

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SINALOA
COLEGIO EN CIENCIAS AGROPECUARIAS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
MAESTRÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS



TESIS:

**INFLUENCIA DE LA ÉPOCA DEL AÑO EN EL CONSUMO DE AGUA
DE BOVINOS EN CRECIMIENTO**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS**

PRESENTA:

KATHIA MARISOL ZAÑUDO SÁNCHEZ

DIRECTOR DE TESIS:

DR. JOSÉ ANTONIO AGUILAR QUIÑONEZ

CODIRECTOR DE TESIS:

M.C. LUIS ÁNGEL SERRANO LÓPEZ

ASESORES:

DR. SAMUEL JESÚS CASTRO CAMACHO
DRA. SILVIA ALICIA FÉLIX CAMACHO
DR. MIGUEL ÁNGEL GASTÉLUM DELGADO

Culiacán, Sinaloa, México; a 15 de diciembre de 2025



Universidad Autónoma de Sinaloa

Dirección General de Bibliotecas

Repositorio Institucional Buelna

Restricciones de uso

Todo el material contenido en la presente tesis está protegido por la Ley Federal de Derechos de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

Queda prohibido la reproducción parcial o total de esta tesis. El uso de imágenes, tablas, gráficas, texto y demás material que sea objeto de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente correctamente mencionando al o los autores del presente estudio empírico. Cualquier uso distinto, como el lucro, reproducción, edición o modificación sin autorización expresa de quienes gozan de la propiedad intelectual, será perseguido y sancionado por el Instituto Nacional de Derechos de Autor.

Esta obra está bajo una Licencia [Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



Dirección General de Bibliotecas
Ciudad Universitaria
Av. de las Américas y Blvd.
Universitarios
C.P. 80010 Culiacán Sin. Méx.
Tel (667) 713 78 32 y
(667) 712 50 57
dgbuas@uas.edu.mx

DEDICATORIA

Con profunda estima y reconocimiento quiero dedicar esta tesis al Dr. Rubén Barajas Cruz (†), quién ya no está físicamente, pero cuya sabiduría y enseñanza me ayudó a avanzar en este proyecto. Este trabajo es el fruto de la confianza que depositó en mí. Sé que al principio fue un poco difícil pero también sé que miró en mí algo diferente, como mis ganas de querer aprender y que reconociera eso, significó mucho para mí.

Doctor, cuando usted ya no estuvo, todo fue tan difícil, tengo muy presente como el médico y yo llorábamos por su ausencia mientras pasábamos por los corrales, fue muy deprimente, aun así, teníamos que seguir con nuestras vidas y lo más importante, con el proyecto en el que usted nos estaba guiando. Entendí que usted siguió y sigue aún con nosotros espiritualmente, cada pequeño paso que di y cada logro alcanzado, lleva una parte de lo que usted me enseñó. Dondequiera que esté, gracias por ser mi mentor, gracias por su paciencia y espero se sienta orgulloso.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, quien me ha guiado y me ha dado fortaleza de seguir adelante, a pesar de los momentos grises por los que pase en ese tiempo. “El Señor es mi pastor, nada me faltará” Salmo 23:1.

Al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT) por el generoso apoyo económico durante los 24 meses para la realización de mis estudios.

A la Universidad Autónoma de Sinaloa y en especial a la Facultad de Agronomía, por permitirme ser parte de una generación de gente productiva para el país. Siempre tendrán un lugar en mi corazón.

Al Dr. Jacobo Enrique Cruz Ortega, director de la Facultad de Agronomía UAS, por su constante apoyo y confianza que deposita en nuestras capacidades.

Al Dr. José Antonio Aguilar Quiñonez, mi director, por compartir sus conocimientos y guiarme en el proceso de la presente tesis. Sus observaciones y constructivos comentarios fueron de gran importancia para la consolidación de este trabajo.

Al M.C. Luis Ángel Serrano López, mi codirector, por su disponibilidad, y gran aporte en el desarrollo de esta tesis. Gracias por tenerme la paciencia del mundo para guiarme en el tiempo en que se llevó a cabo este proyecto.

Al Dr. Samuel Jesús Castro Camacho, mi asesor, por su apoyo incondicional para que este proyecto se llevara a cabo, por dejarme ser parte de su equipo de trabajo, por ser guía en mi formación y por sus valiosas enseñanzas.

A la Dra. Silvia Alicia Félix Camacho y al Dr. Miguel Ángel Gastélum Delgado, mis asesores, por sus grandes consejos a lo largo de este proceso y por siempre estar disponibles ante cualquier duda.

A la Ganadera Los Migueles S.A. de C.V., por confiar en mí y abrirme las puertas para desarrollar este proyecto, por siempre tener un ambiente positivo, por su apoyo constante y por permitirme ser parte de ese equipo durante un año.

Al MVZ. Billy Josué Cervantes Pacheco, por su paciencia durante mi estancia en la ganadera, por aguantarme, por las risas, por todo el apoyo incondicional porque sin usted no habríamos terminado el proyecto iniciado. Gracias por la confianza mientras lloramos juntos cuando el Dr. Barajas nos faltó. Su garrapata está eternamente agradecida.

Al MVZ. Fernando Víctor Hernández Posada, por todo el apoyo brindado en mi trabajo y en mi persona, por las risas, los regaños y por aguantarme. Su garrapata lo lleva en el corazón y está agradecida de por vida por todo.

Al Dr. Jesús José Portillo Loera, por sus consejos, colaboración y respaldo en mi proyecto, por transmitirme sus amplios conocimientos, sus enseñanzas y por ayudarme a profundizar mis conocimientos, ha sido un honor ser su alumna.

A mis amigos Alondra, Paúl, Claudia, quienes estuvieron en este tiempo del proyecto y porque aún están. Gracias amigos por ser únicos y tan grandes personas. Aunque hoy se nos complique un poco coincidir, sé que puedo contar con ustedes en todo momento.

A mis amigos Luis Ángel y Edith, por sus consejos, tiempo, confianza y todas esas cosas valiosas que se llevan en una amistad, son como unos hermanos para mí y estoy agradecida por todo lo que han hecho por mí, por soportar mis llantos y ratos de histeria, son los mejores mi gordito y mi morena de fuego.

A mi maestro Samuel Castro, por todo su apoyo incondicional, por sus palabras de aliento, por estar presente en los buenos y malos momentos de mi vida, por ser como un segundo padre para mí.

A mi hermana Gema, por ser la mejor hermana, por todo tu apoyo y estar para mí, ante todo. Sé que no todo son buenos momentos, pero de los malos también aprendemos y estoy segura que lo entenderás en su debido momento, te amo hermana.

A mis padres Juan Gabriel Zañudo y Marisela Sánchez, por toda una vida apoyo, imagino que como padres no es fácil dejar volar a los hijos, pero me pueden ver, he llegado hasta aquí gracias a ustedes y todavía me falta camino, los amo.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE DE CUADROS	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	iv
RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	3
2.1. Situación actual de la producción intensiva de bovinos	3
2.2. Características del sistema de producción de forma intensiva	6
2.2.1. Fases de engorda en crecimiento	7
2.2.1.1. Recepción	7
2.2.1.2. Etapa de iniciación	8
2.2.1.3. Etapa de crecimiento	8
2.2.1.4. Etapa de finalización	9
2.3 Importancia del consumo de agua en los bovinos	9
2.4 Calidad de agua de bebida de los bovinos	10
2.5 Variación del consumo de agua de acuerdo a la época del año	12
2.5.1 Importancia del agua en termorregulación	12
2.5.2 Factores climáticos que afectan el consumo de agua	14
2.5.2.1 Temperatura ambiental	14
2.5.2.2 Humedad relativa.	14
III. HIPÓTESIS	15
IV. OBJETIVOS	16
Objetivo General	16
Objetivos Particulares	16
V. MATERIALES Y MÉTODOS	17
5.1 Ubicación geográfica	17
5.2. Animales	18
5.3 Alojamiento	19
5.4 Alimento	22
5.5. Medición de condiciones ambientales	23
5.6 Consumo de agua	24
5.6.1 Consumo de agua durante el periodo de crecimiento en corral	26
5.6.2 Consumo puntual de agua por becerro al día	26
5.6.3 Consumo de agua de bebida	26
5.7 Análisis estadístico	26
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
VII. CONCLUSIONES	33
VIII. LITERATURA CITADA	34

