben ser demasiado calientes ni demasiado fríos.
5. Los animales deben tener suficiente espacio para moverse libremente.
6. Los animales deben estar libres de lesiones, es decir, daños de la piel y trastornos locomotores.
7. Los animales deben estar libres de enfermedades, es decir, los administradores de las unidades de producción pecuaria deben mantener altos estándares de higiene y cuidado.
8. Los animales no deben sufrir dolor inducido por manejo inapropiado, manejo, sacrificio o procedimientos quirúrgicos (por ejemplo, castración, descornado).

9. Los animales deben ser capaces de expresar comportamientos sociales normales, no dañinos (por ejemplo, aseo).

10. Los animales deberían ser capaces de expresar otros comportamientos normales, es decir, debería ser posible expresar comportamientos naturales específicos de la especie, como el forrajeo.

11. Los animales deben manejarse bien en todas las situaciones, es decir, los manejadores deben promover buenas relaciones humanas.

12. Las emociones negativas como el miedo, la angustia, la frustración o la apatía deben evitarse, mientras que las emociones positivas como la seguridad o la satisfacción debe ser promovido.

III. HIPÓTESIS

El diseño y el ambiente físico de los corrales de finalización intensiva en bovinos influyen favorablemente en los indicadores de bienestar animal en trópico seco.

IV. OBJETIVO GENERAL

Valorar los indicadores de bienestar animal en bovinos productores de carne en finalización intensiva bajo condiciones ambientales del trópico seco mexicano.

4.1. Objetivos específicos

1. Identificar las pautas conductuales del ganado bovino en el sistema de producción intensiva de carne bajo condiciones climáticas cálidas y frescas.
2. Analizar el espacio vital para la producción de carne bovina en el sistema de producción intensiva bajo condiciones climáticas cálidas y frescas.
3. Conocer las actitudes del personal hacia el bienestar de los bovinos en el corral de engorda intensiva.

V. MATERIAL Y MÉTODOS

5.1. Localización del área de estudio

El estudio se llevó a cabo en la Unidad de Producción Pecuaria (UPP) Agropecuaria JS S.A. de C.V., ubicada en el km 12 de la carretera Internacional al sur de la ciudad de Culiacán Rosales, 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 de 70 m sobre el nivel del mar; el clima de la región se define como semiseco, muy cálido, extremo con lluvias en verano ($BS_1(h')w(w)(e)$); la temperatura media anual de la región es de 25.9°C, las temperaturas mínimas promedio son alrededor de 10.5°C en el mes de enero y las máximas promedio pueden ser mayores a 36°C durante los meses de mayo a julio (Ruiz *et al.*, 2005).

5.2. El estudio observacional prospectivo

Consistió en dos etapas con una duración de seis semanas cada una, a partir del 02 de octubre hasta el 10 de noviembre de 2017 la primera etapa, y la segunda a partir del 15 de enero hasta el 23 de febrero de 2018.

5.2.1. Clasificación del tipo corral

En ambas etapas, se realizaron visitas diarias a seis corrales de finalización elegidos por conveniencia y se registraron las condiciones generales de los mismos: número de corral, dimensiones, disponibilidad y tipo de sombra, disponibilidad y tipo de comedero, disponibilidad y tipo de bebedero basados en el estudio de Philips, (1988). Además los corrales fueron identificados mediante la siguiente nomenclatura y que corresponde al diseño del corral en la UPP: DA (diseño antiguo); DC (diseño convencional) y DV (diseño vanguardista), cuyas características se muestran en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Características de los corrales de finalización intensiva conforme al diseño del corral de la Unidad de Producción Pecuaria.

Características	Diseño Convencional		Diseño Vanguardista		Diseño Antiguo	
Número de corral	70	71	229	251	17	18
Superficie, m ²	1200	1200	1080	1080	1620	1620
Sombra disponible, m ²	171	171	180	180	360	360
Orientación de la sombra	N a S	N a S	E a O	E a O	E a O	E a O
Comedero disponible, m	30	30	36	36	56	56
Bebedero disponible, m	6.10	6.10	6.10	6.10	6.10	6.10

5.2.2. Evaluación basada en los animales

De acuerdo a Phillips (1988), durante la primera visita en cada etapa, se registraron las características generales del ganado: número de bovinos alojados, género, predominancia de tipo racial. Posteriormente en cada visita se aplicó una guía de verificación (Anexo 1) y se registraron las pautas conductuales (A), sociales (B) y agonistas (C) del ganado bovino relacionados con el bienestar animal en los corrales de finalización (Marti *et al.*, 2015). La evaluación de las conductas se realizó durante tres horarios (8:00 h, 12:00 h y 15:00 h); para visualizar a todos los animales se segmentó el área de observación en 4 puntos de observación (áreas de mayor visibilidad). El tiempo de observación por segmento dependió del número de segmentos siendo la duración total de observación de 20 minutos.

A) Indicadores conductuales Se registró la frecuencia de conductas como animales comiendo, bebiendo, rumiando, animales bajo sombra, bajo sol, echados y animales de pie.

B) Indicadores sociales: Se registró la frecuencia de la ocurrencia de comportamientos sociales basados en el protocolo Welfare Quality (2009): 1) Acicalamientos, cuando un animal tocaba con su lengua cualquier parte del cuerpo (cara, cabeza, torso, piernas, cola) de otro compañero de grupo excepto la región anal o el prepucio, si el actor deja

de lamer por más de 10 segundos y luego comienza a lamer al mismo receptor se registra como una nueva acción y un nuevo evento comienza, si el actor lame a otro receptor o si hay un cambio de roles entre actor y receptor. 2) Olfateos, los cuales se registraron cuando un animal olfateaba a otro sin llegar a las regiones genitales y sin expresar reflejo de Flehmen.

C) Indicadores Agonistas: se registró la frecuencia en la ocurrencia de conductas agonistas como; topetazos, amenazas (el intento de agresión por parte de un bovino de mayor jerarquía dentro de un grupo social a otro de menor rango jerárquico), reacción de Flehmen; Drovig y Trotier (1998) describen que esta reacción se genera al oler la orina, heces, moco y/o la región de la vulva que contienen feromonas sexuales; durante esta reacción el bovino eleva su cabeza, frunce la nariz, contrae y eleva su labio superior, mueve la lengua y la coloca sobre la parte anterior del paladar para frotar la papila incisiva del paladar) y montas.

5.3. Variables climáticas

Durante el periodo experimental, la temperatura ambiental y la humedad relativa fueron registrados mediante termohigrómetros digitales colocados dentro de cada corral de engorda objeto de estudio. El índice de calor y humedad fue calculado usando la fórmula:

$ITH = (0.8 \times T) + \left[\left(\frac{HR}{100} \right) \times (T - 1.4) \right] + 46.4$ (Thom, 1959), donde T es la temperatura ambiental en grados Celsius y HR es la humedad relativa expresada en porcentaje.

5.4. Análisis estadístico.

Para cada época del año (cálida y fresca), los resultados de temperatura, humedad relativa y valor de ITH se presentan con la media, valor mínimo y máximo por semana y general. Con el número de bovinos por corral y hora del día que manifestaron alguna conducta y el número de bovinos por corral, se calcularon las tasas de los indicadores conductuales, sociales y 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 15 h).

k = 100, 1000 o 10000.

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 hicieron con el Minitab 16.0 (Minitab, 2000). Enseguida, se utilizó el procedimiento UNIVARIATE opción NORMAL de SAS (SAS, 2002), 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, 2002) 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, 2002), 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.

μ = 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.

ε_{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). Para todos los análisis se fijó 0.05 como valor máximo de alfa para aceptar diferencia estadística. Los resultados en los cuadros se expresan con la media y el error estándar de la media de las tasas. Cuando el análisis de la varianza indico efecto de interacción o solo efecto del efecto principal, la tasa de los indicadores de bienestar animal se muestran en gráficas elaboradas en Minitab 16.0 (Minitab, 2000). Para el número de jadeos se elaboraron cuadros de contingencia 4 x 3 para el diseño de corral y la hora del día, y se realizó la prueba de hipótesis para ji cuadrada de homogeneidad de proporciones, con el procedimiento FREQ opción TABLE de SAS (SAS, 2002). Los resultados se presentan en gráficas de columnas. Para calcular el espacio vital se dividió el área de la superficie del corral expresada en m^2 entre el número de bovinos alojados en ese corral, se calculó el espacio vital al inicio y final de la etapa. El espacio de sombra disponible se calculó dividiendo la superficie total de sombra (m^2) entre el número de bovinos alojados en el corral.

La encuesta a empleados (anexo II) se realizó basada en el protocolo Welfare Quality (2009).

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Época cálida

Los valores de las variables climáticas registradas durante la época cálida se muestran en el Cuadro 3. Igono *et al.* (1992) propusieron que el ITH puede ser utilizado para evaluar el estrés térmico debido al efecto ambiental. Este índice combina los valores de humedad relativa y la temperatura ambiental en un valor simple para estimar el potencial de carga calórica en el medio ambiente; éste es generalmente considerado como estresante para el ganado bovino productor de carne cuando el valor de ITH excede de 72 unidades. Durante el periodo de observación en la época cálida, en el presente estudio, el valor promedio general del ITH en cada sitio excedió las 72 unidades, hasta llegar a un promedio general de 80.5 unidades el valor máximo, por lo que de acuerdo a lo propuesto por Igono *et al.* (1992), el ganado bovino fue sujeto a estrés térmico clasificado como “alarma” y “peligro” (ITH \geq 75).

Cuadro 3. Promedio de la temperatura ambiental, humedad relativa e índice de calor y humedad durante la época cálida.

Semana	Temperatura °C			Humedad relativa, %			ITH		
	Mín.	Máx.	Media	Mín.	Máx.	Media	Mín.	Máx.	Media
1	27.3	43.1	35.0	20	70	34.9	72.3	88.1	81.6
2	26.1	40.8	33.4	20	72	34.7	70.6	88.9	80.1
3	26.1	43.7	35.5	20	64	30.1	70.6	88.2	81.3
4	28.0	45.0	36.1	20	49	25.4	71.8	94.8	81.0
5	29.8	39.7	34.9	20	41	24.4	74.1	83.6	79.6
6	29.0	38.2	33.5	20	65	30.9	73.4	83.9	79.3
General	26.1	45.0	34.6	20	72	30.9	70.6	94.8	80.5

ITH: Índice de Temperatura y Humedad. Mín.: Mínimo, Máx.: Máximo

Davies *et al.* (2011) afirman que a partir de ITH = 72 unidades, los bovinos sufren inconvenientes en relación al confort y su función productiva puede afectarse, toda vez que, en los sistemas de producción intensiva, los bovinos tienen más restringidos los mecanismos fisiológicos para hacer frente al exceso de calor y a la humedad relativa alta y así mantener la termoneutralidad (Renaudeau *et al.*, 2012).

En el Cuadro 4, se muestra el resultado de valorar los indicadores habituales y sociales del comportamiento conductual de bovinos productores de carne en finalización intensiva durante la época cálida, por hora del día, con relación al diseño de los corrales, así como al valor de ITH promedio. Se observa que a las 12:00 h con un ITH promedio de 82.7 unidades, valor ubicado dentro del rango de PELIGRO (Mader *et al.*, 2006), la inversión de tiempo para expresar los indicadores habituales: comer, beber y rumiar se encuentra disminuida ($P < 0.05$), con expresiones por debajo del 6 % del total de la población observada; por el mismo efecto, el 82 % de los bovinos permanece bajo sombra y el 52 % están de pie. De acuerdo al diseño del corral, los indicadores habituales se observan disminuidos ($P < 0.05$): en DC solo el 5.7 % comen, en DC y DV el 1.9 % beben, y la rumia en DV es menor pero igual que en DA, que es similar al valor observado en DC ($P < 0.05$). Al analizar la interacción diseño del corral*hora, las expresiones habituales comer y beber registradas a las 12:00 disminuyen ($P < 0.05$). 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. Beatty *et al.* (2014), afirman que el ganado *Bos indicus* y *Bos taurus* muestran una gran habilidad para mantener su homeostasia durante continua y prolongada exposición a condiciones de extremo calor y humedad, aunque suceden sensibles modificaciones tanto en el aspecto productivo al disminuir el consumo de alimento, y en el aspecto clínico para mantener la temperatura corporal, se modifica la frecuencia respiratoria, y de esta manera reduce su tasa metabólica para producción de calor (Renaudeau *et al.*, 2012).

De manera general, se observó una sensible reducción a la expresión de los indicadores de interacción social. Aunque la conducta social de los bovinos en confinamiento se muestra a través de los olfateos y el acicalamiento, en el presente estudio que estas expresiones mostraron valores inferiores a 5 %. En acicalamiento la menor expresión se observó a las 12:00 h (2.74 %; $P < 0.05$), cuando el valor de ITH se encuentra dentro del rango de PELIGRO.

Cuadro 4. Indicadores habituales y sociales del comportamiento conductual de bovinos productores de carne en finalización intensiva durante la época cálida.

