

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES



Efecto del Golpe de Calor en la Reproducción del Ganado Bovino de Carne

Por:
RAMIRO DE LA CRUZ PERALES

MONOGRAFÍA

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Junio del 2024

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro
División de Ciencia Animal
Departamento de Recursos Naturales Renovables

Efecto del Golpe de Calor en la Reproducción del Ganado Bovino de Carne

Por:

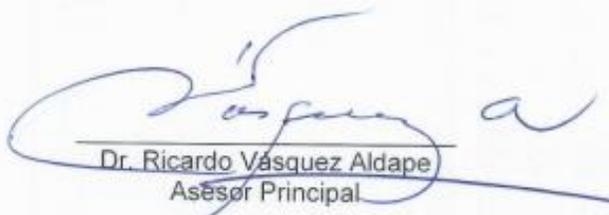
RAMIRO DE LA CRUZ PERALES

MONOGRAFÍA

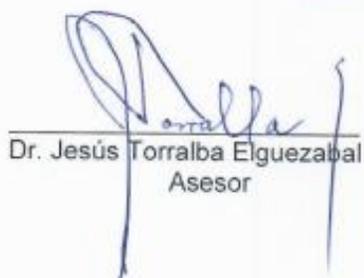
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Aprobada por el Comité de Asesoría



Dr. Ricardo Vázquez Aldape
Asesor Principal



Dr. Jesús Torralba Elguezabal
Asesor



M.C. Juana María Mendoza Hdz.
Asesor



M.C. Pedro Carrillo López
Coordinador de la División de Ciencia Animal

Saltillo, Coahuila, México

Junio del 2024

Buenvista, Saltillo, Coahuila a 5 de junio de 2024

Declaración de no Plagio

El autor quien es el responsable directo, jura bajo protesta de decir verdad que no se incurrió en plagio o conducta académica incorrecta en los siguientes aspectos:

Reproducción de fragmentos o textos sin citar la fuente o autor original (corta y pega); reproducir un texto propio publicado anteriormente sin hacer referencia al documento original (auto plagio), comprar, robar o pedir prestados los datos o la tesis para presentarla como propia, omitir referencia bibliográficas o citar textualmente sin usar comillas; utilizar ideas o razonamientos de un autor sin citarlo; utilizar material digital como imágenes, videos, ilustraciones, gráficas, mapas o datos sin citar al autor original y/o fuente, así mismo tengo conocimiento de que cualquier uso distinto de estos materiales como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por las autoridades correspondientes.

Por lo anterior me responsabilizo de las consecuencias de cualquier tipo de plagio en caso de existir y declaro que este trabajo es original.

Pasante



Ramiro De La Cruz Perales

Dedicatorias

A Dios y a la Virgen de Guadalupe

A Papá, Mamá

José Ariel De La Cruz Rivera
Sandra Margarita Perales De La Cruz

Mis abuelos

Roque De La Cruz García (t)
Dolores Rivera Esquivel (t)
Genaro Perales Cedillo
María Del Socorro De La Cruz Castillo

A mis hermanos

Dulce Mariela De La Cruz Perales
José Ariel De La Cruz Perales
Abimael De La Cruz Perales
Elda Melissa De La Cruz Perales

A todos aquellos que influyeron en mi vida estudiantil y personal y que me apoyaron en algún momento, a las personas que coincidieron en mi camino y me apoyaron.

A Don Antonio Narro

A mis profesores, que me acompañaron en el camino.

Agradecimientos

A Dios

Por mi familia, por brindarme salud, y pasión por el campo y por darme la oportunidad de concluir mi carrera profesional.

A la Virgen de Guadalupe

Por brindarme la luz de la inteligencia en toda mi carrera profesional, por todos los milagros concedidos y por regalarme uno más.

A mis padres

Gracias, por el cariño infinito que me han brindado desde mi primer segundo de vida, gracias por cada sacrificio hecho para poder concluir mis estudios, gracias por educarme y protegerme de la mejor manera, gracias por enseñarme con el ejemplo a hacer siempre lo correcto sin importar nada, gracias por darme la vida.

A mis hermanos

Por el apoyo incondicional que me han dado en todo sentido desde que nací, por su paciencia, cariño y protección.