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Título	Página
Cuadro 1	Principales países productores de carne de res en el mundo, producción expresada en miles de toneladas	4
Cuadro 2	Principales estados productores de carne de res en México, producción expresada en toneladas	5
Cuadro 3	Comparación de variables ambientales y productivas en época calurosa y fresca	27

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Título	Página
Figura 1	Sombra en corral de engorda utilizada en investigación	6
Figura 2	Sombra en comederos	7
Figura 3	Becerro manejado en trampa para ser implantado	8
Figura 4	Becerro consumiendo agua en bebedero	9
Figura 5	Becerro consumiendo agua en bebedero	10
Figura 6	Beceros en bebedero después de consumir alimento	11
Figura 7	Zona termoneutral en bovinos	13
Figura 8	Beceros bajo sombra en el mes de septiembre a las 14:00 horas del día	14
Figura 9	Ganadera Los Migueles	17
Figura 10	Animales utilizados en experimento.	18
Figura 11	Comederos lineales tipo canoa de concreto	19
Figura 12	Tejabán metálico de sombra galvanizada para proporcionar sombra a los becerros	20
Figura 13	Bebederos automáticos	20
Figura 14	Tanques de agua con capacidad de 260,000 L.	21
Figura 15	Animales consumiendo dieta de crecimiento.	21
Figura 16	Prensa hidráulica utilizada para el pesaje y manejo de los animales	22
Figura 17	Alimento ofrecido a los animales mediante el remolque mezclador	23
Figura 18	Termohigrómetro colocado en el corral central a 1 m de altura	24
Figura 19	Bebedero equipado con medidor de agua de flujo continuo	25
Figura 20	Medidor de agua ubicado en el tubo de alimentación del bebedero	25
Figura 21	Litros consumidos por lote por bovinos en época calurosa y época fresca.	28
Figura 22	Litros consumidos en la dieta por lote por bovinos en época calurosa y época fresca	29
Figura 23	Litros totales de agua consumida por bovinos en época calurosa y época fresca	30

Resumen

Influencia de la época del año en el consumo de agua de bovinos en crecimiento

El consumo de agua es un componente esencial en la productividad y bienestar del ganado bovino en sistemas intensivos de engorda. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de dos épocas del año, calurosa y fresca, sobre el consumo de agua de bovinos en etapa de crecimiento en corrales de engorda ubicados en Culiacán, Sinaloa. Se utilizaron aproximadamente 1,400 becerros *Bos indicus* con distintos grados de cruce *Bos taurus*, distribuidos aleatoriamente en 20 corrales. El consumo hídrico se registró mediante medidores de flujo y las condiciones ambientales mediante termohigrómetros, empleándose análisis de varianza y correlación para su evaluación. Los resultados indicaron que no hubo diferencias significativas ($p > 0.05$) en el consumo total de agua entre la época calurosa (2166.78 L/lote) y la fresca (2207.94 L/lote). Además, la temperatura ambiental, la humedad relativa, el THI y la temperatura del agua no se correlacionaron de forma significativa con la cantidad de agua consumida. Por tal motivo, los bovinos en crecimiento mantienen un consumo de agua relativamente constante entre estaciones debido a mecanismos de termorregulación, estabilidad en la ingesta de materia seca y adaptación al clima local. Por lo tanto, la época del año no afecta de manera determinante el consumo de agua bajo condiciones de manejo similares.

Palabras clave: bovinos, consumo de agua, época del año

Abstract

Influence of the time of year on water consumption in growing cattle

Water consumption is an essential component for productivity and animal welfare in intensive cattle finishing systems. The objective of this study was to evaluate the effect of two seasons of the year—hot and cool—on the water intake of growing cattle housed in feedlot pens located in Culiacán, Sinaloa. Approximately 1,400 *Bos indicus* calves with varying degrees of *Bos taurus* crossbreeding were used, randomly distributed across 20 pens. Water intake was recorded using flow meters, while environmental conditions were monitored with thermohygrometers. Analysis of variance and correlation tests were used for data evaluation. The results showed no significant differences ($p > 0.05$) in total water intake between the hot season (2166.78 L/pen) and the cool season (2207.94 L/pen). Likewise, ambient temperature, relative humidity, the temperature–humidity index (THI), and water temperature were not significantly correlated with water intake. These findings indicate that growing cattle maintain relatively constant water consumption across seasons, likely due to thermoregulation mechanisms, stable dry matter intake, and adaptation to local climatic conditions. In conclusion, under similar management conditions, season of the year does not exert a determining effect on water intake in growing cattle.

Key words: bovine, water consumption, time of year

I. INTRODUCCIÓN

De los millones de hectáreas que tiene México, más de la mitad se destinan a la producción ganadera. Abarca una amplia gama de actividades de producción y sus condiciones climáticas van desde las tropicales hasta las desérticas (Peel *et al.*, 2011). Dentro de los sistemas de producción intensiva se encuentra la engorda en corral de bovinos que en general, estos sistemas de confinamiento se caracterizan por el uso de dietas de acuerdo a sus requerimientos (Martínez-González *et al.*, 2017).

En la nutrición del bovino, el agua es el nutriente más importante debido a que es vital durante el crecimiento del animal, metabolismo, excreción, digestión y regulación de la temperatura; también, apoya a la salud y producción del animal. A pesar de esto, existen pocos estudios en donde se mide el consumo de agua de los bovinos (Zanetti *et al.*, 2019; Ahlberg *et al.*, 2018).

El ganado bovino de carne requiere de una cantidad considerable de agua, y en la engorda en corral el agua debe estar disponible en todo momento debido a que los animales se mantienen cerca de ella de forma permanente; obtienen la mayor parte de agua bebiéndola y en menor proporción la pueden obtener mediante la dieta alimenticia, y la pierden a través de la orina, heces y evaporación de piel y pulmones. Un poco consumo de agua limpia puede causar algunos efectos negativos en su bienestar, salud y rendimiento (Williams, 2016; Meyer *et al.*, 2006).

Los animales están continuamente en interacción con los procesos físicos y químicos de su cuerpo y también con los factores climáticos que los rodean. La influencia que tiene el clima en la producción de ganado bovino no es algo nuevo, es por esto que su fisiología, comportamiento y salud se encuentran influenciados por el medio ambiente en donde vive. Se puede afirmar que el ganado bovino en engorda en corral tiene mecanismos fisiológicos restringidos para poder enfrentar el exceso de calor proveniente de veranos con altas temperaturas y humedad relativa (Arias *et al.*, 2008).

Sería útil conocer mejor cómo responden los animales a los cambios ambientales, especialmente cómo el cambio climático podría afectar a la ingesta de agua (Mader, 2003). Entender cómo los cambios climáticos afectan a la ingesta de agua del ganado permitirá a los productores gestionar mejor los recursos hídricos. Esto puede ser especialmente importante en verano, cuando el ganado expuesto a altas cargas de calor puede ver alterado su equilibrio térmico, debido al papel clave del agua en el mantenimiento del equilibrio térmico (Arias y Mader, 2011). Es por esto que el objetivo de esta investigación fue determinar el efecto que tienen dos épocas del año que son verano e invierno, en el consumo de agua de bovinos en corrales de engorda específicamente en crecimiento.

II. ANTECEDENTES

2.1 Situación actual de la producción intensiva de bovinos (carne)

La ganadería a nivel mundial representa uno de los componentes con mayor crecimiento en el sector agropecuario, de esta forma, la carne de res se encuentra como el segundo producto ganadero de mayor consumo, superado por la carne de pollo (FIRCO, 2017).