		Indicadores habituales (x 100)						Indicadores sociales (x100)			
Hora		ITH	Comen	Beben	Bajo sombra	Bajo sol	Echados	De pie	En rumia	Olfateos	Acicalan
8:00		76.5 ^b	12.2 ^a	2.2 ^a	69.8 ^b	30.1 ^a	25.9 ^b	74.1 ^a	4.4 ^b	2.52	4.43 ^a
12:00		82.7 ^a	3.6 ^b	1.3 ^b	81.9 ^a	17.3 ^b	47.9 ^a	52.2 ^b	5.2 ^a	2.03	2.74 ^b
15:00		82.0 ^a	15.0 ^a	2.4 ^a	74.4 ^b	25.7 ^a	30.4 ^b	69.0 ^a	3.7 ^b	2.30	3.86 ^a
EEM ¹		0.25	0.88	0.13	1.59	1.40	1.62	1.66	0.35	0.22	0.24
Diseño del corral											
DC		80.1	5.7 ^b	1.9 ^{ab}	71.6 ^b	28.4 ^b	41.6 ^a	58.4 ^b	5.4 ^a	3.6a	5.4a
DV		80.3	12.5 ^a	1.8 ^a	55.1 ^c	44.3 ^a	23.0 ^b	76.5 ^a	3.4 ^b	1.1c	1.3c
DA		80.8	12.6 ^a	2.2 ^b	99.4 ^a	0.32 ^c	39.6 ^a	60.4 ^b	4.4 ^{ab}	2.1b	4.4b
EEM ¹		0.25	0.88	0.13	1.59	1.40	1.63	1.66	0.36	0.22	0.24
Hora	Diseño del corral										
8:00	DC	74.3	6.11	2.16	62.71	37.29	36.12	63.88	5.64	3.76	6.47
	DV	76.7	13.64	1.87	47.01	52.99	13.72	86.28	3.83	1.48	1.86
	DA	78.5	16.86	2.58	99.61	0.39	27.78	72.22	3.61	2.32	4.97
12:00	DC	83.3	1.25	1.04	83.21	16.79	46.79	53.21	4.90	3.90	4.26
	DV	83.6	5.32	1.68	63.16	34.97	32.03	68.21	4.68	1.07	1.11
	DA	82.3	4.24	1.17	99.50	0.50	64.93	35.07	6.16	1.13	2.87
15:00	DC	82.7	9.71	2.44	68.96	31.04	41.85	58.12	5.82	3.08	5.35
	DV	81.7	18.43	1.87	55.21	45.07	23.31	75.13	1.82	0.88	0.99
	DA	81.7	16.82	2.91	99.04	0.96	26.11	73.89	3.57	2.93	5.25
EEM ²		0.44	1.55	0.23	2.84	2.47	2.88	2.95	0.63	0.39	0.42
Probabilidad											
Hora		0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.20	0.01
DCO		0.11	0.01	0.04	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Hora x DCO		0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02

DC: Diseño Convencional; DV: Diseño Vanguardista; DA: Diseño Antiguo; DCO: Diseño del Corral.

¹ Error Estándar de la Media (n = 120).

² Error Estándar de la Media (n = 40).

^{abc} Literales diferentes en la misma columna dentro de hora o diseño de corral indican diferencia estadística (P≤0.05).

Por sitio de producción, la menor expresión de estos indicadores ocurrió en el sitio DV ($P < 0.05$). Al analizar la interacción hora*sitio de producción se observó que los indicadores sociales mostraron una expresión imperceptible, inferior al 10 %; destaca el sitio DV por la baja expresión social en los tres horarios cuando el valor del ITH se encuentra en fase de ALERTA y PELIGRO para bovinos (Mader *et al.*, 2006).

En las figuras 1A, 1B, 1C y 1D, se muestran los resultados correspondientes al comportamiento agonista expresado en tasa de amenazas y topetazos de bovinos en finalización intensiva en el trópico seco en la época cálida, conforme a la hora del día y al diseño del corral.

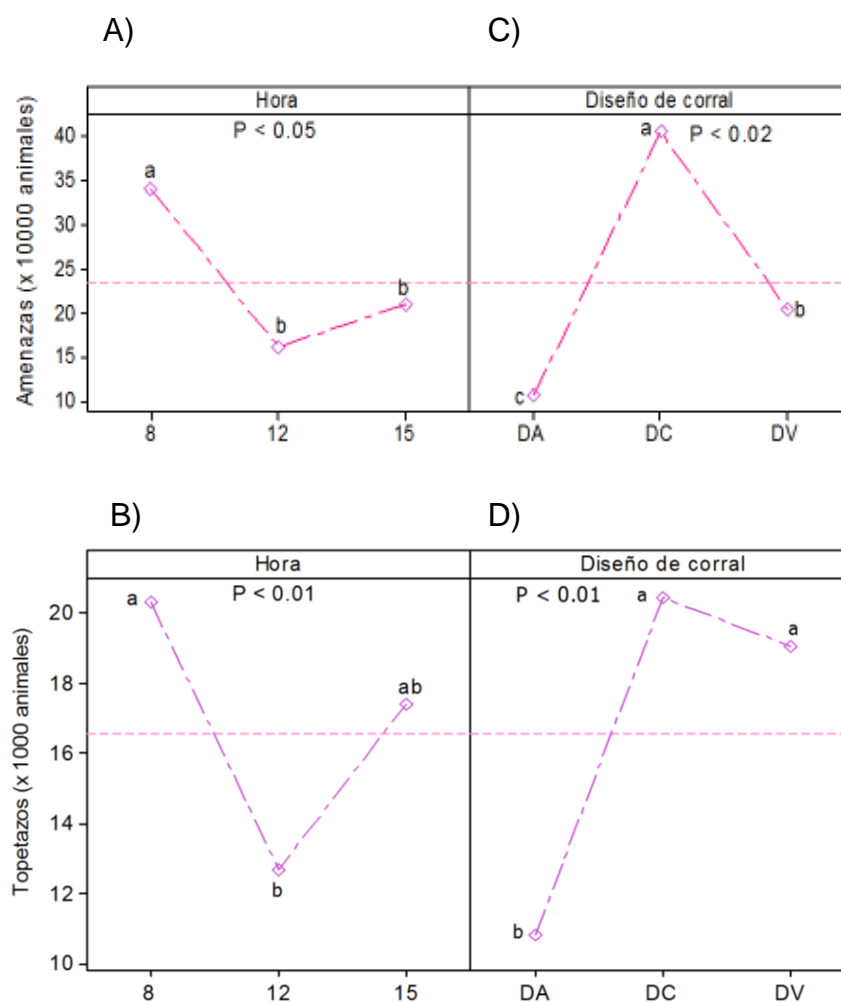


Figura 1. Comportamiento agonista (tasa de amenazas y topetazos) de bovinos en finalización intensiva en el trópico seco en la época cálida. A y B) Según la hora del día; C y D) Según el diseño del corral. ^{abc} Literales diferentes dentro de cada gráfica indican diferencia estadística ($P \leq 0.05$).

Blackshaw (2003), define al comportamiento agonista como las conductas presentes en una situación de conflicto entre los miembros de un grupo, y se manifiestan como amenaza, agresión, defensa, sumisión y evasión; a su vez, McGlone (1986), establece que este tipo de comportamiento es mayormente observado en animales confinados cuya finalidad productiva está destinada a la obtención de fuentes alimenticias. En el presente estudio se observó que las variaciones en la tasa de amenazas y topetazos están mayormente influenciadas por la condición ambiental determinada por la hora de registro de este tipo de comportamiento; a las 8:00 h el ITH no rebasa las 77 unidades, mientras a las 12:00 y 15:00 h, el ITH supera las 82 unidades. Con esta información se deduce que el ITH es un buen indicador para predecir el comportamiento agonista de los bovinos en finalización intensiva. En relación al diseño del corral de engorda con la tasa de amenazas y topetazos, la mayor expresión de amenazas ocurre en el diseño convencional (DC), mientras que la mayor tasa de topetazos ocurre en los diseños convencional (DC) y vanguardista (DV); 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, así como la falta de enriquecimiento en el hábitat de los animales para garantizar un mayor nivel de confort o bienestar y mejorar sus índices productivos, para contribuir a la reducción del estrés calórico. Una posible disminución de la inversión de tiempo en actividades de desplazamiento no asociados a la alimentación por parte de los bovinos alojados en el diseño antiguo (DA), se debe a mayor disponibilidad de sombra. Brown-Brandl *et al.* (2005) destacan la importancia de tener acceso a la sombra cuando el ITH se encuentra en las categorías de Peligro y Emergencia.

En las figuras 2A, 2B y 2C, se muestran los resultados del comportamiento agonista en bovinos en finalización intensiva en trópico seco durante la época cálida según la interacción del diseño del corral y la hora del día. Este comportamiento agonista incluye las tasas de Reacción de Flehmen, montas y vocalizaciones.

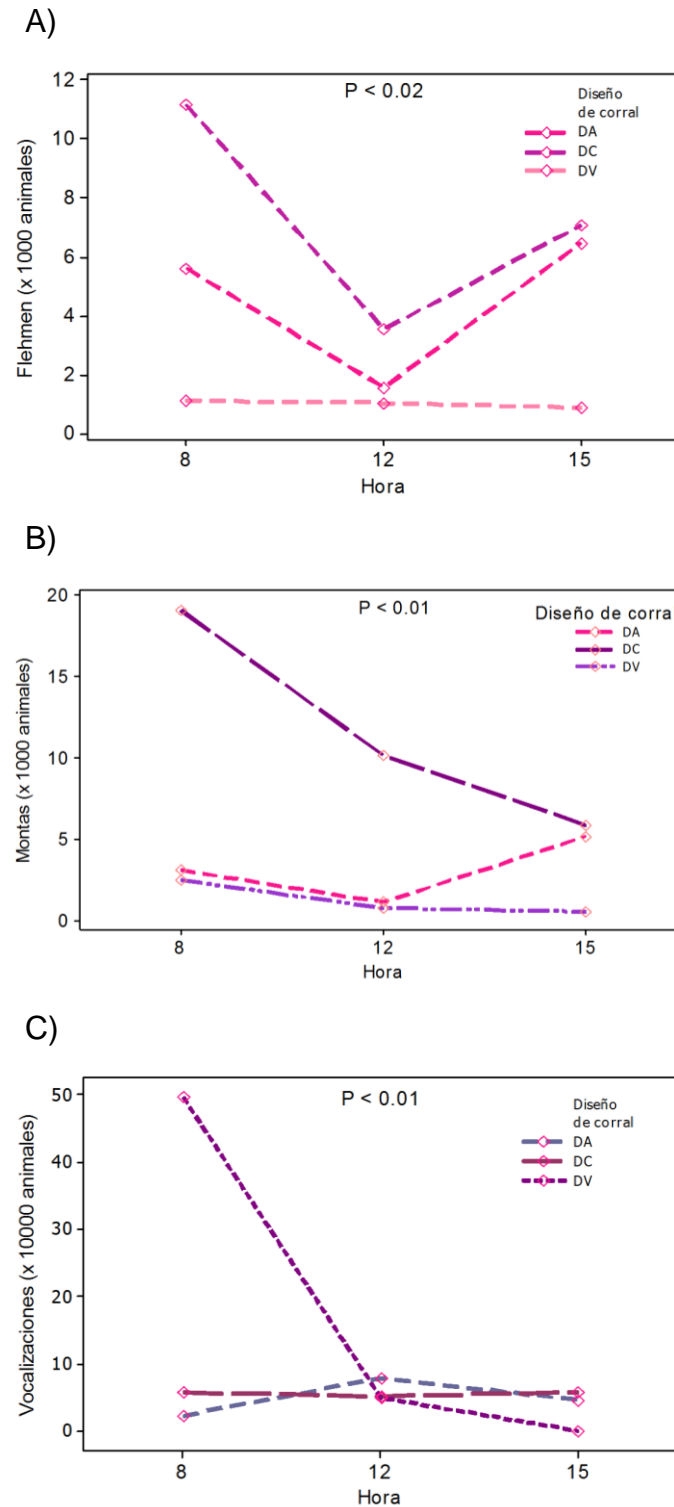


Figura 2. Comportamiento agonista en bovinos en finalización intensiva en trópico seco durante la época cálida según la interacción del diseño del corral y la hora del día. A) Reacción de Flehmen; B) Montas; C) Vocalizaciones ($P \leq 0.02$).

La observación de la reacción de Flehmen estuvo influida por 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 corrales y la hora de observación. En el DC la tasa fue mayor a la estimada en DV, dependiendo de la hora, ya que a las 12:00 h se redujo; a las 8:00 h en el DC se estimó que 11 de cada 1000 bovinos la manifiestan, sin embargo en el DV se estimó que menos de 2 por 1000 bovinos la presentan, y esta permaneció constante en los tres horarios. En los bovinos alojados en los corrales de diseño vanguardista la variable se mostró sin cambios perceptibles durante las horas objeto de registro. 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 que contienen feromonas sexuales; durante esta Reacción eleva su cabeza, frunce la nariz, contrae y eleva su labio superior, mueve la lengua y la coloca sobre la parte anterior del paladar para frotar la papila incisiva del paladar (Droving y Trotier, 1998); en los corrales de engorda bovina donde solo coexisten machos, la Reacción de Flehmen se produce al oler el prepucio o la orina de otros machos. La presentación de esta reacción en horas de la mañana está asociada al diseño del corral; aunque influyen otros factores, relacionados a su complejo orden social y características de dominancia en algunos bovinos tales como: edad, peso, presencia de cuernos y antigüedad en el hato o en el grupo socialmente activo (Galina *et al.*, 1996); un factor a considerar son las interacciones homosexuales que son muy comunes en el ganado cebú.

Las montas entre bovinos es una evidencia de comportamiento homosexual el cual se define como una interacción sexual entre dos o más individuos del mismo sexo, la que puede ser casual o permanente (Poiani, 2010). De manera general, la monta intrasexual (monta entre individuos del mismo sexo) ocurre en ambos sexos, entre animales de todas las edades, tanto en vida libre como en cautiverio (Bartos y Holeekova, 2006). Este comportamiento es observado frecuentemente entre los machos (Ford y Beach, 1951) y en las hembras de rumiantes está asociada a la presentación del celo (Baker y Seidel, 1985). Además, es más frecuente en animales juveniles que en adultos, y en individuos domésticos y en cautiverio que en animales libres (Dagg, 1984). La homosexualidad en rumiantes machos puede estar asociada a

muchos factores, tales como la dominancia social (Klemm *et al.*, 1983), la edad (Ungerfeld *et al.*, 2007), o el ambiente social durante el desarrollo (Srivastava *et al.*, 1989), pudiendo también ser inducida por disturbios ambientales (Dagg, 1984). Las montas o “síndrome de buller” del ganado bovino, pueden tener implicaciones económicas en condiciones de engorda intensiva, cuando algunos individuos son montados sistemáticamente por otros (Klemm *et al.*, 1983; Blackshaw *et al.*, 1997). Al respecto, Edwards (1995) y Taylor *et al.* (1997), determinaron que la frecuencia del “síndrome de buller” en los corrales de engorda es de 2%; los bovinos que frecuentemente son montados, pierden pelo, presentan lesiones en grupa y cola, y en casos extremos fracturas óseas (Stokey, 2012). Adicionalmente, se planteó la hipótesis de que el "síndrome de buller" en bovinos se vincula al establecimiento de la jerarquía social entre machos (Klemm *et al.*, 1983).