A mi ALMA TERRA MATER

Por brindarme la oportunidad de estudiar, por permitirme hacer el presente trabajo y por haberme formado como profesionista de la carrera Ing. Agrónomo Zootecnista, estaré orgulloso de por vida de ser "Buitre" de la "Narro" y pondré el nombre muy alto de mi prestigiada, UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO".

A Don Antonio Narro

Por su altruismo, al donar su patrimonio para crear una escuela de agricultura, para mejorar las condiciones del campo.

A profesores y profesoras

De nuestra universidad, por su paciencia y dedicación al impartir y compartir sus conocimientos y consejos, para desarrollarme y adquirir mayor experiencia así tener éxito en el campo laboral.

Dr. Ricardo Vázquez Aldape

Por ser una de las personas que más estimo, por haberme acompañado durante toda mi carrera brindándome su apoyo en todos los aspectos, su asesoramiento para la realización de este trabajo, por permitirme acompañarlo y compartir sus conocimientos en campo y vivir recuerdos inmemorables en el rancho los ángeles, por su, paciencia, consejos, confianza y su valioso tiempo, y, sobre todo, por su valiosa amistad que durara el resto de mi vida.

Dr. José Dueñez Alanís

Por el gran respeto y cariño que tengo hacia él, por haberme acompañado en la mayor parte de mi carrera, dándome su apoyo en todo sentido, por su paciencia, consejos, regaños confianza, su tiempo y, pero sobre todo por su gran amistad que perdurara el resto de mi vida.

M.C. Pedro Carrillo López

Por ser una persona a la cual estimo mucho, por considerarme siempre por su apoyo para la realización de este trabajo, por brindarme su apoyo siempre, por su paciencia, consejos, confianza y su tiempo, y, sobre todo, por brindarme su gran amistad que perdurara el resto de mi vida.

Al Dr. Jesús Torralba Elguezabal, y a la M.C. Juana María Mendoza Hernández, por brindarme su asesoramiento para la realización de este trabajo, por compartir abiertamente sus conocimientos y por brindarme su tiempo.

A mis amigos

A todos, los que me apoyaron y me aconsejaron durante mi estancia en la universidad. A los choferes de los “buitres” y rutas urbanas que tome a diario para llegar a la universidad. Para todos ellos mi sincero agradecimiento.

Índice

| | |
|---|----|
| Dedicatorias | 3 |
| Agradecimientos | 5 |
| 1. Introducción | 10 |
| 2. Objetivos | 11 |
| 2.1. Objetivo general | 11 |
| 2.2. Objetivos específicos | 11 |
| 3. Hipótesis | 12 |
| 4. Tamaño del problema | 12 |
| 4.1. El ambiente y los animales..... | 12 |
| 4.3. Casos de bovinos muertos por golpe de calor en México y en el mundo..... | 13 |
| 4.4. El cambio climático..... | 14 |
| 4.5. Como se manifiesta el cambio climático..... | 14 |
| 4.6. Acciones que causan el cambio climático. | 15 |
| 4.7. Principales gases de efecto invernadero..... | 15 |
| 4.8. Otras causas del cambio climático. | 17 |
| 4.9. ¿Cómo afecta el cambio climático al ser humano? | 17 |
| 4.10. Efectos que provoca el clima sobre el ganado bovino | 17 |
| 4.11. ¿Cómo saber si el ambiente es estresante para el ganado bovino? | 18 |
| 5. Análisis del problema | 18 |
| 5.1. Causas del golpe de calor. | 19 |
| 5.2. Consecuencia de los gases de efecto invernadero, en la atmósfera. | 20 |
| 5.3. ¿En qué periodos se inician los fenómenos del “niño” y la “niña”? | 20 |
| 5.4. Principal agente de estrés en el ganado bovino. | 20 |
| 6. Conceptos y Términos Revisados | 21 |
| 6.1. ¿Qué es “golpe”? | 21 |
| 6.2. ¿Qué es calor? | 21 |
| 6.3. ¿Qué es un “golpe de calor”? | 21 |
| 6.4. ¿Qué es zona térmica neutral? | 22 |
| 6.5. ¿Qué es “humedad relativa”? | 23 |
| 6.6. ¿De qué otras formas se definen “golpe de calor”? | 23 |
| 6.7. ¿Qué es el “calor por ejercicio”? | 23 |