Estados Unidos encabeza la industria ganadera en el mundo pues es el mayor productor mundial de carne de bovino principalmente de alta calidad, seguido por Brasil y la Unión Europea; México se posiciona en el lugar siete (USDA, 2021).

En el 2020, México superó la producción de carne de bovino con dos millones de toneladas, lo que simbolizó un incremento de 2.57 % con respecto a 2019 (SADER, 2021). El 35.0 % de la producción nacional se debe a la carne de bovino de corrales de engorda, la cual, es de gran importancia socioeconómica (Rebollar-Rebollar, 2011; Martínez, 2016).

Veracruz encabeza la producción nacional de carne de bovino, seguido de Jalisco y San Luis Potosí; Sinaloa se posiciona en el lugar seis (COMECARNE, 2021).

Sinaloa en 2021 obtuvo 110 038 toneladas de producción de carne de bovino lo que significa que incremento con respecto a 2020 (SIAP, 2021).

Cuadro 1. Principales países productores de carne de res en el mundo, producción expresada en miles de toneladas.

Posición	País	Año	
		2020	2021
1	Estados Unidos	12,374	12,479
2	Brasil	10,100	10,470
3	Unión Europea	7,800	7,730
4	China	6,780	6,900
5	India	3,650	3,950
6	Argentina	3,180	3,100
7	México	2,090	2,130
8	Australia	2,085	2,050
9	Rusia	1,380	1,385
10	Canadá	1,310	1,340

Adaptado de USDA, 2021

Cuadro 2. Principales estados productores de carne de res en México, producción expresada en toneladas.

Posición	Estado	Año
		2020
1	Veracruz	268,282
2	Jalisco	243,133
3	San Luis Potosí	125,518
4	Baja California	109,201
5	Durango	108,884
6	Sinaloa	108,684
7	Chiapas	107,311
8	Michoacán	96,781
9	Chihuahua	87,264
10	Sonora	76,040

Adaptado de COMECARNE, 2021

2.2 Características del sistema de producción de forma intensiva

En México existe una expansión en los sistemas de engordas en corral debido a la gran demanda de carne por parte de los consumidores y a sus preferencias por la carne de alta calidad (Peel *et al.*, 2011).

Los sistemas de engorda en corral de bovinos pueden variar y ello depende de la situación económica y región de cada zona (Figura 1 y 2). La engorda en corral es un proceso donde se suministra una alimentación especial a los animales en confinamiento con dietas altas en concentración energética y alta digestibilidad, con el fin de producir carne en la cantidad y con la calidad demandada por los consumidores (Konac *et al.*, 2019; Estrada, 2012); su importancia permanece en minimizar costos y maximizar la producción, sin tener que alterar los pilares que sustentan la producción animal, sanidad, nutrición y manejo. Si se encuentra alguna falla en alguna de estas áreas, la productividad del corral de engorda se puede ver afectada (Hernández, 2011).



Figura 1. Sombra en corral de engorda utilizada en la investigación.

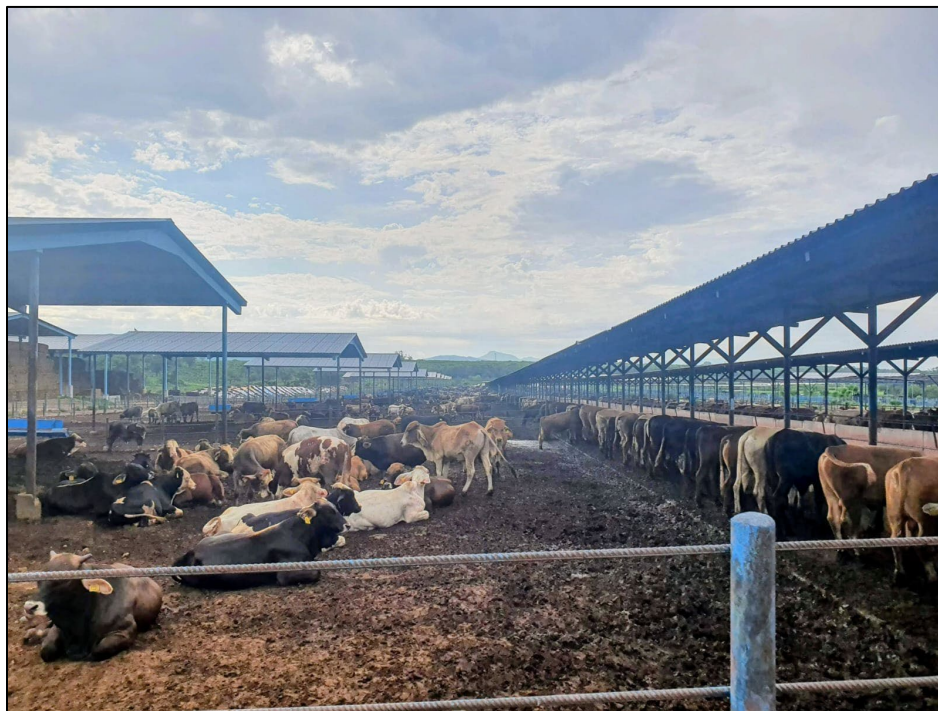


Figura 2. Sombra en comederos.

2.2.1 Fases de engorda en crecimiento

2.2.1.1 Recepción.

Es una de las fases más críticas del ciclo de producción de carne de bovino debido a que el ganado está expuesto a varios retos de estrés y salud que afectan a su bienestar y productividad (Souza *et al.*, 2018). En el manejo rutinario de los primeros días de recepción se consideran las vacunaciones, la desparasitación, la aplicación de vitaminas y otras prácticas como implantar, marcar, castrar, entre otros (Mendoza y Ricalde, 2016).



Figura 3. Becerro manejado en trampa para ser implantado.

2.2.1.2 Etapa de iniciación.

El total de la ración debe componerse de 75 % de fibra; y 25 % será concentrado. Cuando se utiliza este tipo de dieta, el desperdicio en el comedero es muy bajo. Durante esta etapa, los animales deberán consumir diariamente de 4 a 5 kg totales de ración (INTAGRI, 2019).

2.2.1.3 Etapa de crecimiento.

Se utilizan como dietas intermedias, para que el ganado acepte la nueva dieta sin provocarle disturbios digestivos; se logra reduciendo los niveles de forraje en la dieta. El total de la ración debe componerse del 50 % de fibra molida y 50 % de alimento concentrado. En esta etapa los animales deberán consumir en promedio de 6 a 9 kg totales de ración diarios (INTAGRI, 2019).

2.2.1.4 Etapa de finalización.

En esta fase, los animales deberán estar consumiendo diariamente entre 10 a 12 kg totales de ración siendo las proporciones de forraje y concentrado de 15 % y 85 % aproximadamente. En esta etapa se utilizan dietas altamente energéticas, llamadas dietas calientes (INTAGRI, 2019).

2.3 Importancia del consumo de agua en los bovinos

El agua es un nutriente esencial para los seres humanos y el ganado; constituye aproximadamente el 98 % de las moléculas del cuerpo y tiene múltiples funciones en el organismo; es necesaria en la regulación de la temperatura corporal, crecimiento, reproducción, lactancia, digestión, metabolismo, excreción, hidrólisis de proteínas, grasas e hidratos de carbono y regulación de los minerales; es un disolvente para la glucosa, aminoácidos, iones minerales, vitaminas hidrosolubles y residuos metabólicos transportados en el cuerpo (Ahlberg, 2018; NRC, 2000).

Un bovino consume como mínimo de 25 a 30 litros de agua al día (SADER, 2012). El libre acceso al agua limpia y fresca es fundamental para sostener un buen consumo y producción (Figura 4 y 5). El consumo de agua depende de la categoría y tamaño del animal, la dieta y fundamentalmente de la humedad y temperatura ambiente. Los animales beben mejor de bebederos poco profundos con alto caudal que renueva rápidamente el agua disponible (Estrada, 2012).



Figura 4. Becerro consumiendo agua en bebedero.