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 el corral con DV y a las 8:00 am, se registró una tasa cercana a 50 x 10000 bovinos, mientras que en el DC y DA, la tasa fue menor a 10 x 10000 bovinos.

Las vocalizaciones o mugidos son manifestaciones de malestar que los animales emiten mientras se les manipula o traslada. Dunn (1990), demostró que la vocalización de los animales se correlaciona con niveles mayores de cortisol y las mediciones pueden ser utilizadas para monitorear objetivamente el manejo. Sin ser un factor directo de perjuicio, las vocalizaciones actúan como indicadores del trato general que se proporciona. Se deben valorar según las circunstancias en que se producen. Si los animales mugen mientras son manejados, trasladados o manipulados en general, la aparición de los mugidos están asociados con sensaciones no placenteras sufridas por el animal en ese momento. En cambio, los mugidos emitidos por los bovinos en reposo durante su estancia en los corrales, son una respuesta a su comportamiento social y no deben considerarse como indicadores de maltrato o malestar (Grandin, 1999).

En la figura 3 se presenta la frecuencia de bovinos con jadeo, según el diseño del corral en la época cálida. Se observa que el diseño del corral no influye en la presentación de los jadeos. Diversas investigaciones se han llevado a cabo para

identificar los umbrales a los que los bovinos productores de carne comienzan a sufrir estrés por calor, esto con el objetivo de prevenir los efectos negativos que éste implica; además del Índice de Temperatura y Humedad, es una manera precisa de medir la magnitud del estrés térmico a través de la respuesta animal, bajo condiciones ambientales y de alojamiento específicas (Arias *et al.*, 2008). Para disminuir el estrés por calor los bovinos tienden a reducir la producción de calor metabólico mediante diversos cambios fisiológicos, tales como la reducción de su actividad física, el aumento de sudoración e incremento en la frecuencia respiratoria (Morais *et al.*, 2008; Malafaia *et al.*, 2011; Valente *et al.*, 2015), ya que mediante la respiración, sudoración y jadeo, el bovino pierde calor a través de la evaporación (Bernabucci *et al.*, 2010); cuando los valores de humedad relativa son altos en algunas épocas del año, el mecanismo de termorregulación es insuficiente y bajo estas condiciones el rumiante tiende a incrementar la frecuencia respiratoria.

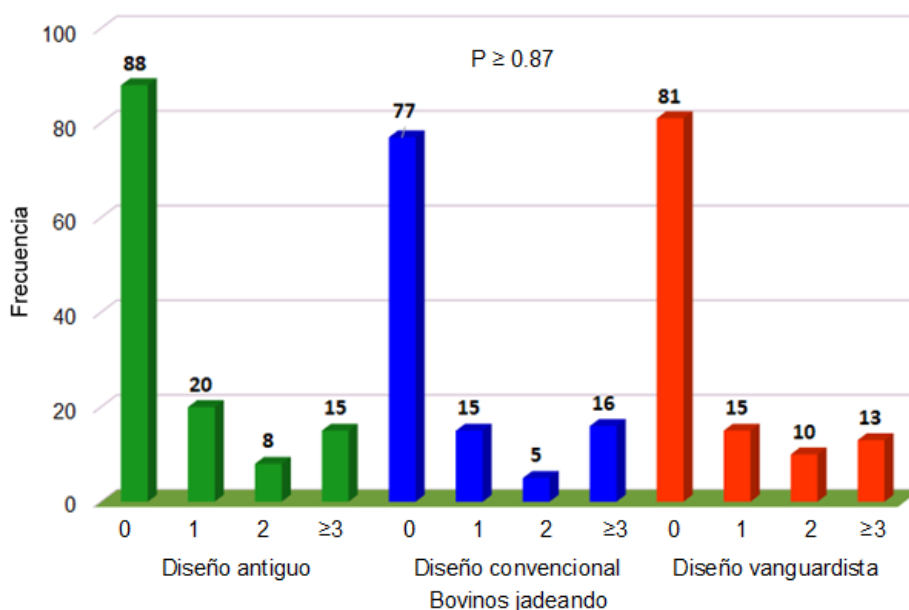


Figura 3. Frecuencia de jadeo en época cálida con respecto al diseño de corral para la producción intensiva de carne bovina.

En la figura 4 se muestra la frecuencia de bovinos con jadeos en la época cálida con respecto a la hora del día. Se observa que la mayor respuesta de jadeos se registró a las 12:00 y a las 15:00 h; en estas horas el valor de ITH se encuentra entre 82 y 82.7

unidades. Bajo estas condiciones ambientales, la zona de confort termal entra en funcionamiento y se activan mecanismos contra el calor, los vasos sanguíneos se dilatan y el bovino transpira mediante la sudoración, si el valor de ITH fuese más bajo, por si sola la homotermia se lograría sin dificultad por lo que las condiciones físicas del bovino y su productividad no se verían afectadas; sin embargo, al elevarse el ITH dentro de la categoría de PELIGRO el mecanismo de enfriamiento por evaporación se intensifica exponencialmente debido al aumento de las cargas de calor interna y externa; se activan mecanismos termo regulatorios fisiológicos y conductuales, disminuyendo el consumo de alimento y la secreción hormonal termogénica para reducir la carga de calor interna para logra mantener una temperatura homogénea y constante; por último, la temperatura corporal del bovino aumenta repentinamente provocando fuertes jadeos y máxima sudoración para disipar el calor, debido a esto la producción de calor se eleva por consecuente a la aceleración de los procesos bioquímicos y la energía requerida por los jadeos haciendo un dialelo, entrando en una fase aguda de estrés calórico y conduciendo al bovino a la muerte por hipertermia (Silanikove, 2000; Arias *et al.*, 2008; Roca, 2011).

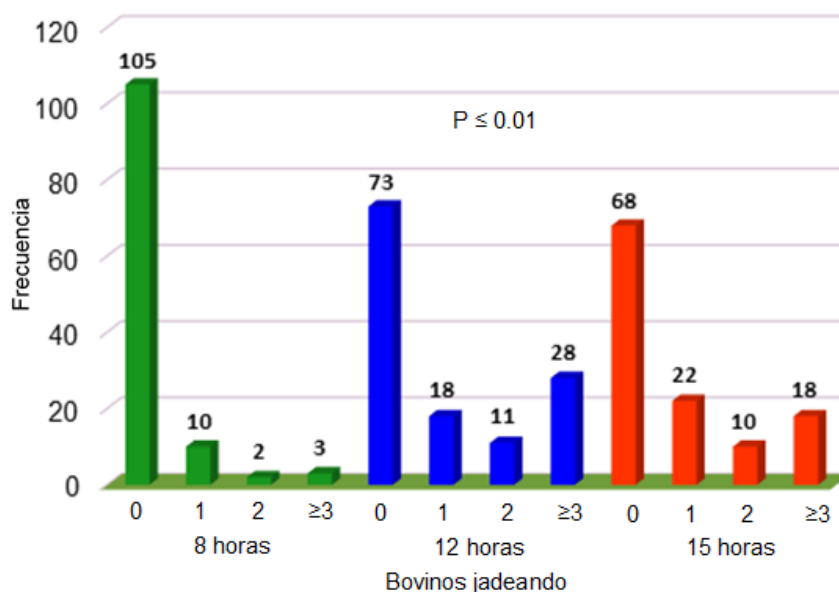


Figura 4. Frecuencia de jadeo en época cálida con respecto a la hora del día en bovinos en producción intensiva.

La temperatura corporal de los bovinos, varía desde los 37.8 a 40 °C, dentro de este rango el organismo puede cumplir con sus funciones celulares y bioquímicas de manera eficaz, debido a ello los bovinos tienen la capacidad de generar o disipar el calor hacia el medio ambiente (Arias *et al.*, 2008). Sin embargo, se conoce que durante el verano, la temperatura ambiental, la humedad relativa y la radiación solar pueden causar discomfort y eventualmente la muerte del ganado bovino alojado en corral de engorda intensiva (Lefcourt y Adams, 1996). Debido a esta situación surge la necesidad de implementar estrategias de mitigación de los factores climáticos que contribuyan a la reducción del impacto en el bienestar y la productividad de los bovinos en confinamiento.

Los bovinos son animales que tienen la capacidad de subsistir en condiciones adversas de clima, para lo cual interfieren diversas características individuales; sin embargo, hay regiones geográficas donde es necesario implementar medidas de mitigación contra dichas condiciones adversas; una de las principales medidas de mitigación es la utilización de sombras en los corrales de engorda, puesto que esta ayuda a reducir el impacto de la radiación solar y así mismo la carga de calor (Arias *et al.*, 2008) llegando a reducir hasta un 30 % (Brown-Brandl *et al.*, 2013).

6.1.1. Espacio vital en la producción intensiva de carne bovina durante la época cálida

Al espacio requerido por el individuo para sentirse confortable y libre de tensión social se le denomina espacio vital; por ello, su consideración es de importancia primordial en el diseño de las instalaciones. La disponibilidad de espacio puede influenciar fuertemente la conducta y la organización social (Stricklin, 1983; Kondo *et al.*, 1994), que a su vez afectan un amplio número de aspectos de la producción y del bienestar animal (Wierenga, 1990; Grant y Albright, 1995; Olofsson, 1999; DeVries *et al.*, 2004; Landaeta-Hernández *et al.*, 2004). El diseño de instalaciones óptimas debe incluir la consideración de factores como seguridad para animales y humanos, funcionalidad y protección del clima (Grandin, 2008). De acuerdo con los principios actuales del bienestar animal, el diseño de las instalaciones debe minimizar la tensión social y el estrés (Lindberg, 2001). En este sentido, diversos estudios han determinado que la conducta y la organización social pueden ser profundamente afectadas por las

condiciones de alojamiento y la disponibilidad de espacio (Kondo *et al.*, 1989; Kondo y Hurnik, 1990; Huzzey *et al.*, 2006).

Los requerimientos de espacio pueden variar entre especies, razas e incluso entre individuos en función del rango social. Todo individuo requiere de un mínimo de espacio para sentirse comfortable; al respecto Grandin (2002) recomienda un espacio promedio de 18.5 m² por animal o bien 15 m² para animales hasta 300 kg de peso vivo y 20 m² para bovinos a partir de 400 kg; al respecto, en el cuadro 5, se muestra que el Diseño Antiguo cumple con los requerimientos de espacio en la etapa inicial (16 m²/cabeza) con base al peso inicial promedio (280 kg), pero no en la etapa final (14.95 m²/cabeza) con base al peso final promedio (491 kg). La violación del espacio vital puede conllevar a disturbios de la organización social, incremento de interacciones que involucran la agresión y promueven la tensión social y estados estresantes que pudieran ser incompatibles con la producción; esto ocurre en todas las especies debido a que el individuo de rango subordinado requiere de un espacio mínimo para mostrar su subordinación; 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. Esta situación conlleva a lesiones, tensión social, irregularidades en indicadores productivos (como la ganancia de peso, la conversión alimenticia), además de causar daños a instalaciones (Landaeta-Hernández, 2011).

La radiación solar influye fuertemente en la carga calórica de los bovinos (Mader *et al.*, 2006). El estrés por calor disminuye la respuesta productiva de los bovinos (Morrison, 1983), incrementa los requerimientos de energía para mantenimiento del ganado bovino en engorda (Ames *et al.*, 1980; NRC, 2000) y altera la habilidad de los animales para mantener su balance térmico (Brosch *et al.*, 1998). Al respecto Grandin (2002) y Gasque (2008) sugieren 3.7 m² de sombra por bovino alojado en el corral de engorde; en el Cuadro 5, durante la etapa de inicio de engorda se aprecia que solo el Diseño Antiguo se acerca a estos requerimientos de sombra con 3.6 m², mientras que en los Diseños Convencional y Vanguardista la sombra no es suficiente para que los animales se refugien bajo ella. En la etapa final de la engorda (Cuadro 6), se observa que la sombra disponible para el Diseño Antiguo disminuyó en cada corral, ya que

aumentó el número de bovinos alojados en ellos; mientras que en el Diseño Convencional y en el Diseño Vanguardista aunque se redujo la cantidad de bovinos por corral, la sombra disponible por animal sigue siendo insuficiente; en tal sentido, la disponibilidad de sombra debe ser un aspecto a considerar debido al elevado valor del ITH en la región.

El diseño del comedero debe facilitar la limpieza y el servido del alimento, ahorrando tiempo y dinero, además se recomienda techar el área de comederos para evitar pérdidas de alimento por humedad de las lluvias; respecto a las medidas lineales del comedero Grandin (2002) y Gasque (2008) sugieren que el espacio debe ser de 70 a 90 cm por bovino; por su parte OIRSA (2016) Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria al cual pertenece México, recomienda de 45 a 55 cm. En el Cuadro 7, de acuerdo a la etapa de inicio tomando como referencia 45 cm, la capacidad de bovinos por comedero en el Diseño Convencional sería de 66, para Diseño Vanguardista 80 y para Diseño Antiguo 124; mientras que en el Cuadro 8, de acuerdo a la etapa final tomando como referencia 55 cm la capacidad por comedero para Diseño Convencional sería de 54 bovinos, para Diseño Vanguardista 65 y Diseño Antiguo 101 bovinos. Esto indica que durante las dos etapas, en los Diseños Convencional y Vanguardista, la disponibilidad del comedero no es suficiente para el número de bovinos alojados por corral; mientras que en los corrales de Diseño Antiguo, aún tienen más capacidad para alojar bovinos en la etapa inicial, por eso es importante el diseño oportuno de las instalaciones.