| | |
|---|-----------|
| 6.8. ¿Qué es un animal homeotermo? | 24 |
| 6.9. ¿Qué es el estrés? | 24 |
| 6.10. Relación entre el calor y el estrés. | 24 |
| 6.11. Principales signos del estrés calórico..... | 24 |
| 6.12. Estrés calórico..... | 25 |
| 6.13. Estrés animal..... | 25 |
| 6.14. El clima..... | 25 |
| 6.15. El calor metabólico. | 25 |
| 6.16. La termorregulación..... | 26 |
| 6.17. Conducción del calor..... | 26 |
| 6.18. La radiación solar. | 26 |
| 6.19. La convección. | 27 |
| 7. Efectos del golpe de calor en el organismo del animal | 27 |
| 7.1. Temperatura normal del ganado bovino y cómo se mide..... | 27 |
| 7.2. Características preocupantes del cambio climático, que afectan la reproducción del ganado bovino para carne. | 28 |
| 7.3. Efecto del viento en el ganado bovino para carne..... | 28 |
| 7.4. Tipos de calor (natural) que se presentan en el animal:..... | 29 |
| 7.5. Tipos de calor (“externo” o ambiental) que “golpean” al animal. | 29 |
| 7.6. ¿Por qué se produce estrés por calor en los bovinos? | 29 |
| 7.7. Síntomas (o signos) del estrés calórico en ganado bovino para carne. | 29 |
| 7.8. Cambios de comportamiento bajo estrés por calor. | 30 |
| 7.9. ¿Cómo afecta el calor al ganado?..... | 31 |
| 7.10. Factores que afectan la reproducción de las vacas, bajo estrés calórico..... | 31 |
| 7.12. Consecuencias por el cambio de clima, en el ganado..... | 34 |
| 7.13. Fallas orgánicas causadas por el golpe de calor..... | 34 |
| 7.14. Consecuencias de las pérdidas de potasio por estrés calórico en la vaca lactante..... | 34 |
| 7.15. Efectos de los cambios de temperatura, en el organismo animal. | 35 |
| 8. Condiciones especiales para sufrir un golpe de calor, en el humano | 35 |
| 8.1. Condiciones especiales para sobreexponer el ganado bovino al golpe de calor. | 36 |
| 8.2. Razas de ganado bovino que absorben más calor. | 36 |

| | |
|--|-----------|
| 8.3. Estrategias para minimizar los efectos del estrés por calor:..... | 37 |
| 8.4. Sombra..... | 37 |
| 8.5. Construcción de sombra artificial. | 38 |
| 8.6. Construcción de sombra natural..... | 39 |
| 8.7. Redes Hidráulicas. | 40 |
| 9. Manejo de la nutrición del ganado..... | 43 |
| 10. Consideraciones finales | 44 |
| 11. Conclusiones..... | 45 |
| 12. Bibliografía consultada..... | 46 |

1. Introducción

La actividad de producción de ganado bovino para carne, enfrenta en la actualidad, una diversidad de problemas, que generan una diversidad de consecuencias. El cambio climático es uno de estos problemas. Entre la diversidad de consecuencias, directas o indirectas, se citan la creciente concentración de Dióxido de carbono, las variaciones en el régimen de lluvias y los fuertes cambios en los rangos de temperatura, los que generan pérdidas en la diversidad biológica, la salud y productividad animal, la disponibilidad y calidad de forrajes, tanto naturales como cultivados, entre otros (IICA, 2023).

La temperatura del ambiente, la humedad relativa, la radiación solar, directa o reflejada, y el movimiento de aire, entre otros, son los factores climáticos de mayor relevancia que influyen directamente en la capacidad de los animales para mantenerse en su zona de confort térmico (Arias, *et. Al.*, 2008). Cuando se encuentran arriba del límite de dicha zona, se dice que están en estrés térmico.

Esta es una condición que resulta de la incapacidad del animal (bovino, en este caso) para disminuir el calor corporal de manera efectiva y mantener la temperatura corporal normal (Rolf, 2015), que oscila entre los 37.5 y los 38.9 °C en animales sanos bajo condiciones normales (Leyva *et. Al.*, 2016).