Figura 5. Becerro consumiendo agua en bebedero.

Es importante que las zonas donde beben y comen los animales estén protegidas de la radiación solar, ya que mejora la calidad del agua y de los alimentos ingeridos, haciéndolos más frescos y palatables; de lo contrario, suelen preferir permanecer en reposo a la sombra, sobre todo en las horas de más calor. En consecuencia, se reduce la ingestión de alimentos, agua y la producción de carne y/o leche (Callejo, 2014).

2.4 Calidad de agua de bebida de los bovinos

Debido a que el agua es un excelente disolvente, frecuentemente se encuentra con diversos solutos y partículas en suspensión, que pueden intervenir

en su aspecto, olor, sabor, propiedades físicas y químicas, incluso pueden tener un impacto negativo en la salud y el rendimiento de los animales; cuando se percatan de estas impurezas del agua, disminuyen su consumo; sin embargo, el consumo de agua está estrechamente relacionado con el consumo de alimento (Figura 6), y cuando el animal disminuye el consumo de agua, también lo hace el consumo de alimento, provocando una reducción en su rendimiento (Wright, 2007).



Figura 6. Becerros en bebedero después de consumir alimento.

Se sabe que los animales son sensibles al sabor y olor del agua; por esto, la calidad del agua utilizada para ganado depende de las propiedades físicas, químicas y microbiológicas. Las propiedades físicas están influenciadas por la turbidez, color y temperatura; las químicas por la dureza, alcalinidad, pH, contenido de nitratos, nitritos y metales y las microbiológicas por la presencia de bacterias,

virus y otros microorganismos (Fernández *et al.*, 2009; Unlu *et al.*, 2008); la acumulación de las propiedades, puede reducir la palatabilidad del agua de modo que también va a reducir el consumo de agua por parte de los animales (Wright, 2007).

Si el agua de consumo contiene un alto nivel de sal y niveles tóxicos de azufre puede complicar el rendimiento y la salud de los animales mediante reducción de la ingesta de agua y alimento (Patterson y Johnson, 2003). El ganado bovino puede consumir voluntariamente menos agua de mala calidad, pero tendrá efectos adversos en la salud, el rendimiento y el bienestar (Meyer *et al.*, 2006).

2.5 Variación del consumo de agua de acuerdo a la época del año

Se establece una relación entre el consumo de agua y la temperatura; durante las olas de calor, el intercambio térmico normal suele verse obstaculizado si no se dispone del agua adecuada, lo que afecta al equilibrio térmico del animal y a su rendimiento. La interacción entre los factores climáticos, el tipo de dietas, la raza y el peso corporal de los animales, así como su estado fisiológico, dificulta la determinación de las necesidades de agua. Por otra parte, existe poca información sobre cómo otros factores ambientales, junto con la temperatura, pueden afectar simultáneamente la ingesta de agua del ganado en condiciones de corral de engorda (Arias y Mader, 2011).

Estrada (2012) menciona que el diseño de la provisión de agua deberá tener capacidad para ofrecer con seguridad al menos 70 litros por animal/día en verano y la mitad de ese volumen en época invernal, para animales grandes. Frecuentemente se utiliza como referencia el valor de 7 litros por cada 50 kg de peso vivo. Sin embargo, Brew *et al.*, (2011) realizaron un estudio donde el promedio de consumo de agua del animal es de $29.98L \pm 8.56$ L/cabeza/d confirmando que están dentro del rango predicho de estudio anterior de Winchester y Morris en 1956.

2.5.1 Importancia del agua en termorregulación

La zona termoneutral se considera la zona más confortable para todo el ganado (figura 7), incluido el bovino, donde utilizan un mínimo de energía para

mantener su temperatura corporal central (Mishra, 2021). Los bovinos son animales homeotermos, es decir, mantienen una temperatura corporal constante, alrededor de 38° C, independientemente de las variaciones en la temperatura ambiental; mientras que, la zona termoneutral se encuentra entre los 15 y 25° C para las razas *Bos taurus* y algo superior para las razas *Bos indicus* (Klein, 2014). La termorregulación permite conservar la temperatura corporal en las condiciones variables del ambiente (Sanmiguel y Díaz, 2011); dentro de los cuales los animales no tienen problemas en la disipación térmica corporal, no interfieren con sus funciones fisiológicas, metabólicas y productivas por lo que manifiestan al máximo su potencial productivo genéticamente establecido (Yokoyama-Kano *et al.*, 2004).

Arias *et al.* (2008) mencionan que cuando el ganado se encuentra fuera de la zona termoneutral manifiestan cambios en los requerimientos de nutrientes, donde el consumo de agua y la energía son los más afectados, lo cual provoca estrés y reducción en su desempeño productivo. El ganado se adapta a los efectos del calor mostrando diferentes respuestas termorreguladoras como las conductuales, fisiológicas, neuroendocrinas y moleculares (Mishra, 2020).

En bovinos, la temperatura corporal está regulada por la combinación de procesos de producción y pérdida de calor, tales como conducción, convección, radiación y evaporación (Arias *et al.*, 2008). Los tres primeros mecanismos se conocen como pérdidas de calor sensible, sobre los cuales el animal tiene muy poco control, a diferencia de la evaporación, tiene un marcado control fisiológico (Klein, 2014).

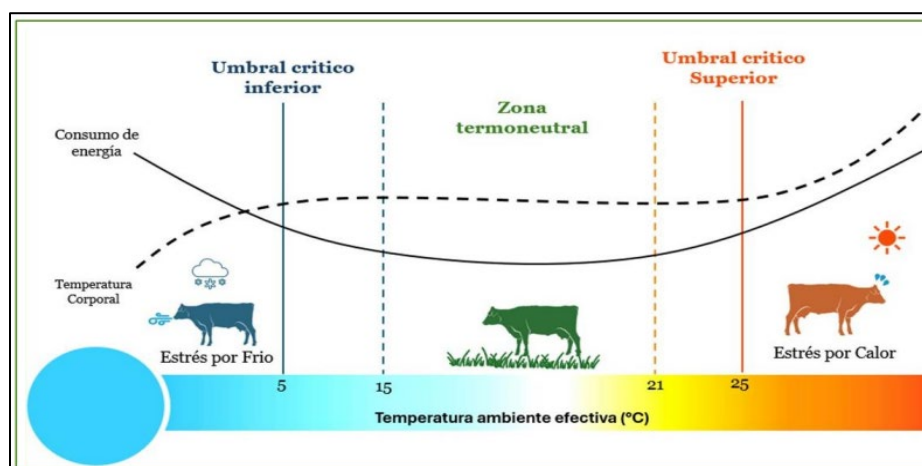


Figura 7. Zona termoneutral en bovinos (Adaptado de Avendaño-Reyes 2012).

2.5.2 Factores climáticos que afectan el consumo de agua

2.5.2.1 Temperatura ambiental.

Quizá sea la variable más utilizada como un indicador de estrés y también la más estudiada, el promedio de la temperatura ambiental es generalmente considerado como la principal medida térmica utilizada para estimar confort del animal. Durante la época de verano, la temperatura ambiental cumple una función importante en el consumo de los animales obteniendo un alto consumo de agua, pero al mismo tiempo, también hay un menor consumo de agua. Los animales se adaptan mejor a condiciones en época de frío (Arias *et al.*, 2008).