El suministro abundante de agua limpia y fresca es esencial para el bienestar de los animales, en este aspecto lo observado en los Cuadros 7 y 8 del presente estudio coincide con lo recomendado por diferentes autores (Grandin 2002; Gasque 2008; OIRSA, 2016) que va 3 a 4 cm por animal o bien 30 cm/10 cabezas. Sin embargo, la evaluación del acceso al agua potable es una parte importante para el ganado de carne, también es importante considerar que los requerimientos de agua pueden aumentar en climas cálidos, al respecto Dee Griffin, citado por Grandin (2016), enfatiza la importancia de utilizar una tubería de gran diámetro que proporcionará suficiente flujo de agua para mantener los bebederos llenos en días más calurosos (Arias y Mader, 2011).

Cuadro 5. Disponibilidad de espacio en áreas comunes en los corrales de finalización de ganado bovino al inicio de la etapa de engorda, en la época cálida.

Diseño de corral	Corral	Bovinos	Sexo	Peso inicial promedio (kg)	Superficie disponible (m ²)	Espacio vital m ² /cabeza	Diferencia (m ²)	Sombra (m ²) por corral	Sombra disponible/cabeza (m ²)
DC	70	120	M	222	1200	10.0	-5.0	171	1.4
DC	71	104	H	317	1200	11.5	-4.5	171	1.6
DA	17	100	H	274	1620	16.2	1.2	360	3.6
DA	18	101	M	266	1620	16.0	1.0	360	3.6
DV	229	100	H	278	1080	10.8	-4.2	180	1.8
DV	251	100	H	324	1080	10.8	-4.2	180	1.8

Cuadro 6. Disponibilidad de espacio en áreas comunes en los corrales de finalización de ganado bovino al final de la etapa de engorda, en la época cálida.

Diseño de corral	Corral	Bovinos	Sexo	Peso final promedio (kg)	Superficie disponible (m ²)	Espacio vital m ² /cabeza	Diferencia (m ²)	Sombra (m ²) por corral	Sombra disponible/cabeza (m ²)
DC	70	87	M	490	1200	13.8	-6.2	171	2.0
DC	71	95	H	469	1200	12.6	-7.4	171	1.8
DA	17	113	H	478	1620	14.3	-5.7	360	3.2
DA	18	104	M	504	1620	15.6	-4.4	360	3.5
DV	229	85	H	492	1080	12.7	-7.3	180	2.1
DV	251	97	H	504	1080	11.1	-8.9	180	1.9

Cuadro 7. Disponibilidad de comedero y bebedero en la finalización de bovinos al inicio de la etapa de engorda en la época cálida.

Diseño de corral	Corral	Bovinos	Sexo	Peso inicial promedio (kg)	Comedero (m)	Espacio disponible/cabeza en comedero (m)	Bebedero (m)	Espacio disponible/cabeza en bebedero (cm)
DC	70	120	M	222	30	0.25	6.1	5
DC	71	104	H	317	30	0.29	6.1	6
DA	17	100	H	274	56	0.56	6.1	6
DA	18	101	M	266	56	0.55	6.1	6
DV	229	100	H	278	36	0.36	6.1	6
DV	251	100	H	324	36	0.36	6.1	6

Cuadro 8. Disponibilidad de comedero y bebedero en la finalización de bovinos al final de la etapa de engorda en la época cálida.

Diseño de corral	Corral	Bovinos	Sexo	Peso final promedio (kg)	Comedero (m)	Espacio disponible/cabeza en comedero (m)	Bebedero (m)	Espacio disponible/cabeza en bebedero (cm)
DC	70	87	M	490	30	0.34	6.1	7
DC	71	95	H	469	30	0.32	6.1	6
DA	17	113	H	478	56	0.50	6.1	5
DA	18	104	M	504	56	0.54	6.1	6
DV	229	85	H	492	36	0.42	6.1	7
DV	251	97	H	504	36	0.37	6.1	6

6.2. Época fresca

En el cuadro 9, se presentan los promedios de la temperatura ambiental, humedad relativa e índice de calor y humedad durante la época menos cálida del año (época fresca, enero a marzo para el hemisferio norte); se observa que el valor promedio general del ITH durante el periodo de observación excedió ligeramente las 72 unidades (72.5), por lo que de acuerdo a lo propuesto por Igono *et al.* (1192), el ganado bovino se encuentra en un estado de ALERTA térmica (ITH \geq 70).

Cuadro 9. Promedio de la temperatura ambiental, humedad relativa e índice de calor y humedad durante la época fresca.

Semana	Temperatura °C			Humedad relativa, %			ITH		
	Mín.	Máx.	Media	Mín.	Máx.	Media	Mín.	Máx.	Media
1	11.8	32.1	26.4	25.5	72.2	31.8	60.4	78.2	71.3
2	7.9	32.9	27.3	23.5	75.0	28.7	55.3	80.6	71.9
3	7.0	37.7	28.6	21.5	80.4	30.4	67.4	81.0	73.7
4	7.1	38.5	26.3	21.0	83.7	39.0	66.1	78.8	72.2
5	7.1	38.0	30.3	21.0	83.4	26.5	69.2	79.1	75.1
6	7.1	38.5	25.8	21.0	83.7	35.8	67.5	75.1	71.2
General	8.1	36.2	27.4	22.3	79.5	32.0	55.3	81.0	72.5

ITH: Índice de Temperatura y Humedad. Mín.: Mínima, Máx.: Máxima.

Aunque existen otros factores que contribuyen a potenciar o disminuir estrés calórico como la velocidad del viento, radiación solar, la temperatura ambiental y la humedad relativa (Arias *et al.*, 2008) son las más influyentes (Olivares *et al.*, 2013), Gaughan *et al.* (2008), refieren que el Índice de Temperatura y Humedad (ITH) es considerado como indicador de la carga térmica en el ganado bovino.

En el cuadro 10 se presentan los resultado de valoración de los indicadores habituales y sociales del comportamiento conductual de bovinos productores de carne en finalización intensiva durante la época fresca del año, por hora del día, con relación al diseño de los corrales, así como al valor de ITH promedio.

Cuadro 10. Indicadores habituales y sociales del comportamiento conductual de bovinos en finalización intensiva en trópico seco durante la época fresca del año.

Hora	Indicadores habituales (x 100)							Indicadores sociales (x100)			
	ITH	Comen	Beben	Bajo sombra	Bajo sol	Echados	De pie	En rumia	Olfateos	Acicalan	
8:00	69.0 ^b	14.1 ^a	2.3 ^a	68.8 ^b	31.2 ^a	31.2 ^b	68.8 ^a	5.2 ^b	5.79 ^a	3.49 ^{ab}	
12:00	74.8 ^a	10.1 ^b	1.7 ^b	75.7 ^b	24.4 ^{ab}	55.9 ^a	44.1 ^b	8.1 ^a	4.38 ^b	3.06 ^b	
15:00	74.0 ^a	15.2 ^a	2.2 ^a	76.5 ^a	23.5 ^b	34.5 ^b	65.5 ^a	6.3 ^b	6.46 ^a	3.57 ^a	
EEM ¹	0.25	0.65	0.10	2.31	2.30	1.56	1.56	0.38	0.27	0.14	
Diseño del corral											
DC	72.6	12.9 ^b	2.1	60.9 ^b	39.1 ^a	42.0	58.0	6.3	6.01	3.87 ^a	
DV	72.5	10.5 ^c	2.0	64.0 ^b	36.0 ^a	38.7	61.3	6.5	5.20	2.82 ^b	
DA	72.7	16.1 ^a	2.0	96.1 ^a	3.9 ^b	40.8	59.2	6.8	5.42	3.43 ^a	
EEM ¹	0.25	0.65	0.10	2.31	2.30	1.56	1.56	0.38	0.27	0.14	
Hora	Diseño del corral										
8:00	DC	68.0	15.4	2.1	53.4	46.6	32.7	67.3	4.5	6.12	4.10
	DV	68.8	10.0	2.5	59.2	40.8	24.3	75.7	5.1	5.81	3.05
	DA	70.3	17.0	2.5	93.9	6.1	36.7	63.3	5.6	5.43	3.32
12:00	DC	75.2	9.9	2.0	64.4	35.6	53.1	46.9	7.6	5.09	3.70
	DV	74.8	8.2	1.5	66.6	33.4	59.2	40.8	7.9	4.30	2.44
	DA	74.3	12.3	1.5	96.0	4.0	55.4	44.6	8.9	3.75	3.04
15:00	DC	74.7	13.3	2.2	64.8	35.2	40.3	59.7	6.4	6.82	3.82
	DV	73.9	13.4	2.1	66.3	33.7	32.8	67.2	6.6	5.46	2.97
	DA	73.5	19.0	2.1	98.3	1.7	30.5	69.5	6.0	7.09	3.92
EEM ²	0.44	1.16	0.18	4.10	4.07	2.69	2.72	0.66	0.47	0.25	
Probabilidad											
Hora	0.01	0.01	0.01	0.04	0.04	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	
DCO	0.78	0.01	0.90	0.01	0.01	0.33	0.33	0.65	0.08	0.01	
Hora x DCO	0.01	0.12	0.05	0.83	0.83	0.01	0.01	0.75	0.12	0.37	

DC: Diseño Convencional; DV: Diseño Vanguardista; DA: Diseño Antiguo; DCO: Diseño del Corral.

¹ Error Estándar de la Media (n = 144).

² Error Estándar de la Media (n = 48).

^{abc} Literales diferentes en la misma columna dentro de hora o diseño de corral indican diferencia estadística (P≤0.05).

Se observa que a las 12:00 y 15:00 h el ITH promedia 74.4 unidades, valor ubicado dentro del rango de ALERTA (Mader *et al.*, 2006), en tanto que a las 8:00 h los bovinos se encuentran dentro del rango de CONFORT; se observó que la inversión de tiempo para expresar los indicadores habituales: comer y beber son similares entre las 8:00 y 15:00, pero superiores ($P < 0.05$) a las expresiones observadas a las 12:00 h, solo la expresión de rumia fue mayor a esta hora. Debido al estado ambiental de ALERTA, el 76.1 % de los bovinos permanece bajo sombra y el 65 % están de pie a las 12:00 h. En corral DV, solamente el indicador habitual comer fue superior ($P < 0.05$); de igual manera permanece bajo sombra el 96.1 % de los bovinos ($P < 0.05$). En el presente estudio, se observó que en la época fresca del año para el hemisferio norte no se observaron interacciones entre hora del día y diseño del corral para los indicadores habituales el comportamiento bovino en finalización intensiva.

Sin embargo, se conoce que para mantener la homeotermia los bovinos necesitan ganar o perder calor del medioambiente circundante mediante un proceso denominado balance térmico (Silanikove, 2000). Este balance se logra a través de la termorregulación que permite al bovino preservar la temperatura corporal frente al clima caluroso, disipando el calor mediante la radiación, conducción, convección y evaporación, modifica la fisiología e incrementa la tasa metabólica y respiratoria, así como aumenta el consumo de agua y baja el consumo de alimento (Sanmiguel y Díaz, 2011). La temperatura corporal de los bovinos varía desde 37.8 a 40 °C, dentro de este rango el organismo puede cumplir con sus funciones celulares y bioquímicas de manera eficaz, debido a ello los bovinos tienen la capacidad de generar o disipar el calor hacia el medio ambiente (Arias *et al.*, 2008).

Cuando se enfrentan a diversas condiciones ambientales a las que no están adaptados tienden a alterar sus mecanismos fisiológicos, conductuales y de productividad, con la finalidad de mantener una temperatura corporal adecuada (Arias *et al.*, 2008), por esta razón se activan mecanismos de termorregulación los cuales ayudan a conservar la temperatura corporal (Sanmiguel y Ávila, 2011), principalmente la convección, conducción, radiación y evaporación son las formas en que los bovinos disipan el calor (Cunningham, 1999; Collier *et al.*, 2006; Sanmiguel y Ávila, 2011); por otro lado algunas maneras de aumentar el calor metabólico es a través de la

contracción muscular y la vasoconstricción cutánea (Cunningham, 1999), o bien mediante el consumo de alimento y la utilización de grasas de reserva (Sanmiguel y Ávila, 2011).

En relación con la inversión de tiempo en la expresión de la conducta social de los bovinos en confinamiento mostrada a través de los olfateos y el acicalamiento, se observó que la expresión de olfateos fue diferente ($P < 0.01$) entre las 12:00 y 15:00 h, en tanto que el acicalamiento fue similar entre las 8:00 h y las 15:00 h, que a su vez fue igual a las 12:00 horas ($P < 0.02$).

Por sitio de producción, la menor expresión de estos indicadores ocurrió en el sitio DV para la variable acicalamientos ($P < 0.02$); sin embargo, el valor de este indicador en lo general no supera el 5 % de la inversión del tiempo dedicada a esta expresión. En la época fresca del año para el hemisferio norte se observaron interacciones entre hora del día y diseño del corral para los indicadores conductuales: beber (2.1 % en DV y DA), bovinos echados (59.2 % en DV) y bovinos de pie (40.8 % en DV). Esto quizá obedece a que el valor de ITH al encontrarse mayormente en ALERTA representa una fase inicial de riesgo a la estabilidad fisiológica de los bovinos.

En las figuras 5A, 5B y 5C, se muestran los resultados del comportamiento agonista en bovinos en finalización intensiva en trópico seco durante la época fresca del año, según hora del día para montas, y vocalizaciones y reacción de Flehmen según el diseño de corral. De acuerdo a estos resultados la expresión agonista manifestada mediante las montas, ocurre con mayor tasa durante la mañana que al medio día (18 vs. 10; $P < 0.01$); este tipo de comportamiento agonista, ocurre cuando el valor de ITH es de 69 unidades (zona de confort térmico) y disminuye sensiblemente cuando el valor de ITH es de 74 unidades. Con 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, a la edad, al ambiente social durante la finalización del ganado y los disturbios ambientales (Klemm *et al.*, 1983; Ungerfeld *et al.*, 2007; Srivastava *et al.*, 1989; Dagg, 1984).

La mayor tasa de vocalizaciones registradas en el corral de engorda correspondió al Diseño Vanguardista vs. Diseño Antiguo (15 vs. 5; $P < 0.01$). Las

vocalizaciones del ganado bovino proporcionan información significativa sobre el que llama a otro 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 verse como una expresión subjetiva, por parte de un individuo, en su propio estado interno, por ello, el comportamiento vocal del ganado es potencialmente útil indicador de su funcionamiento fisiológico y psicológico (Watts y Stookey, 2000). En el presente caso, los llamamientos del ganado en esta zona de la UPP pueden ser atribuidos a situaciones relacionadas con hora de la servida del alimento, o bien ante la presencia de otros bovinos que son conducidos a través de los pasillos adyacentes hacía 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, tipo, frecuencia, duración, entre otros elementos.

Al igual que en el caso anterior, la Reacción de Flehmen es mayor en el Diseño Vanguardista que en Diseño Antiguo (14 vs. 7; $P < 0.01$). Drovig y Trotier (1988), afirman que principalmente es el macho quien presenta esta conducta sexual. De acuerdo con Galina *et al.* (1996) en los corrales de engorda bovina 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 en algunos bovinos tales como: edad, peso, presencia de cuernos y antigüedad en el hato o en el grupo socialmente activo; un factor a considerar son las interacciones homosexuales que son muy comunes en el ganado cebú.

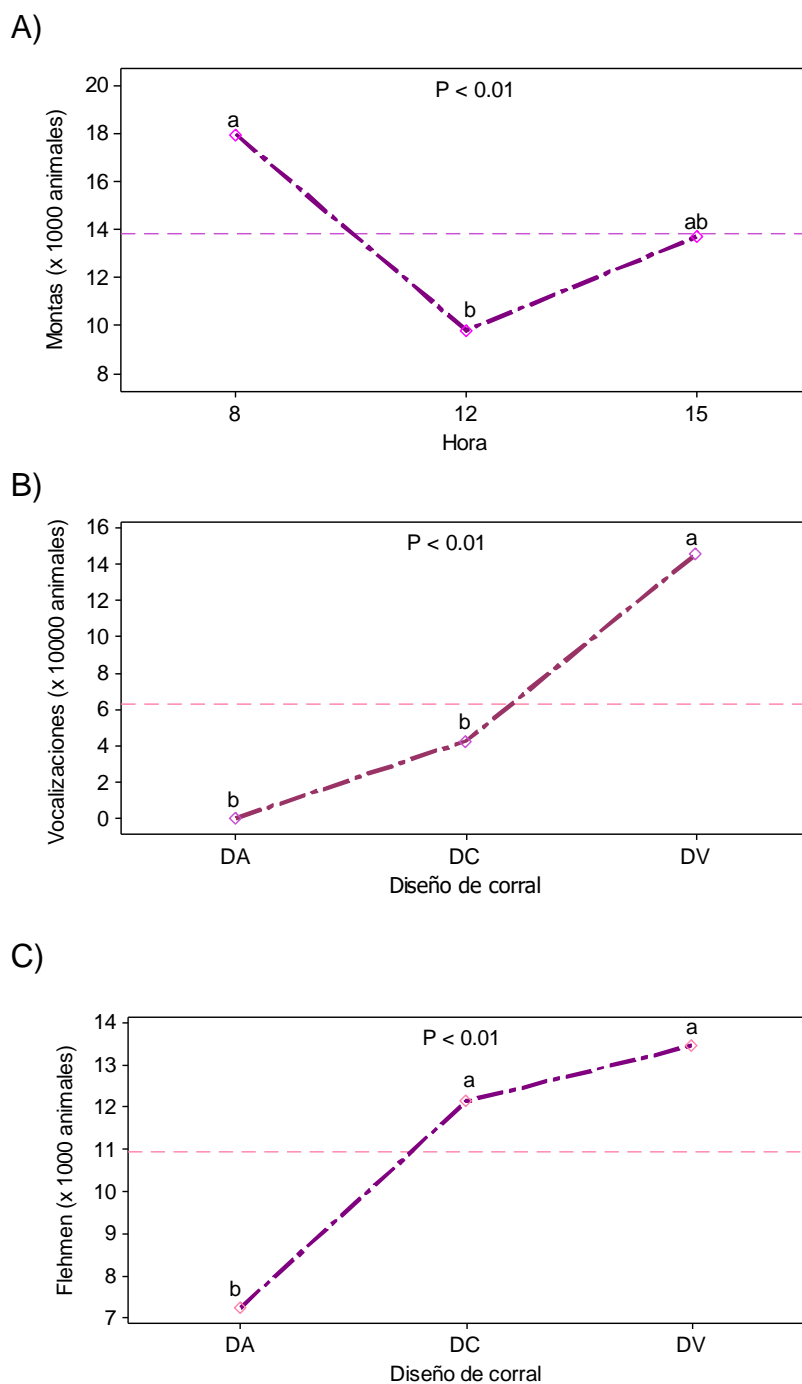


Figura 5. Comportamiento agonista en bovinos en finalización intensiva en trópico seco durante la época fresca del año. A) Montas según la hora del día; B) Vocalizaciones según el diseño del corral; C) Reflejo de Flehmen según el diseño de corral. ($P < 0.01$).

En las figuras 6A y 6B, se muestran los resultados del comportamiento agonista en bovinos en finalización intensiva en trópico seco durante la época fresca 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 el corral con Diseño Convencional su 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 15:00 h. En el corral con Diseño Vanguardista, 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 pm para luego incrementar a las 15:00 h. Por otra parte, en el corral con Diseño Antiguo, la expresión mayor de amenazas y topetazos ocurre a las 8:00 h, disminuye notablemente a las 12:00, y aumenta la actividad a las 15:00 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 fase de ALERTA (75 unidades), la actividad agonista disminuye; sin embargo, a pesar de que la fase de ALERTA persiste a las 15:00 h (74), las amenazas y topetazos, tienden a incrementarse en los Diseños Vanguardista y Antiguo.

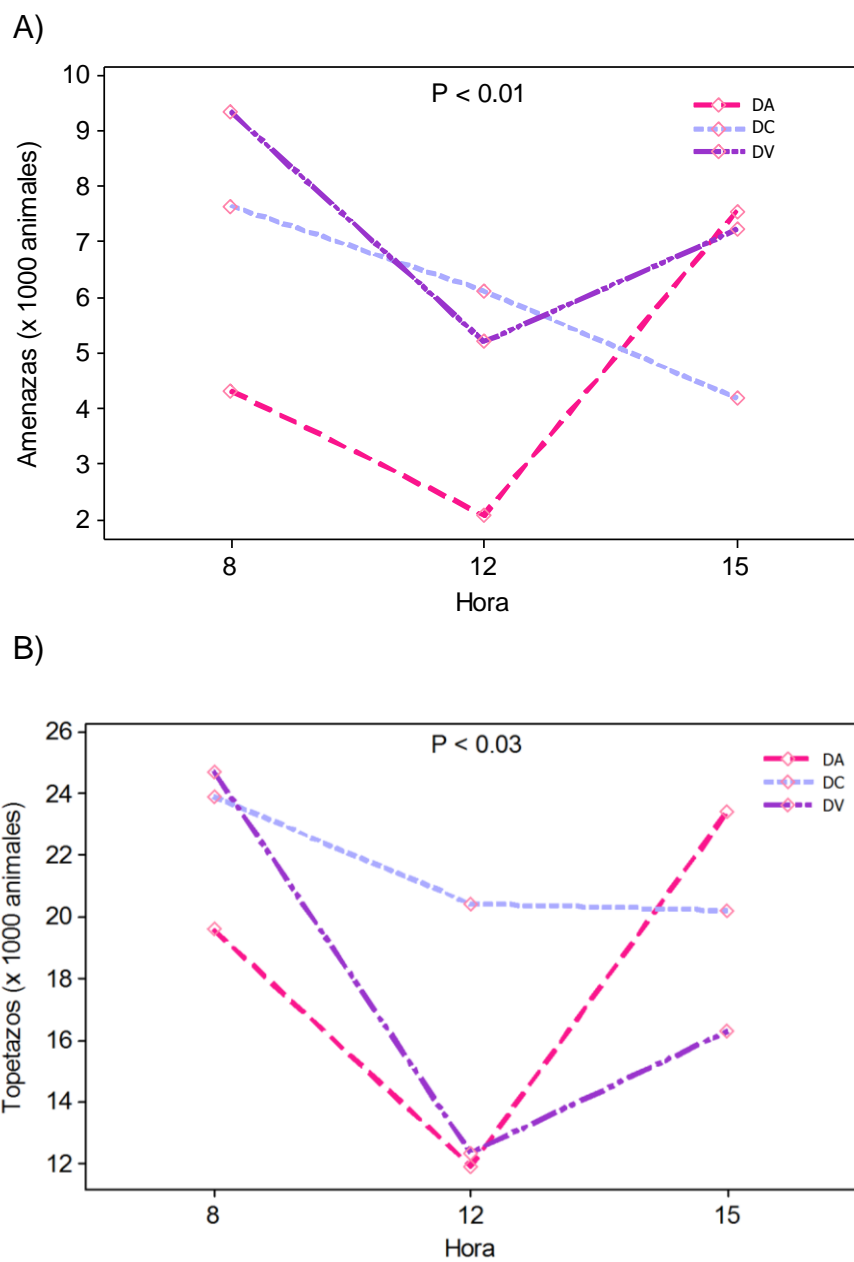


Figura 6. Comportamiento agonista en bovinos en finalización intensiva en trópico seco durante la época cálida según la interacción del diseño del corral y la hora del día. A) Amenazas; B) Topetazos. ($P < 0.03$).

6.2.1. Espacio vital en la producción intensiva de carne bovina durante la época fresca

De acuerdo a lo observado en el Cuadro 11, en los tres diseños de corral; DC, DA y DV el espacio vital es insuficiente en relación al peso inicial de la etapa, lo mismo sucede con la sombra disponible por diseño de corral según el número de bovinos alojados, el peso inicial y el número de bovinos exceden las condiciones disponibles de los sitios de producción. Mientras en el Cuadro 12, que corresponde a la etapa final de la engorda, muestra condiciones similares, el espacio vital disponible no alcanza lo sugerido por Grandin (2002); 20 m² para animales de 400 kg en adelante, en ningún diseño de corral. Respecto a la sombra disponible por bovino, el diseño antiguo sigue siendo más favorecedor ya que el diseño de este corral cuenta con el doble de sombra de los otros dos diseños, aunque aun así no alcanza lo establecido por Grandin (2002) y Gasque (2008), ellos proponen 3.7 m² por bovino. En los Diseños Convencional y Vanguardista la sombra es insuficiente para la cantidad de bovinos alojados en el corral.

Cuadro 11. Disponibilidad de espacio en áreas comunes en los corrales de finalización de ganado bovino al inicio de la etapa de engorda, en la época fresca.

Diseño de Corral	Corral	Bovinos	Sexo	Peso inicial promedio (kg)	Superficie Disponible (m ²)	Espacio vital m ² /cabeza	Diferencia (m ²)	Sombra (m ²) por corral	Sombra Disponible/cabeza (m ²)
DC	70	100	M	226	1200	12.0	-3.0	171	1.7
DC	71	98	M	286	1200	12.2	-2.8	171	1.7
DA	17	120	H	235	1620	13.5	-1.5	360	3.0
DA	18	121	H	232	1620	13.4	-1.6	360	3.0
DV	229	98	M	244	1080	11.0	-4.0	180	1.8
DV	251	95	M	327	1080	11.4	-3.6	180	1.9

Cuadro 12. Disponibilidad de espacio en áreas comunes en los corrales de finalización de ganado bovino al final de la etapa de engorda, en la época fresca.

Diseño de Corral	Corral	Bovinos	Sexo	Peso final promedio (kg)	Superficie disponible (m ²)	Espacio vital m ² /cabeza	Diferencia (m ²)	Sombra (m ²) por corral	Sombra disponible/cabeza (m ²)
DC	70	88	M	490	1200	13.6	-6.4	171	1.9
DC	71	92	M	486	1200	13.0	-7.0	171	1.9
DA	17	113	H	478	1620	14.3	-5.7	360	3.2
DA	18	104	H	504	1620	15.6	-4.4	360	3.5
DV	229	81	M	517	1080	13.3	-6.7	180	2.2
DV	251	93	M	484	1080	11.6	-8.4	180	1.9

Cuadro 13. Disponibilidad de comedero y bebedero en la finalización de bovinos al inicio de la etapa de engorda en la época fresca.

Diseño de corral	Corral	Bovinos	Sexo	Peso promedio	Comedero (m)	Espacio disponible/cabeza en comedero (m)	Bebedero (m)	Espacio disponible/cabeza en bebedero (cm)
DC	70	100	M	226	30	0.30	6.1	6
DC	71	98	H	286	30	0.31	6.1	6
DA	17	120	H	235	56	0.47	6.1	5
DA	18	121	M	232	56	0.46	6.1	5
DV	229	98	H	244	36	0.37	6.1	6
DV	251	95	H	327	36	0.38	6.1	6

Cuadro 14. Disponibilidad de comedero y bebedero en la finalización de bovinos al final de la etapa de engorda en la época fresca.