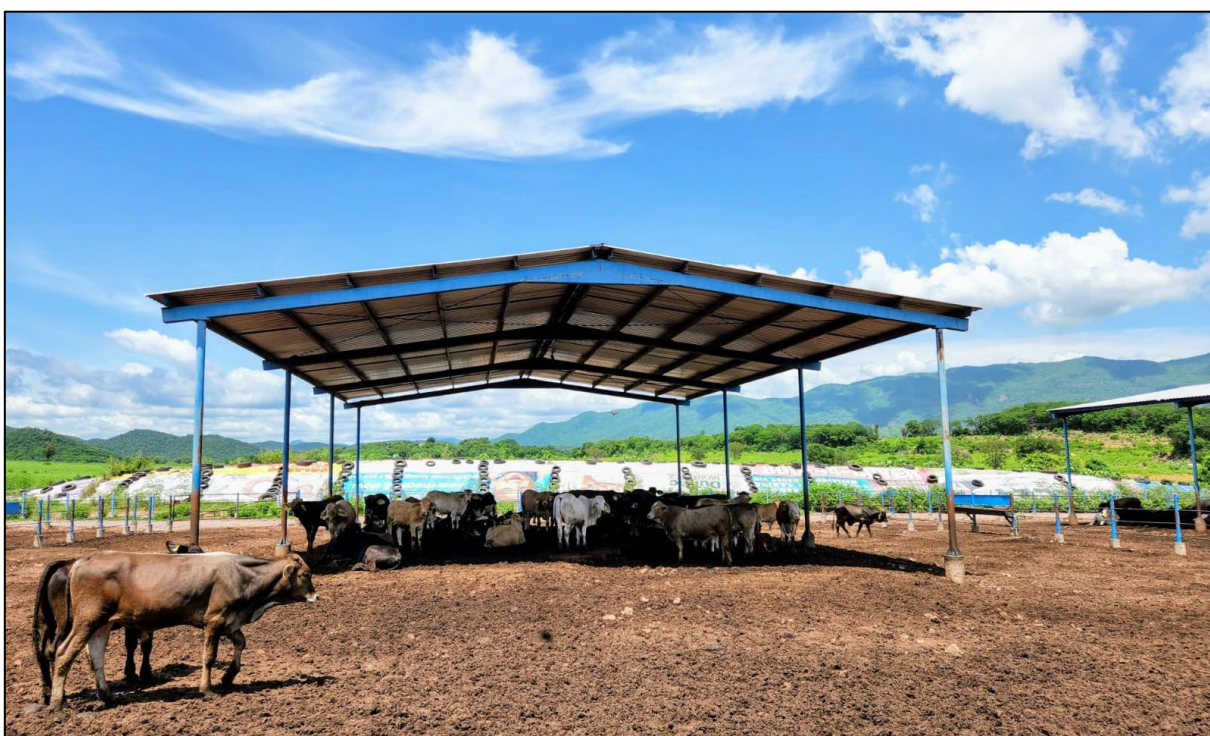


Figura 8. Becerros bajo sombra en el mes de septiembre a las 14:00 horas del día.

2.5.2.2 Humedad relativa.

Se considera un factor de gran peso en el estrés de los animales ya que resalta las condiciones desfavorables de altas temperaturas; siendo su principal efecto la reducción de la efectiva disipación de calor por respiración y sudoración, afectando negativamente el consumo de agua (Arias *et al.*, 2008).

III. HIPÓTESIS

El consumo de agua de los bovinos en crecimiento en corrales de engorda es mayor en la época calurosa que en la época fresca.

IV.OBJETIVOS

Objetivo General

- Determinar el efecto que tiene la época del año en el consumo de agua de bovinos en crecimiento en corrales de engorda.

Objetivos Particulares

- Conocer el consumo de agua de los bovinos por lote entre la época calurosa y la época fresca.
- Determinar los litros consumidos en la dieta por lote por los bovinos entre la época calurosa y la época fresca.
- Comparar el consumo de agua de los bovinos entre la época calurosa y la época fresca.
- Estimar la relación entre temperatura del aire, humedad relativa y con el consumo de agua de los bovinos.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Ubicación geográfica

El estudio se realizó en la engorda comercial *Ganadera Los Migueles S.A. de C.V.*, ubicada en Culiacán, Sinaloa, México ($24^{\circ}55'49''$ N, $107^{\circ}33'56''$ O), a 97 m de altitud. La zona presenta una temperatura media anual de 25°C y una precipitación de aproximadamente 600 mm, concentrada en la temporada de verano. Se llevaron a cabo dos experimentos: el primero inició el 21 de junio de 2022, durante la época calurosa, y el segundo comenzó el 21 de diciembre de 2022, correspondiente a la época fresca.



Figura 9. Ganadera Los Migueles.

5.2. Animales

En total participaron alrededor de 1,400 becerros, utilizando cerca de 700 en cada experimento. Los animales, con un peso inicial promedio de 220 ± 30 kg, eran principalmente *Bos indicus* (especialmente Brahman), con diferentes grados de cruce con razas *Bos taurus* como Pardo Suizo, Simmental, Charolais y Beefmaster. Todos los becerros habían sido previamente adaptados al manejo en corral y al consumo de alimento en comedero. Al inicio de cada experimento, los animales fueron pesados individualmente, identificados con arete plástico, herrados y vacunados contra *Mannheimia haemolytica*, *Clostridia* spp. e *Histophilus somni*. También se les aplicó un implante hormonal (Component® ES con Tylan), fueron desparasitados con albendazol y recibieron una dosis intramuscular de vitaminas A, D y E.



Figura 10. Animales utilizados en experimento.

5.3 Alojamiento

Los becerros se alojaron en corrales de 1,073 m² con piso de tierra y ligera pendiente del 5 %. Cada corral contaba con 29 m lineales de comedero de concreto (figura 11), sombra proporcionada por tejabanes metálicos (figura 12), y bebederos automáticos (figura 13) abastecidos desde tanques con capacidad total de 260,000 L (figura 14). El agua provenía de un canal de riego y se trataba con cloruro de calcio para garantizar la ausencia de coliformes. Cada corral alojó aproximadamente 70 becerros, lo que resultó en disponibilidades adecuadas de espacio, sombra, comedero y bebedero por animal, cumpliendo e incluso superando las recomendaciones oficiales (SAGARPA, 2014).



Figura 11. Comederos lineales tipo canoa de concreto.



Figura 12. Tejabán metálico de sombra galvanizada para proporcionar sombra a los becerros.



Figura 13. Bebederos automáticos.



Figura 14. Tanques de agua con capacidad de 260,000 L.

Durante todo el estudio, los animales recibieron una dieta de crecimiento formulada para cubrir y exceder los requerimientos nutricionales establecidos por NASEM (2016). La ración, basada en ensilado de maíz y pasta de soya, se ofreció dos veces al día: el 40 % por la mañana y el 60 % por la tarde (figura 15). Antes de cada suministro, un empleado capacitado realizaba la lectura de los comederos para determinar la cantidad de alimento a proporcionar en cada corral.



Figura 15. Becerros consumiendo dieta de crecimiento.

Para conformar los lotes, los becerros se agruparon según su peso corporal, procurando que dentro de cada lote no hubiera diferencias mayores a 30 kg. La asignación de los lotes a los corrales se realizó de manera completamente aleatoria. Los animales se pesaron individualmente al inicio y al final del periodo de crecimiento utilizando una báscula electrónica integrada a una prensa hidráulica (figura 16). La ganancia diaria de peso del corral se calculó como la diferencia entre el peso final e inicial promedio, dividida entre el número de días del periodo, el cual varió entre 60 y 90 días dependiendo de las características de los animales.



Figura 16. Prensa hidráulica utilizada para el pesaje y manejo de los animales.

5.4 Alimento

El consumo de alimento se estimó con base en la cantidad ofrecida, registrada diariamente mediante la báscula del remolque mezclador (Figura 17). Cada dos semanas se tomaron muestras de la dieta para determinar materia seca

según AOAC (1995). El valor de consumo de materia seca por animal se obtuvo dividiendo la cantidad total de materia seca ofrecida entre el número de animales y la duración del periodo. La eficiencia y la conversión alimenticia se calcularon con base en la relación entre consumo y ganancia diaria de peso.



Figura 17. Alimento ofrecido a los animales mediante el remolque mezclador.

5.5. Medición de condiciones ambientales

Para registrar las condiciones ambientales, se instalaron termohigrómetros a 1 m de altura en los corrales centrales, programados para registrar temperatura y humedad relativa cada hora durante toda la fase experimental (Figura 18). Con

estos datos se calculó el índice temperatura-humedad (THI) utilizando la ecuación de Mader et al. (2006), clasificando las condiciones en normal, alerta, peligro o emergencia. Además, cada corral fue equipado con un medidor de flujo para registrar el consumo diario de agua.