Diseño de corral	Corral	Bovinos	Sexo	Peso final promedio (kg)	Comedero (m)	Espacio disponible/cabeza en comedero (m)	Bebedero (m)	Espacio disponible/cabeza en bebedero (cm)
DC	70	88	M	490	30	0.34	6.1	7
DC	71	92	H	486	30	0.33	6.1	7
DA	17	113	H	478	56	0.50	6.1	5
DA	18	104	M	504	56	0.54	6.1	6
DV	229	81	H	517	36	0.44	6.1	8
DV	251	93	H	484	36	0.39	6.1	7

6.3. Actitudes del personal hacia el bienestar de los bovinos en el corral de engorda intensiva

El manejo irresponsable proporcionado a los animales, determina al Bienestar Animal, en las UPP's; se sabe que la actitud del personal encargado del manejo, es de fundamental importancia, cuya repercusión afecta negativamente el rendimiento y productividad de las UPP's (Grandin, 2000); se debe considerar que todos los animales se agitan y estresan cuando se les pincha con picanas eléctricas o se golpean con algún objeto sólido (De la Sota, 2004); por lo tanto, este tipo de prácticas, no deben formar parte en el manejo de los animales. Por otro lado, los animales poseen la capacidad de distinguir a las personas que los manejan (Diez, 2002), por lo tanto, se debe tratar de evitar utilizar personal desconocido en el manejo de los animales.

Para conocer la actitud del personal de la empresa agropecuaria JS con respecto al bienestar animal, se aplicó un cuestionario de ocho reactivos, de los cuales tres fueron de opción múltiple, dos preguntas cerradas, dos medidas a través de escala de 1 a 10 y una pregunta abierta. Se entrevistó al 50 % del personal relacionado directamente con las actividades propias de los corrales de engorda: repartidores de alimento, vaqueros, manejadores, auxiliares de producción, encargados de enfermería, personal de limpieza y médico veterinario.

1) A la pregunta expresa acerca de definir el concepto "Bienestar animal", el total de los entrevistados mostró una idea medianamente aproximada; cabe señalar que los operarios incluyeron en su respuesta de manera reiterativa la palabra "trato"; esto puede relacionarse con la idea general que tienen acerca del manejo que dan a los animales durante sus actividades cotidianas y la manera en como ellos reaccionan ante eventuales intentos de acercamiento ya sea para alimentarlos, o bien recibir tratamientos clínicos o de manejo propio de la UPP. En el cuadro 15 se muestra la relación entre las palabras clave mencionadas por los operarios con las Cinco Libertades propuestas por Roger Brambell en 1965 y promovidas por la OIE a partir del año 2004 en el Código Sanitario para los Animales Terrestres.

Cuadro 15. Relación entre palabras clave mencionadas por operarios con las Cinco Libertades promovidas por la OIE.

Palabras clave	Menciones	%	Relación con 5L
Trato	6	37.5	L #5
Alimento	3	18.75	L #1
Agua	2	12.5	L #1
Instalaciones	2	12.5	L #3
Estrés	2	12.5	L #2
Homeostasis	1	6.25	L #4
Total	16	100	

Como se puede apreciar en este cuadro, la idea general que tienen los operarios acerca del tema bienestar animal del ganado bovino productor de carne, se relaciona de manera estrecha con las Cinco Libertades promovidas por la OIE, esta relación tiene un carácter empírico toda vez que los operarios no han recibido una educación formal acerca de este tema.

2) Al preguntarles como consideran el trato que se les da a los bovinos en la UPP, en una escala de cuatro valores que incluyeron las categorías: No apropiado, Aceptable, Bueno y Excelente, el 46 % refirió que el trato es Bueno, en tanto que el 30 % mencionó que el trato es Excelente; con lo anterior, la encuesta arroja que el 76 % de los operarios afirman que el trato que reciben los bovinos en la UPP es de Bueno a Excelente. La categoría No apropiado, no recibió menciones. Lo anterior puede indicar el compromiso implícito de los operarios con el bienestar de los animales.

3) Al cuestionarles si el trato hacía los bovinos puede ser objeto de mejora, en una escala de tres categorías: Si se puede mejorar, Estamos bien así y No se puede mejorar, el 92 % mencionó que “Si se puede mejorar”. Este dato muestra la disposición que tiene el personal operativo para mejorar el estado de cosas que percibe en su entorno laboral y el impacto que este puede tener en los aspectos de bienestar de los animales, referente principalmente al manejo en la UPP.

4) A la pregunta que instrumentos de arreo utiliza durante el manejo del ganado bovino en la UPP, el 62 % afirmó que utiliza el movimiento de manos para manejar el ganado durante el arreo, en tanto que el 23 % manifestó que utiliza los gritos como una manera de arrear a los bovinos, ya sea al hacer transferencia de corrales o bien cuando son conducidos a las rampas de carga/descarga. Lo anterior indica que los operarios, mayormente no utilizan de forma habitual instrumentos de arreo que eventualmente puede infringir daños físicos o lesiones a los bovinos durante las operaciones de manejo en la UPP.

5) Aunque en la pregunta anterior mencionan que utilizan los movimientos de manos para arrear el ganado, los operarios manifiestan que si es muy necesario el uso de instrumentos de arreo, lo cual contradice a lo expresado con anterioridad y se convierte en una evidencia de que estas prácticas pueden ser habituales durante el manejo de los bovinos. La relación manejador-animal inapropiada hace que el ganado sea más reactivo a la presencia de personal, incrementa el miedo, provoca estrés, aumenta la frecuencia de vocalizaciones, caídas, resbalones, lo cual repercute en la eficiencia del proceso, aumenta el riesgo de contusiones y la posibilidad de accidentes laborales (Paranhos *et al.*, 2012)

6) Entre los valores de la escala 5 y 10 se registran las respuestas, aunque los operarios desean utilizar instrumentos de arreo, ellos están conscientes que el uso de estos instrumentos causa daños y pérdidas.

En México, los principales problemas asociados al bienestar animal están relacionados con las instalaciones y su falta de mantenimiento, con la movilización y transporte de ganado, así como con el manejo tanto en las UPP como en las plantas de sacrificio de ganado, esto incluye a la falta de capacitación del personal operativo en los distintos eslabones de la cadena productiva de carne bovina (Córdova *et al.*, 2009). Grandin (1988) explica los factores que influyen en el comportamiento del personal con respecto a los animales de granja y le atribuye a la falta de un código

estricto de manejo del ganado en las UPP, aunque también influye en este aspecto las instalaciones mal diseñadas o faltas de mantenimiento.

7 Y 8) A la pregunta expresa si el operario ha recibido capacitación por parte de la empresa en temas de Bienestar Animal, el 31 % afirmó no haberla recibido; este resultado abre un campo de oportunidad para implementar de manera sistemática un programa de actividades cuyo objetivo central sea promover en el operario el sentido de responsabilidad y actitudes frente al Bienestar de los bovinos durante las operaciones de carga y descarga así como durante la permanencia en la UPP. Como complemento de lo anterior, el 92 % de los operarios entrevistados afirmó estar dispuesto a recibir más información acerca del tema de Bienestar Animal.

Finalmente respecto a este tema, existe la impresión de que las sociedades que tratan humanamente a la gente, también tienen a tratar humanamente a los animales (Grandin, 1988).

VII. CONCLUSIONES

Sé concluye que en la época cálida la frecuencia de los indicadores habituales de los bovinos productores de carne en finalización intensiva disminuyen cuando el potencial de carga calórica ambiental excede el límite de confort, situación que a su vez influye en el incremento de la frecuencia de bovinos bajo sombra. De acuerdo con el sitio de producción, en el diseño antiguo se tienen los mejores indicadores habituales y los bovinos permanecen la mayor parte del tiempo echados bajo la sombra. Por efecto del potencial de carga calórica ambiental excedido al límite confortable, los indicadores sociales y agonistas son sensiblemente disminuidos en la época cálida en el trópico seco en independencia al tipo de instalación.

A pesar de que los índices de temperatura y humedad registrados en la época fresca fueron cercanos a los límites de tolerancia, los animales se observaron más dispersos en el corral por lo que sus mecanismos de disipación de calor fueron más eficientes, esto se reflejó en la disminución de indicadores de estrés, además se mostraron más relajados e interactuando entre ellos.

Los corrales con diseño antiguo presentan las mejores condiciones en cuanto a espacios vitales y sombra disponible por animal, sin embargo, los tres diseños evaluados en este estudio están por debajo del espacio vital recomendado para bovinos en finalización en clima tropical, además, es importante considerar que el espacio vital requerido incrementa conforme al peso y/o temporada de lluvia.

La actitud de los operarios frente al bienestar animal muestra una ambigüedad, ya que por un lado ellos están conscientes de la importancia de proporcionar a los bovinos condiciones de manejo adecuadas, pero por otro lado persiste la idea de utilizar instrumentos de arreo que pueden ocasionar lesiones en el ganado. Esta situación abre un campo de oportunidad para implementar un programa de capacitación para mejorar las prácticas de manejo de los bovinos.

VIII. LITERATURA CITADA

- Aluja, A. 2011. Bienestar animal en la enseñanza de Medicina Veterinaria y Zootecnia. ¿Por qué y para qué?. *Vet. Mex.* 42:137-147.
- Ames, D. R., Brink, D.R. y Willms, C.L. 1980. Adjusting protein in feedlot diets during thermal stress. *J. Anim. Sci.* 50:1-6
- Amtmann, V.A., Gallo, C., van Schaik G. y Tadich, N. 2006. Relaciones entre el manejo ante-mortem, variables sanguíneas indicadoras de estrés y pH de la canal en novillos. *Arch. Med. Vet.* 38:259-264
- Arias, R.A., Mader, T.L. y Escobar, P.C. 2008. Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche. *Arch. Med. Vet.* 40:7-22.
- Baker, A.A. y Seidel, G.E. 1985. Why do cows mount other cows? *Appl. Anim. Behav. Sci.* 13:237-241.
- Barajas, C. R., Pacheco, B. J. C., Elenes, E. A. V., Rubio, J. A. R., Ortega, J. A., y González, S. M. 2010. Efecto de sombra en el corral de engorda en la respuesta productiva de toretes en finalización de la época fresca y seca. *Zootecnia Tropical.* 28:375-381.
- Barajas, C., R., Cervantes, B. J., Espino, M. A., Flores, L. R., Aguirre, J.A., Martínez, S., y García, D.E. 2010. Efecto de sombra en el corral de engorda en la respuesta productiva de toretes en finalización de la época calurosa. *Zootecnia Tropical.* 28: 513-520.
- Bartos, L. y Holekova, J. 2006. Exciting ungulates: male-male mounting in fallow, white-tailed and red deer. In: Vasey PL, Sommer V editors. *Homosexual behaviour in animals: An evolutionary perspective.* 1st ed. Cambridge, Inglaterra: Cambridge University Press. 154-171.
- Beatty, D.T., Barnes, A., Taylor, E., Pethick, D., McCarthy, D.M. y Maloney, S.K. 2006. Physiological responses of *Bos taurus* and *Bos indicus* cattle to prolonged, continuous heat and humidity. *J. Anim. Sci.* 84:972–985.

- Bellido, M., Escribano Sánchez, M., Mesías Díaz, F. J., Rodríguez de Ledesma, A. y Pulido García, F. 2001. Sistemas extensivos de producción animal. Archivos de Zootecnia. 50(192).
- Beretta, V. Simeone, A. y Bentancur, O. 2013. Manejo de la sombra asociado a la restricción del pastoreo: efecto sobre el comportamiento y performance estival de vacunos. Agrocienca Uruguay. 17:131-140.
- Bernabucci, U., Lacerera, N., Baumgard, L. H., Rhoads, R. P., Ronchi, B. y Nardone A. 2010. Metabolic and hormonal acclimation to heat stress in domesticated ruminants. Animal 4:1167-1183.
- Blackshaw, J. 2003. Notes on some topics in applied animal behaviour (en línea). Queensland, AU, University of Queensland. Disponible en: <http://www.animalbehaviour.net/JudithKBlackshaw/JKBlackshawWholeBook.pdf>. Fecha de acceso: 7 de marzo de 2018.
- Blackshaw, J.K., Blackshaw, A.W. y McGlone JJ. 1997. Buller steer syndrome review. Appl. Anim. Behav. Sci. 54:97-108.
- Borell, E.H. 2001. The biology of stress and its application to livestock housing and transportation assessment. J. Anim. Sci. 79:260-267.
- Bracke, M. 2007. Animal-based parameters are no panacea for on-farm monitoring of animal welfare. Animal Welfare. 16:229-231.
- Broom, D. M. 1986. Indicators of poor welfare. British Vet. J. 142:524-526.
- Broom, D. M. 2003. Transport stress in cattle and sheep with details of physiological, ethological and other indicators. Deutsche Tierärztliche Wochenschrift. 110:83-88.
- Brosh, A., Ayharoni, Y., Degen, A. A., Wright, D. y Young, B. A. 1998. Effects of solar radiation, dietary energy, and time of feeding on thermoregulatory responses and energy balance in cattle in a hot environment. J. Anim. Sci. 76:2671-2677.
- Brown-Brandl T. M., Nienaber J. A., Eigenberg R. A., Mader T. L., Morrow J. L., Dailey J. W. 2006. Comparison of heat tolerance of feedlot heifers of different breeds. Livest. Sci. 105:19-26.

- Brown-Brandl T.M., Eigenber R.A., Nienaber, J.A. y Hahn, G.L. 2005. Dynamic response indicators of heat stress in shaded and non-shaded Feedlot Cattle. Part 1: Analyses of Indicators. *Biosyst. Eng.* 90:451-462.
- Brown-Brandl, T. M., Eigenberg, R. A. y Nienaber J. A. 2013. Feedlot cattle of different breeds. *American Society of Agricultural and Biological Engineers.* 56:1563-1570.
- Bruce, J. P. (1995). La Organización Meteorológica Mundial y el cambio climático. *Boletín. Organización Meteorológica Mundial*, 44(1), 18-22.
- Busby, D. y Loy, D. 1997. Heat stress in feedlot cattle: Producer survey results, Beef Research Report ASLR1348. Disponible en: <http://wwlib.dr.iastate.edu/beefrep>. Fecha de acceso: 8 de enero de 2018.
- Canosa, M., y Acuña, C. 1996. Comportamiento bovino. Facultad de Agronomía y Veterinaria. UNR C.
- Colditz, I.G., Ferguson, D.M., Greenwood, P.L., Doogan, V.J., Petherick, J.C. y Kilgour, R.J. 2007. Regrouping unfamiliar animals in the weeks prior to slaughter has few effects on physiology and meat quality in *Bos Taurus* feedlot steers. *Aust J. Agri. Res.* 47:763-769.
- Collier R. J., Dahl G. E., VanBaale M. J. 2006. Major advances associated with environmental effects on dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 89:1244-1253.
- Comunidades Europeas. 1974. Directiva 74/577/CEE del Consejo, de 18 de noviembre de 1974, relativa al aturdimiento de los animales antes de su sacrificio, *Diario Oficial L 316 de 26.11.1974*.
- Comunidades Europeas. 2004. Reglamento (CE) n° 882/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de abril de 2004, sobre los controles oficiales efectuados para garantizar la verificación del cumplimiento de la legislación en materia de piensos y alimentos y la normativa sobre salud animal y bienestar de los animales, *Diario Oficial L 165 de 30.4.2004*, pp. 1–141.
- Córdova, I. A., Ruiz, L. C. G., Saltijeral, O. J. A., Xolalpa, C. V., Cortés S. S., Méndez, M. M., Huerta, C. R., Córdova, J. M. S., Córdova, J. C. A. y Guerra, L.E. 2009. Importancia del bienestar animal en las unidades de producción animal en México. *REDVET. Revista electrónica de Veterinaria.* 10 (12).

- Cunningham J.G. 1997. Fisiología veterinaria. McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V. Distrito Federal, México. pp 711-714
- Dagg, A.I. 1984. Homosexual behaviour and female-male mounting in mammals-a first survey. *Mammal Rev.* 14:155-185.
- Daniel, W. W. B. 2002. Bioestadística en ciencias de la salud. Limusa Wiley Editorial. México, D.F. pp. 235-394.
- Davies, P., Méndez, D. y Pighin, D. 2011. Efecto de la disponibilidad de sombra en verano sobre la ganancia de peso de novillos en engorde a corral en el noroeste bonaerense. Disponible en: http://Inta.gob.ar/sites/default/files/scip-tmp-inta_mt2012-davies-efecto-disponibilidad.pdf Fecha de acceso: 12 de enero de 2018.
- Dawkins, M. 2004. Using behaviour to assess animal welfare. *Animal Welfare.* 13 (suppl 1): 3-7.
- De la Sota, M. 2004. Manual de procedimientos en bienestar animal. Dirección de Luchas Sanitarias. Dirección Nacional de Sanidad Animal. Sitio Argentino de Producción Animal. Buenos Aires, Argentina.
- DeVries T, Von Keyserlingk M y Weary D. 2004. Effect of feeding space on the inter-cow distance, aggression, and feeding behavior of free-stall housed lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 87:1432–1438.
- Diez, A. 2002. El camino de la trazabilidad, La visión de la industria frigorífica. Congreso de la sociedad española de medicina interna veterinaria. Universidad de León. 103-107.
- Domínguez, M.I. 2011. Bienestar Animal desde la perspectiva jurídica. Tesis de Licenciatura. Universidad San Francisco de Quito. Ecuador.
- Doving, K.B. y Trotier, D. 1998. Structure and function of the vomeronasal organ. *The Journal Exp. Biol.* 201:2913-2925.
- Dunn, C.S. 1990. Stress reactions of cattle undergoing ritual slaughter using two methods of restraint. *Vet. Rec.* 126:522-525.
- Edwards, T.A. 1995. Buller syndrome: What's behind this abnormal sexual behavior? *Large Anim. Vet.* 40:6-8.

- Especificaciones técnicas para la producción, cuidado, y uso de los animales de laboratorio. No. 62 del 22 de agosto de 2001. México.
- Esquivel Lacroix, C. 2015. Comentarios sobre bienestar animal. Red animalia. Disponible en: <http://redanimalia.com/>. Consultado: 8 de marzo de 2018.
- Estrategia de salud animal de la UE para el periodo 2007-2013. Pasos preparatorios. http://europa.eu.int/comm/food/animal/diseases/strategy/index_en.htm. Consultado: 12 de mayo de 2018.
- Federación, D. O. (2000). Ley general de vida silvestre. México, Distrito Federal, 3.
- FIRA. 2015. Panorama Agroalimentario. Disponible en: file:///E:/Maestria en Ciencias Agropecuarias/REFERENCIAS/Panorama_Agroalimentario_Carne_de_Bovino_2015.pdf. Consultado: 16 de noviembre de 2016.
- FIRA. 2017. Panorama Agroalimentario. Disponible en: file:///E:/Maestria en Ciencias Agropecuarias/Carne BA/Panorama_Agroalimentario_Carne_de_bovino_2017.pdf. Consultado: 10 de enero de 2018.
- Ford, C.S. y Beach, F.A. 1951. Patterns of sexual behavior. 1rst ed. New York, USA: Harper y Row.
- Fraser, D. 2001. The "new perception" of animal agriculture: legless cows, featherless chickens, and a need for genuine analysis. *Anim. Sci. J.* 79:634-641
- Fraser, D. 2006. El bienestar animal y la intensificación de la producción animal: Una interpretación alternativa. [en línea] Documentos de la FAO sobre ética 2. < <http://www.fao.org/docrep/009/a0158s/a0158s00.htm> > Fecha de acceso: 9 de septiembre de 2017.
- Fraser, D. 2008. Toward a global perspective on farm animal welfare. *App. Anim. Behav. Sci.* 113:330–339.
- Galina, C., Orihuela, A. y Rubio, I. 1996. Behavioral trends affecting estrus detection in Zebu cattle. *Anim. Reprod. Sci.* 42:465-470.
- Gasque, G. R. 2008. Enciclopedia bovina. Capítulo 6: instalaciones y estructuras ganaderas. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-UNAM.
- Gaughan, J. B., Mader, T.L., Holt, S.M., y Lisle, A. 2008. A new heat load index for feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 86:226–234.

- Gaughan, J.B. and Mader, T.L. 2014. Body temperature and respiratory dynamics in unshaded beef cattle, *International Journal of Biometeorology*, 58, 1443-1450.
- Grandin, T. 1988. Las actitudes del personal hacia los animales en plantas de faena y locales de remate. Depto. de Ciencia Animal. Colorado State University. Disponible en: www.grandin.com/spanish/actitudes. Consultado: 30 de mayo de 2018.
- Grandin, T. 1999. Buenas prácticas de trabajo para el manejo e insensibilización de animales. Depto. de Ciencia Animal, Colorado State University. (Traducción del Dr. Marcos Giménez Zapiola). [En línea] <http://www.grandin.com/spanish/Buenas.practicas.html>
- Grandin, T. 2000. Principios de comportamiento animal para el manejo de bovinos y otros herbívoros en condiciones extensivas. Departamento de Ciencia Animal. Universidad del Estado de Colorado. Estados Unidos de América.
- Grandin, T. 2002. Las instalaciones para el trabajo con el ganado. Journal of Colorado State University. USA
- Grandin, T. 2003. Transferring results of behavioral research to industry to improve animal welfare on the farm, ranch and the slaughter plant. *Appl Anim Behav Sci*; 81:215-228.
- Grandin, T., 2016. Evaluation of the welfare of cattle housed in outdoor feedlot pens. *Vet. Anim. Sci.* 1:23-28.
- Grandin, T., y Deesing, M. 2008. Animal perception. En: *Humane Livestock Handling. Understanding Livestock behavior and building Facilities for Healthier Animals*. Grandin T, Deesing M. (eds). Storey Publishing Mass, USA. Cap 1: 4-15.
- Grant, R.J. y Albright, J.L. 1995. Feeding behavior and management factors during the transition period in dairy cattle. *J. Anim. Sci.* 73:2791-2803.
- Griffin, D. 1997. Economic impact associated with respiratory disease in beef cattle. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, 13(3), 367-377.
- Gutiérrez, A., e Isai, J. 2016. Procedimientos para la producción del Ganado Bovino de Carne conforme a la NOM-ZOO.
- Hagenmaier, J.A., Reinhardt, C.D., Bartle, S.J. y Thomson, D.U. 2016. Effect of shade on animal welfare, growth performance, and carcass characteristics in large pens

- of beef cattle fed a beta agonist in a commercial feedlot. *J. Anim. Sci.* 94:5064–5076
- Hahn, G. L. 1999. Dynamic responses of cattle to thermal heat loads. *J. Dairy Sci.* 82 (Suppl. 2): 10–20.
- 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.
- Herskin, M.S., Munksgaard, L. y Ladewig, J. 2004. Effects of acute stressors on nociception, adrenocortical responses and behavior of dairy cows. *Physiol Behav* 83:41-420.
- Horgan, R. 2007. Legislación de la UE sobre bienestar animal: situación actual y perspectivas. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 1695, 7504.
- Hughes, B. O. 1976. Behaviour as an index of welfare. Proceedings 5th European Poultry Conference and exhibition; September 5–11; Malta. Malta: World's Poultry Science Association (WPSA), 1005-1012.
- Huzzey, J. M., DeVries, T. J., Valois, P. y Von Keyserlingk, M. A. G. 2006. Stocking density and feed barrier design affect the feeding and social behavior of dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 89:126-133.
- Igono, M. O., Bjotvedt G. y Sanford-Crane, H.T. 1992. Environmental profile and critical temperature effects on milk production of Holstein cows in desert climate. *Int. J. Biometeorol.* 36:77–87.
- Jensen, M., Vestergaard, K. y Krohn, C. 1998. Play behaviour in dairy calves kept in pens: The effect of social contact and space allowance. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 56: 97–108.
- Jones Barahona, N. 2009. Aplicabilidad del protocolo Welfare Quality® de medición de bienestar animal en sistemas de engordas a corral de ganado bovino nacional. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias Escuela de Ciencias Veterinarias. Universidad de Chile.
- Klemm, W.R.C., Sherry, C.J., Schake, L.M, y Sis RF. 1983. Homosexual behaviour in feedlot steers: an aggression hypothesis. *Appl. Anim. Ethol.* 11:187-95.

- Kondo, S., Sekine, J., Okubo, M. y Asahida, Y. 1989. The effect of group of size and space allowance on the agonistic and spacing behavior cattle. *Appl Anim Behav Sci* 24:127–135.
- Kondo, S., y Hurnick, J. 1990. Stabilization of social hierarchy in dairy cows. *Appl Anim Behav Sci* 27: 287–297.
- Landaeta-Hernández, A.J. 2011. Etología y producción animal. *Mundo Pecuario VII*: 116-129.
- Landaeta-Hernández, A.J., Palomares-Naveda, R., Soto Castillo, G., Atencio, A., Chase, C.C. y Chenoweth, P.J. 2004. Social and breed effects on the expression of a PGF2a-induced estrus in beef cows. *Reprod Dom Anim* 39:315–320.
- Lay, D., y Wilson, M. 2001. Physiological indicators of stress in domestic livestock. *Symposium on Concentrated Animal Feeding Operations Regarding Animal Behavior, Care, and Well-Being*, Indiana, USA. p. 1-25.
- Lefcourt, A. y Adams, W. 1998. Radiotelemetry measurements of body temperature of feedlot steers during summer. *J. Dairy Sci.* 72:3040-3049.
- Ley Federal de Sanidad Animal. Del 18 de junio de 1993. México.
- LGEEPA, R. 1988. Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de residuos peligrosos. Cámara de Diputados. *Publicación Oficial*, texto completo de libre acceso. http://www.conapesca.gob.mx/work/sites/cona/uaj/Reg_LGEEPA_MRP.pdf.
- Lindberg, C. 2001. Group life. In: *Social behavior in farm animals* (Keeling LJ, Gonyou HW ed), CABI Pub., London, U.K. p. 37–54
- Loerch, S. y Fluharty, F. 2000. Use of trainer animals to improve performance and health of newly arrived feedlot calves. *J. Anim. Sci.* 78:539–545.
- Lowe, D.; Steen, R.; Beattie, V.; Moss, B. 2001. The effects of floor type systems on the performance, cleanliness, carcass composition and meat quality of housed finishing beef cattle. *Livestock Production Science*, 69: 33–42.
- Mader, T. L., M. S. Davis y T. Brown-Brandl. 2006. Environmental factors influencing heat stress in feedlot cattle *J. Anim. Sci.* 84:712-719.
- Mader, T.L. y Griffin, D. 2015. Management of cattle exposed to adverse environmental conditions, *Veterinary Clinics of North American. Food Anim. Pract.* 31:247-258.