Figura 18. Termohigrómetro colocado en el corral central a 1 m de altura.

5.6 Consumo de agua

Cada uno de los corrales que estuvieron involucrados en el experimento, fueron equipados con un medidor de agua de flujo continuo, mismo que se ubicó en el tubo de alimentación del bebedero (figura 19 y 20), justo antes de llegar al flotador.

El consumo de agua se midió por corral y se expresó como el consumo promedio por becerro en L/día. Esta variable se midió con dos enfoques:



Figura 19. Bebedero equipado con medidor de agua de flujo continuo.



Figura 20. Medidor de agua ubicado en el tubo de alimentación del bebedero.

5.6.1 Consumo de agua durante el periodo de crecimiento en corral

Se obtuvo como la diferencia entre el valor de litros declarados en la pantalla del medidor de agua al final del periodo de crecimiento, menos el valor que apareció en la pantalla del medidor al inicio del periodo de crecimiento. El valor resultante se dividió entre los días de duración del periodo de crecimiento en cada corral respectivamente, y luego entre el número de becerros dentro del corral.

5.6.2 Consumo puntual de agua por becerro al día

Se midió todos los días durante cada semana que duró el procedimiento de crecimiento en cada uno de los distintos corrales. Todos los días de la prueba, se tomó la lectura del medidor a las 10:30 h y 24 h después se tomó nuevamente la lectura del medidor de agua. La diferencia entre ambos valores se dividió entre el número de becerros dentro de cada corral y se expresó como el agua por becerro durante 24 horas.

5.6.3 Consumo de agua de bebida

Se calculó con los valores obtenidos por los becerros en crecimiento alimentados con dietas basadas en ensilado de maíz. Al total de alimento consumido, se le restó la cantidad de materia seca consumida, y la diferencia se consideró como la cantidad de *agua obtenida por becerro a partir de la dieta*. Con la suma del consumo de agua de bebida más el consumo de agua de la dieta se calculó el *consumo total de agua por animal*.

5.7 Análisis estadístico

Se consideró cada corral como unidad experimental. El consumo de agua entre la época cálida y la fresca se comparó mediante un análisis de varianza en un diseño completamente aleatorizado con dos tratamientos (época) y 10 repeticiones (corrales). Asimismo, se evaluó la relación entre temperatura y humedad relativa con las variables de consumo de agua mediante análisis de correlación y regresión lineal simple. Todos los análisis se realizaron utilizando Statistix® versión 9, con un nivel de significancia de $\alpha \leq 0.05$.

Cuadro 3. Comparación de variables ambientales y productivas en época calurosa y fresca.

	Temperatura del agua	Temperatura ambiental	Humedad ambiental	ITH	Alimento por lote	Ganancia de peso	Peso final promedio
Época calurosa	33	35	51	86	1080.8	5963.4	329.0
Época fresca	27	19	60	64	1081.1	8887.3	354.1

VI.RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La gráfica de barras muestra el consumo de litros por lote en época calurosa y época fresca. Así mismo, se observa que el consumo durante la época calurosa fue de 1553.68 L, mientras que en la época fresca fue de 1522.24 L, lo que indica un consumo ligeramente mayor en la época calurosa. Sin embargo, no existe una diferencia significativa ($p > 0.05$) entre el consumo de agua en ambas épocas.

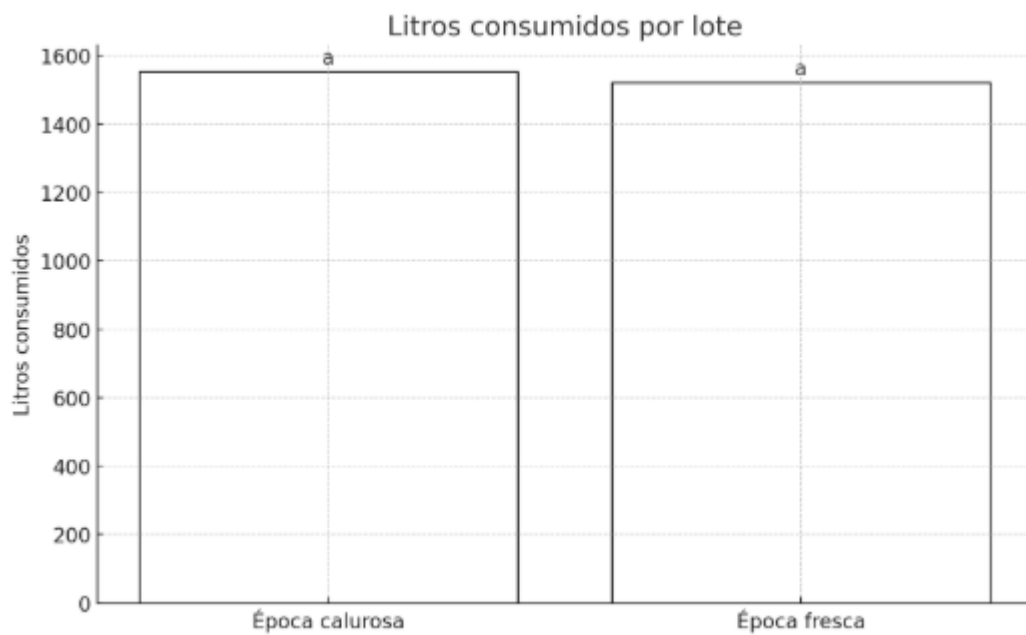


Figura 21. Litros consumidos por lote por bovinos en época calurosa y época fresca.

La gráfica muestra el consumo de litros en la dieta por lote durante la época calurosa y la época fresca. En la época calurosa se registró un consumo de 654.27 L, mientras que en la época fresca fue de 644.54 L, observándose un consumo ligeramente mayor durante la época de mayor temperatura.

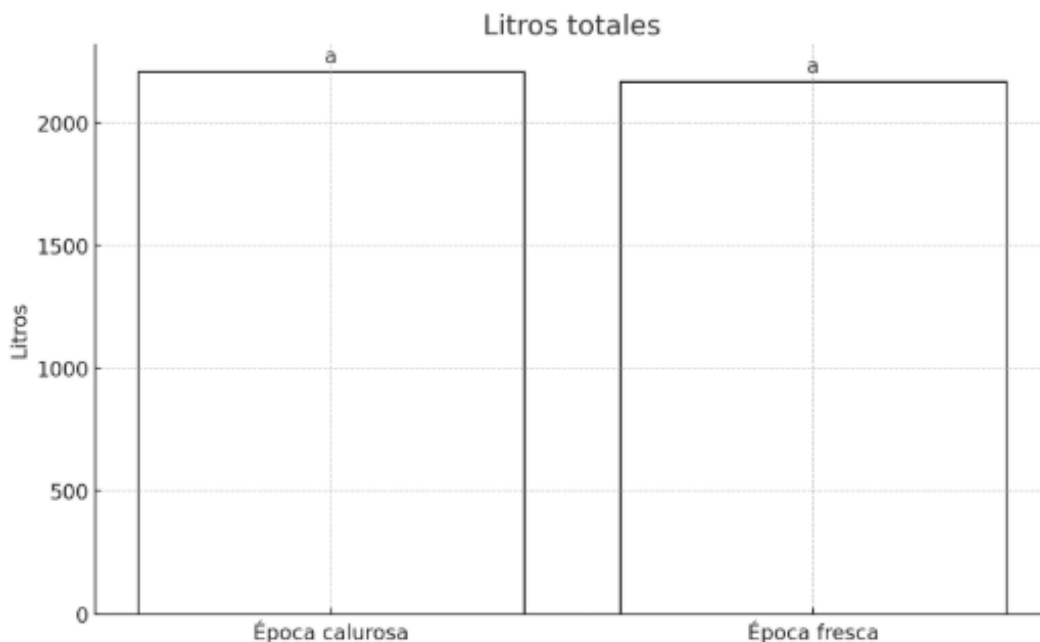
Asimismo, no existen diferencias significativas ($p > 0.05$) entre ambas épocas en cuanto al consumo de litros en la dieta por lote. Esto sugiere que el efecto de la

época del año no influyó de manera estadísticamente significativa sobre el consumo de la dieta bajo las condiciones evaluadas.