- Malafaia, P., Barbosa, J. D., Tokarnia, C. H. y Oliveira C. M. C. 2011. Distúrbios comportamentais em ruminantes não associados a doenças: origem, significado e importancia. *Pesq. Vet. Bras.* 31:781-790.
- Manteuffel, G., Puppe, B. y Schön, P. 2004. Vocalization of farm animals as a measure of welfare. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 88:163–182.
- Marti, S., Devant, M., Amatayakul-Chantler, S., Jackson, J.A., Lopez, E. Janzen, E.D. y Schwartzkopf-Genswein, K.S. 2015. Effect of anti-gonadotropin-releasing factor vaccine and band castration on indicators of welfare in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 93:1581–1591
- Mason, G. e Itham, N. 2004. Can't stop, won't stop: Is stereotypy a reliable animal welfare indicator? *Animal Welfare.*13:S57–S69.
- McGlone, J.J. 1986. Agonistic behavior in food animals: review of research and techniques. *J. Anim. Sci.* 62:1130-1139.
- Meat and Livestock Australia. 2013. National Guidelines of Beef Cattle Feedlots in Australia, North Sydney, New South Wales Australia, Report Number ABN: 39-081678-364.
- Miltlöhner F. M., Morrow J. L., Dailey J. W., Wilson S. C., Galyean M. L., Miller M. physiology, performance, and carcass traits of heat-stressed feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 79:2327-2335.F., and McGlone J. J. 2001. Shade and water misting effects on behavior,
- Minitab, I. N. C. 2000. MINITAB statistical software. Minitab Release. Ver. 13.
- Morais, D. A. E. F., Maia, A. S. C., Silva, R. G., Vasconcelos, A. M., Oliveira, L. P. y Guilhermino M. M. 2008. Variação anual de hormônios tireoideanos e características termorreguladoras de vacas leiteiras em ambiente quente. *R. Bras. Zootec.* 37:538-545.
- Morméde, P., Anderson, S., Aupérin, B., Beerda, B., Guémené, D. y Malmkvist, J. 2007. Exploration of the hypothalamic-pituitary adrenal functions as a tool to evaluate animal welfare. *Physiol. Behav.* 92: 317-339.
- Morrison, S. R. 1983. Ruminant heat stress: effect on production and means of alleviation. *J. Anim. Sci.* 57:1594–1600.

- Mounier, I., Veissier, I., y Boissy, A. 2005. Behavior, physiology, and performance of bulls mixed at the onset of finishing to form uniform body weight groups. *J. Anim. Sci.* 83:1696–1704.
- Muchenje, V., Dzama, K., Chimonyo, M., Strydom, P.E. y Raats JG. 2009. Relationship between pre-slaughter stress responsiveness and beef quality in three cattle breeds. *Meat Sci.* 81:653-657.
- Muñoz, M. R. 2014. Bienestar animal: un reto en la producción pecuaria. *Spei Domus*.10(20):31-40OIE. 2018. El bienestar animal de un vistazo. <http://www.oie.int/es/bienestar-animal/el-bienestar-animal-de-un-vistazo/> Consultado: 8 de marzo de 2018.
- Norma oficial mexicana sobre el sacrificio humanitario de animales silvestres y Norma oficial mexicana sobre el trato humanitario en la movilización de animales. No. 51 del 23 de marzo de 1998. México.
- Norma oficial mexicana sobre las especificaciones y características zoonosológicas para el transporte de animales. No. 24 del 16 de octubre de 1995. México.
- NRC. 2000. *Nutrient Requirements of Beef Cattle. Update 2000 (7th Revised Ed.)* National Academy Press, Washington, D.C. p. 232.
- Olivares B.O, Guevara E., Oliveros Y., López L. 2013. Aplicación del índice de confort térmico como estimador del estrés calórico en la producción pecuaria de la Mesa de Guanipa, Anzoátegui, Venezuela. *Zootecnia Trop.* 31:209-223.
- Oloffson J. 1999. Competition for total mixed diets fed for ad-libitum intake using one or four cows per feeding station. *J. Dairy Sci.* 82:69-79.
- Organización Mundial de Sanidad Animal. 2011. Código sanitario para los animales terrestres. Capítulo 7.9. Vigésima edición. Paris, Francia.
- Organización Mundial de Sanidad Animal. 2013. Código Sanitario para los Animales Terrestres de la OIE. Disponible en: <http://www.oie.int/es/normas-internacionales/codigo-terrestre/acceso-en-linea/> Fecha de acceso: 17 de octubre de 2016.
- Organización Mundial de Sanidad Animal. 2016. Código Sanitario para los Animales Terrestres de la OIE. Disponible en: <http://www.oie.int/es/bienestar-animal/el-bienestar-animal-de-un-vistazo/> Fecha de acceso: 01 de agosto de 2018.

- Paranhos da Costa, M.J., Huertas, S.M., Gallo, C. y Dalla Costa, O.A. 2012. Strategies to promote farm animal welfare in Latin America and their effects on carcass and meat quality traits. *Meat Sci.* 92:221-226.
- Pelley, M., Lirette, A. y Tennessen, T. 1995. Observations on the responses of feedlot cattle to attempted environmental enrichment. *Can. J. Ani. Sci.* 75:631-632.
- Petryna, A. y Bavera, G. 2002. Cursos de Producción Bovina de Carne. FAV UNRC. Disponible en: www.produccion-animal.com.ar. Consultado: 8 de diciembre de 2017.
- Phillips, C. 1988. *Cattle behaviour and welfare*. Second edition. Blackwell Science, Oxford, UK.
- Phillips, C. 2002. *Cattle behaviour and Welfare*. 2a ed. Blakwell Sience. Oxford, Reino Unido. 264 p.
- Poiani A. 2010. *Animal homosexuality: a biosocial perspective*. 1rst ed. Cambridge, Inglaterra: Cambridge University Press.
- Renaudeau, D., Collin, A., S. Yahav, S., de Basilio, V., Gourdine, J.L. y Collier, R.J. 2012. Adaptation to hot climate and strategies to alleviate heat stress in livestock production. *Animal*. 6:707-728.
- Roca C.A.J. 2011. Efecto del Estrés Calórico en el Bienestar Animal, una Revisión en Tiempo de Cambio Climático. *Espamciencia*.2:15-25.
- Rodríguez, V. 2012. Bienestar Animal. Pag 23. Obtenido de Departamento de Producción Animal. Universidad de Córdoba: http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/30_16_09_Binestar_Animal_VRE.pdf. Consultado: 30 de Marzo de 2017.
- Rojas, H., Stuardo, L. y Benavides, D. 2005. Políticas y prácticas de bienestar animal en los países de América: estudio preliminar. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.* 24:549-565.
- Romero Peñuela, M. H., Uribe-Velásquez, L. F. y Sánchez Valencia, J. A. 2011. Biomarcadores de estrés como indicadores de bienestar animal en ganado de carne: stress biomarkers as indicators of animal welfare in cattle beef farming. *Biosalud*. 10:71-87.

- Rubio L., M., Braña V., D., y Méndez M., R. D. 2012. Carne de res mexicana. Disponible en: <http://www.anetif.org/files/pages/0000000034/05-manual-carne-de-res-mexicana.pdf>. Fecha de acceso: 25 de marzo del 2017.
- Ruiz, C. J. A., Medina, G. G., Silva, S. M. M., y Díaz, P. G. 2005. Estadísticas Climatológicas Básicas del Estado de Sinaloa (periodo 1961-2003). Centro de Investigación Regional del Noroeste. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Ciudad Obregón, Sonora.
- Rushen, J., Passillé, A., Keyserlingk, M. y Weary, D. 2008. The welfare of cattle. Springer. Dordrecht, The Netherlands. 5v. 316 p.
- SAGARPA. 2004. Manual de Buenas Prácticas Pecuarias en el Sistema de Producción de Ganado Bovino Productor de Carne en Confinamiento. SENASICA. México, D.F.
- Sanmiguel, P. R. A. y Ávila, V. D. 2011. Mecanismos fisiológicos de la termorregulación en animales de producción. Rev. Colomb. Cienc. Anim. 4:88-94.
- Sanmiguel, P. R. A. y Díaz A. V. 2011. Mecanismos fisiológicos de la termorregulación en animales de producción. Rev. Col. Cienc. Anim. 4:88-94.
- Sapolsky, R.M., Romero, M.L y Munck, A.U. 2000. How do glucocorticoids influence stress responses? Integrating permissive, suppressive, stimulatory and preparative actions. Endocrinol Rev; 21:55-89.
- SAS Inc. 2002. The SAS System for Windows 9.0. Cary, NC, USA.
- Silanikove N., 2000. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. Livest. Prod. Sci. 67:1-18.
- Solano, J., Galindo, F., Orihuela, A., y Galina, C.S. 2004. The effect of social Rank on the physiological response during repeated stressful handling in Zebu cattle (*Bos indicus*). Physiol Behav. 82:679-683.
- Spooler, H., De Rosa, G., Hörning, B., Waiblinger, S. y Wemelsfelder, F. 2003. Integrating parameters to assess on-farm welfare. Animal Welfare. 12:529-534.
- Srivastava, R.S., Mathur, A.K. y Kalra DB. 1989. Effect of training ram hoggets on their adult sexual behaviour. App. Anim. Behav. Sci. 22:295-302.
- Stookey, J.M. 2001. Buller steer syndrome. University of saskatchewan western college of veterinary medicine applied ethology 2001 Available:

- <http://www.usask.ca/wcvm/herdmed/appliedethology/articles/bullers.html>.
Accesado. 13 de junio de 2012.
- Stricklin, R.W. y Mench, J.A. 1987. Social organization. *Vet Clin NA. Food Animal Practice* 3:307-322.
- Taylor, L., Booker, C., Jim, G. y Guichon, P. 1997. Sickness, mortality and the buller steer syndrome in a western Canadian feedlot. *Aus. Vet. J.* 75:732–736.
- Taylor, L.F., Booker, C.W., Jim, G.K. y Guichon, P.T. 1997. Epidemiological investigation of the buller steer syndrome (riding behaviour) in a western Canadian feedlot. *Aus. Vet. J.* 75:45-51.
- Thom, E.C. 1959. The discomfort index. *Weatherwise* 12:57-59
- Trevisi, E. y Bertoni G. 2009. Some physiological and biochemical methods for acute and chronic stress evaluation in dairy cows. *Ital. J. Anim. Sci.* 8 (Suppl.1):265-286.
- Ungerfeld, R., Ramos, M.A. y Bielli, A. 2007. Relationship between male-male and male-female sexual behavior in 5-6-month old male lambs. *Anim. Reprod. Sci.* 100:85-390.
- Valente, É. E. L., Chizzotti, M. L., Ribeiro, O. C. V., Castlho, G. M., Domingues, S. S., Castro, R. A. y Machado L. M. 2015. Intake, physiological parameters and behavior of Angus and Nellore Bulls subjected to heat stress. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina.* 36:4565-4574.
- Van Reenen, C., Engel, B., Ruis-Heutinck, L., Van der Werf, J., Buist, W. y Jones, R. 2004. Behavioural reactivity of heifer calves in potentially alarming test situations: A multivariate and correlational analysis. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 85:11–30.
- Vásquez, H., y Polidoro, O. 2017. Evaluación de dos raciones suplementarias en el engorde de toretes mestizos en pastoreo en la parroquia Orianga, cantón Paltas, provincia de Loja (Bachelor's thesis, Loja).
- Watts, J.M. y Stookey, J.M. 1993. Effects of restraint and branding on rates and acoustic parameters of vocalization in beef cattle. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 62:125-135.
- Welfare Quality® Consortium. 2009. Welfare Quality® Assessment protocol for cattle. Coordinator A.S.G. Veehouderij and B.V. Lelystad, The Netherland.

Wierenga, H. 1990. Social dominance in dairy cattle and the influence of housing and management. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 27: 201-229.

IX. ANEXOS

Anexo I

Maestría en Ciencias Agropecuarias - Universidad Autónoma de Sinaloa

VALORACIÓN DE INDICADORES DE BIENESTAR ANIMAL EN BOVINOS

Registro de Variables

Evaluador: _____ Fecha: _____ Hora: _____

Engorda: _____ Diseño (DC) (DV) (DA) Corral: _____ Núm. De Bov.: _____

Sexo: H / M

Temperatura: _____ HR: _____ ITH: _____

Animales Comiendo: _____ cada 2.5 m: _____ Condic. Del comedero: 0 / 1 / 2 / 3

Animales Bebiendo: _____ Condiciones del bebedero: _____

Cabezas bajo la sombra: _____ Jadeos: _____ Olfateos: _____

Cabezas bajo el sol: _____ Topetazos: _____ Acicalamientos: _____

De pie: _____ Amenaza: _____ Montas: _____

Descansando: _____ Vocalizaciones: _____ Ref. De Flehmen: _____

Rumiando: _____

Condición Corporal: _____ Secreciones Nasales: _____ Oculares: _____ Bucales: _____

Comportamiento cualitativo del estado emocional: _____

Relación Humano-Animal: _____ Zona de Fuga: _____

Limpieza de los animales: _____

Características del suelo: Seco / Lodo leve / Lodo medio / Lodo severo

Presencia de Moscas / Aves / Roedores / otros: _____

Comentarios u Observaciones:

Anexo II

Evaluación sobre Bienestar Animal a empleados de Engordas Intensivas

- Actividad que desempeña en la engorda: _____

1- ¿Para usted que es el Bienestar Animal?

2- De las siguientes opciones, selecciona una según considere cual es el trato que le da a los animales de agropecuaria JS.

Excelente Bueno Aceptable No apropiado

3- ¿Considera usted, que su trato hacia a los animales y paciencia al manejarlos puede mejorar más?

Si se puede mejorar Estamos bien así No se puede mejorar

4- ¿Qué instrumento de arreo utiliza?

Chicharra eléctrica Palos Tubos Otros Gritos Movimientos de manos

5- En una escala del 0 al 10 que tan necesarios son los instrumentos de arreo para manejar a los animales, donde 0 es no necesarios y 10 muy necesario:

0 _____ 10

6- En una escala del 0 al 10 considera que el uso de instrumentos de arreo ocasiona daños y pérdidas económicas a los animales:

0 _____ 10

7- ¿Recibe capacitaciones sobre temas de Bienestar Animal?

Sí No

8- ¿Le gustaría recibir más información sobre el tema de Bienestar Animal?

Sí No