Figura 22. Litros consumidos en la dieta por lote por bovinos en época calurosa y época fresca.

El consumo de agua de los bovinos en crecimiento mostró valores de 2207.95 litros totales durante la época calurosa y 2166.78 litros totales durante la época fresca, en ambos valores no se detectaron diferencias significativas ($p > 0.05$) entre ambas épocas del año. Esto significa que, aunque numéricamente los animales bebieron ligeramente más agua durante la época calurosa, los bovinos en crecimiento mostraron una demanda hídrica similar sin importar la variación ambiental de temperatura.



Medias con letras diferentes en una columna son estadísticamente diferentes (Tukey, $p \leq 0.05$).

Figura 23. Litros totales de agua consumida por bovinos en época calurosa y época fresca.

La temperatura del agua ($r = 0.29$), la temperatura ambiental ($r = 0.14$) y la humedad relativa ($r = 0.15$) no mostraron asociación estadística con el consumo hídrico de los bovinos. Aunque los coeficientes de correlación fueron positivos, su magnitud fue baja, lo cual indica que los cambios en estas variables no influyeron de manera relevante sobre la cantidad de agua ingerida por los animales.

	Temperatura del agua	temperatura	Humedad
Litros por lote	.29 p=.315	.14 p=.642	.15 p=.605

Los bovinos poseen una notable capacidad de adaptación homeotérmica, regulando su temperatura corporal mediante cambios fisiológicos como incremento del ritmo respiratorio, sudoración limitada y ajustes en la perfusión sanguínea periférica (Blackshaw & Blackshaw, 1994). Cuando el estrés calórico es extremo como suele ocurrir en temporadas cálidas, pero no necesariamente de calor severo, estos mecanismos permiten mantener la estabilidad térmica sin requerir incrementos sustanciales en la ingesta de agua (Kadzere et al., 2002).

De igual forma en temporadas cálidas si los bovinos tienen acceso constante al agua y sombra, su consumo hídrico puede mantenerse estable debido a comportamientos como la reducción del tiempo de pastoreo en horas de calor y aumento del descanso, disminuyendo la demanda metabólica de agua (Beede & Collier, 1986).

Otro aspecto importante es que el consumo de agua en bovinos está fuertemente influenciado por el consumo de materia seca, más que por la temperatura ambiente (NRC, 2001). Si el consumo de materia seca no cambia de manera importante entre estaciones por manejo, suplementación o disponibilidad constante de alimento, entonces es esperable que el consumo de agua permanezca relativamente estable. Por lo tanto, la adaptación local de los animales como las razas criollas o las ya adaptadas a climas tropicales poseen mayor eficiencia en su disipación de calor, así como hábitos alimenticios e hídricos que minimizan la variación estacional (Finch, 1986). En estos casos, aún con incrementos moderados de temperatura ambiental, el consumo de agua puede mantenerse estable, la adaptación ambiental y genética de los animales puede ser un factor determinante debido a que, los bovinos criollos presentan mecanismos de disipación de calor más eficiente, menor tasa metabólica y mayor resistencia a las variaciones térmicas, lo que disminuye la influencia de la estacionalidad sobre la demanda de agua (Hansen, 2004). Esta adaptación puede explicar por qué, incluso en presencia de temperaturas cálidas, el consumo de agua no difiere significativamente en comparación con estaciones más frescas.

Por lo tanto, estos elementos indican que el consumo de agua en bovinos es un fenómeno multifactorial y que su variación no depende exclusivamente de la

temperatura estacional. La termorregulación eficiente, la estabilidad alimentaria, la adaptación racial, el comportamiento animal y la disponibilidad de recursos juegan un papel crucial para mantener un consumo hídrico constante entre estaciones, lo cual coincide con reportes previos que describen la complejidad de los factores que regulan la demanda de agua en bovinos (McManus *et al.*, 2016).

VII. CONCLUSIONES

El consumo de agua de bovinos en crecimiento en corrales de engorda no presentó diferencias significativas entre la época calurosa y la época fresca. Los animales mantuvieron un consumo relativamente estable entre estaciones. Asimismo, las variables ambientales evaluadas como temperatura ambiental, humedad relativa y temperatura del agua no mostraron una relación significativa con la cantidad de agua ingerida debido a que, los mecanismos de termorregulación del ganado, su adaptación genética al clima local y la disponibilidad de agua en buenas condiciones permiten mantener una demanda hídrica constante. Por lo tanto, en condiciones óptimas para su crecimiento, la estación del año no influye de manera determinante en el consumo de agua de bovinos en crecimiento, lo cual puede ser útil para mejorar la planeación y administración de recursos hídricos en sistemas intensivos de producción.

VIII. LITERATURA CITADA

- Ahlberg C. M., Allwardt K., Broocks A., Bruno K., McPhillips L., Taylor A., Krehbiel C., Calvo-Lorenzo M., Richards C., Place S., DeSilva U., VanOverbeke D., Mateescu R., Kuehn L., Weaber R., Bormann J., Rolf M. M. (2018). Environmental effects on water intake and water intake prediction in growing beef cattle. *Journal of Animal Science* 96(10): 4368-4384. doi: 10.1093/jas/sky267
- Ahlberg C. M., Allwardt K., Broocks A., Bruno K., McPhillips L., Taylor A., Krehbiel C., Calvo-Lorenzo M., Richards C., Place S., DeSilva U., VanOverbeke D., Mateescu R., Kuehn L., Weaber R., Bormann J., Rolf M. M. (2018). Test duration for water intake, ADG, and DMI in beef cattle. *Journal of Animal Science* 96:3043–3054. doi: 10.1093/jas/sky209
- Andersson, M., & Jonsson, L. (1988). Effects of temperature and feed intake on water consumption of dairy cows. *Livestock Production Science*, 18(1), 57–67.
- AOAC. (1995). Official Methods of Analysis 15th ed. Association of Official Analytical Chemist. Washington, DC.
- Arias R. A. and Mader T. L. (2011). Environmental factors affecting daily water intake on cattle finished in feedlots. *Journal of Animal Science* 89(1): 245-251. doi:10.2527/jas.2010-3014
- 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. *Archivos De Medicina Veterinaria* 40(1): 7-22. doi:10.4067/S0301-732X2008000100002
- Beede, D. K., & Collier, R. J. (1986). Potential nutritional strategies for intensively managed cattle during thermal stress. *Journal of Animal Science*, 62(2), 543–554.
- Blackshaw, J. K., & Blackshaw, A. W. (1994). Heat stress in cattle and the effect of shade on production and behaviour: a review. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 34, 285–295.
- Brew, M. N., Myer, R. O., Hersom, M. J., Carter, J. N., Elzo, M. A., Hansen, G. R., and Riley, D. G. (2011). Water intake and factors affecting water intake of growing beef cattle. *Livestock Science*, 140(1-3), 297-300.
- Callejo R. A. (2014). ¿Cómo Combatir El Estrés Calórico (II)? *Revista Entorno Ganadero* (67): 75-83. ISSN 2395-9592.
- COMECARNE. (2021). Compendio Estadístico 2021. Fecha de consulta: 07 febrero 2022. <https://comecarne.org/wp-content/uploads/2021/05/Presentacio%CC%81n-pu%CC%81blica-Compendio.pdf>
- Estrada M. S. (2012). Manejo productivo de un sistema intensivo de engorde bovino “feedlot” en la Hacienda Meyer Ranch (Dakota del Norte, Estados Unidos) (Doctoral dissertation, Corporación Universitaria Lasallista).

- Fernández, C. A., Schenone N., Carrera A. L. P. y Volpedo A. V. (2009). Calidad de agua para la producción de especies animales tradicionales y no tradicionales en Argentina. *AUGMDomus* 1: 45-66.
- Finch, V. A. (1986). Body temperature in beef cattle: its control and relevance to production in the tropics. *Journal of Animal Science*, 62(2), 531–542.
- FIRCO. (2017). La ganadería en México es una de las actividades productivas más dinámicas en el medio rural. Fecha de consulta: 07 febrero 2022. <https://www.gob.mx/firco/articulos/la-ganaderia-en-mexico?idiom=es#:~:text=Hoy%20en%20d%C3%ADa%20el%20sector,la%20de%20ave%2C%20principalmente%20pollo>.
- Hansen, P. J. (2004). Physiological and cellular adaptations of zebu cattle to heat stress. *Animal Reproduction Science*, 82–83, 349–360.
- Hernández, D. E. A. (2011). Manual de prácticas de manejo para el ganado de engorda en el rancho Puente La Reyna. La Antigua, Ver. Universidad Veracruzana.
- Hicks, C. R. (1973). Fundamental Concepts in the Design of Experiments. Holt, Rinehart and Wiston, New York
- INTAGRI. (2019). Fases de Alimentación para Bovinos de Engorda. Serie Ganadería, Núm. 18. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 3 p.
- Klein B. G. (2014). Fisiología Veterinaria. 5ª. ed. Barcelona, Ed. Elsevier, 607p.
- Konac V., Akbaş A. A., and Saatci M. (2019). The effects of drinking water treated with energized oxygen on fattening performance in beef cattle. *Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 8(2): 236-242.
- Lofgreen G. P. and W. N. Garrett. (1968). A system for expressing net energy requirements and feed values for growing and finishing beef cattle. *J. Anim. Sci.* 27:793-807
- Mader T. L. (2003). Environmental stress in confined beef cattle. *J. Anim. Sci.* 81: 110–119. doi:10.2527/2003.8114_suppl_2E110x
- Mader, T.L., M.S. Davis, and T. Brown-Brandl. (2006). Environmental factors influencing heat stress in feedlot cattle *J. Anim. Sci.* 84:712-719.
- Martínez-González, J. C., Castillo-Rodríguez, S. P., Villalobos-Cortés, A., & Hernández-Meléndez, J. (2017). Sistemas de producción con rumiantes en México. *Ciencia Agropecuaria*, (26), 132-152.
- McManus, C. M., Faria, D. A., De Bem, A., Maranhão, A. Q., & Paiva, S. R. (2016). Heat tolerance in Brazilian cattle: physiological and genetic aspects. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 51(5), 592–598
- Mendoza, M. G. D., & Ricalde, V. R. (2016). Alimentación de ganado bovino con dietas altas en grano. Libro de texto. 2da edición. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco. Distrito Federal.

- Meyer U., Stahl W., and Flachowsky. G. (2006). Investigations on the water intake of growing Bulls. *Livestock Science*. 103(1-2): 186-191. ISSN 1871-1413,. doi:10.1016/j.livsci.2006.02.009
- Mishra S. R. (2020). Significance of moleculares chaperones and micro RNAs in acquisition of thermo-tolerance in dairy cattle. *Animal Biotechnology* 1-11. <https://doi.org/10.1080/10495398.2020.1830788>.
- Mishra S. R. (2021). Thermoregulatory responses in riverine buffaloes against heat stress: An updated review. *Journal of Thermal Biology* 96. ISSN 102844. doi.org/10.1016/j.jtherbio.2021.102844.
- Murphy, M. R., Davis, C. L., & McCoy, G. C. (1983). Factors affecting water consumption by dairy cows in early lactation. *Journal of Dairy Science*, 66(1), 35–38.
- NASEM. National Academies of Science, Engineering, and Medicine. (2016). *Nutrient Requirements of Beef Cattle. Eight-Revised Edition*. The national Academies Press. Washington, D.C.
- NRC. (2000). *Nutrient Requirements of Beef Cattle: Seventh Revised Edition*. 248p. ISBN: 0-309-59241-0. Disponible: <http://www.nap.edu/catalog/9791.html>
- NRC. (1984). *Nutrient Requirements of Beef Cattle*. (6th Ed.) National Academy Press, Washington, D.C.
- Patterson T. and Johnson P. (2003). Effects of water quality on beef cattle. Department of Animal and Range Science South Dakota State University. Range Beef Cow Symposium. 63. <https://digitalcommons.unl.edu/rangebeefcowsymp/63>
- Peel, D. S., Mathews Jr, K. H., and Johnson, R. J. (2011). Trade, the expanding Mexican beef industry, and feedlot and stocker cattle production in Mexico. US Department of Agriculture, Economic Research Service, Outlook Report No. LDP-M-206-01
- SADER. (2012). *Manual De Buenas Prácticas Pecuarias En La Producción De Carne De Ganado Bovino En Confinamiento*. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, Gobierno de México.
- SADER. (2021). *Registro máximo histórico producción nacional de carne bovina en 2020: Agricultura*. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, Gobierno de México.
- SAGARPA. (2014). *Manual de Buenas Prácticas Pecuarias en la Producción de Carne de Ganado Bovino en Confinamiento*. Secretaria de Agricultura Ganadería Pesca y Alimentación, Gobierno de México
- Sanmiguel P. R. A. y Díaz A. V. (2011). Mecanismos fisiológicos de la termorregulación en animales de producción. *Revista Colombiana De Ciencia Animal* 4 (1):88-94.
- SIAP. (2021). *Avance de la producción pecuaria por producto*. Consulta: 19 de febrero 2022. Disponible en: http://infosiap.siap.gob.mx/repoAvance_siap_gb/pecAvanceProd.jsp

- Souza, K. A., Cooke, R. F., Schubach, K. M., Brandão, A. P., Schumacher, T. F., Prado, I. N., Marques, R. S., and Bohnert, D. W. (2018). Performance, health and physiological responses of newly weaned feedlot cattle supplemented with feed-grade antibiotics or alternative feed ingredients. *animal*, (), 1–8. doi:10.1017/S1751731118000551
- Statistix. (2011). Statistix User's Manual, Release 9.0. Analytical Software, Tallahassee, FL.
- Unlu A., Coban F., and Tunc M. S. (2008). Investigation of Lake Hazar water quality according to physical and inorganic chemical parameters. *J Fac Eng Arch Gazi Univ* 23(1): 119-127.
- USDA. (2021). Beef and Cattle. Fecha de consulta: 19 febrero 2022. Disponible en: <https://www.ers.usda.gov/topics/animal-products/cattle-beef/>
- Williams L. R., Jackson E. L., Bishop-Hurley G. J., and Swain D. L. (2016). Drinking frequency effects on the performance of cattle: a systematic review. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. Doi:10.1111/Jpn.12640
- Wright C. L. (2007). Management of water quality for beef cattle. *Veterinary Clinics Of North America: Food Animal Practice* 23(1), 0–103. doi: 10.1016/j.cvfa.2006.12.002
- Yokoyama-Kano J. S., Alzina-López A., Farfán-Escalante J. C. y Valencia-Heredia E. R. (2004). Respuestas conductuales termorregulatorias de búsqueda de sombra en bovinos cruzados *Bos taurus x Bos indicus* criados en la zona costera y oriente del estado de Yucatán. *Revista Biomédica* 15(1): 17-26.
- Zanetti, D., Prados, L. F., Menezes, A. C. B., Silva, B. C., Pacheco, M. V., Silva, F. A., and Valadares Filho, S. C. (2019). Prediction of water intake to *Bos indicus* beef cattle raised under tropical conditions. *Journal of Animal Science*, 97(3), 1364-1374.
- Zinn, R.A and Y. Shen. (1998). An evaluation of ruminally degradable intake protein and metabolizable amino acid requirements of feedlot calves. *Journal of Animal Science* 76, 1280-1289.