En el ganado bovino representa un problema con consecuencias económicas (Góngora A., A. Hernández, 2010). Hace años, se consideraba un problema para el ganado, principalmente en climas cálidos (Arias, *et. Al.*, 2008). Se ha señalado que influye en la reducción de la función reproductiva durante el verano y que no sólo ocurre en regiones tropicales y subtropicales, sino que también se ha manifestado en regiones templadas alrededor del mundo. En México, las temperaturas ambientales medias-bajas y máximas registradas en los meses más cálidos corresponden a 15° y 31 °C, respectivamente (Leyva *et. Al.*, 2016).

El ganado bovino es un animal homeotermo, es decir, que a pesar de las diferencias en la temperatura ambiental son capaces de mantener relativamente constante su temperatura corporal (que está entre los 37.5 y los 38.9 °C) la cual es esencial para una multitud de reacciones bioquímicas y procesos fisiológicos asociados con su metabolismo y su desempeño reproductivo, Este último, se ve directamente afectado por la temperatura ambiental, la humedad relativa, la radiación solar y la velocidad del viento que, en su conjunto influyen en su balance térmico (Arias *et. Al.*, 2008) proceso biológico considerado como muy dinámico y complejo.

Para mantener su temperatura corporal, los bovinos necesitan ganar o perder calor del ambiente en el que viven. Este balance se logra a través de un constante proceso termorregulatorio como respuesta a un flujo de calor que incide en el cuerpo del animal, mediante cuatro vías básicas; conducción, convección, radiación y evaporación (Arias, 2006). Cuando los mecanismos fisiológicos para mantener la termo neutralidad no son suficientes, el animal entra en la situación de estrés térmico, ya mencionado.

Por todo lo anterior, en el presente trabajo se discute la problemática del cambio climático y como este genera un fenómeno conocido como “golpe de calor” a través de un aumento extraordinario en las temperaturas en las diferentes regiones del planeta, para establecer cómo afecta la reproducción del ganado bovino de carne que se encuentra en producción extensiva (ranchos/ejidos, en México), (Arias, *et. al.*, 2008), al generar una serie de trastornos fisiológicos y de comportamiento, que es necesario conocer para manejar y tratar adecuadamente, de manera preventiva y remedial.

Palabras clave: golpe, calor, cambio climático, estrés, zona de confort térmico, bovinos, humedad, temperatura, reproducción.

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

2.1.1. Elaborar un documento donde se revisen los diversos efectos del cambio climático a través del calentamiento atmosférico (golpes de calor, burbujas térmicas) y como éste genera un aumento en las temperaturas en el planeta que afectan negativamente la reproducción del ganado bovino para carne.

2.2. Objetivos específicos

1. Revisar la literatura moderna sobre los efectos del cambio climático, para conocer las peculiaridades físicas del proceso de calentamiento global.
2. Revisar los efectos biológicos que ocurren en el ganado bovino que repercuten negativamente en su reproducción.
3. Derivar y proponer estrategias que permitan atenuar o eliminar tales impactos (calentamiento de los ranchos y las bajas tasas de reproducción en ganado bovino).

3. Hipótesis

Se establece que el cambio climático, a través del “golpe de calor” impacta negativamente los índices de reproducción del ganado bovino para carne, en sistemas de producción extensiva, por lo que es urgente atender dicha problemática.

4. Tamaño del problema

El problema es mundial, aunque North, et. al., (2023), estiman que casi el 80% del ganado bovino del planeta está expuesto a condiciones que exceden el umbral del índice temperatura-humedad del 68.8, en la relación (95% C.I.: 67.3-70.7). Se admite, por diferencia, que el ganado bovino para carne, que es criado en países con clima frío, o templado, está libre de este problema.

4.1. El ambiente y los animales

Los animales, desde su nacimiento, viven como resultado de la compleja interacción de los procesos físicos y químicos de su cuerpo, tanto como de la interacción con los factores que los rodea. Así la fisiología, el comportamiento y la salud del ganado son marcadamente influenciados por el ambiente en el cual el ganado vive, el cual puede afectar significativamente el desempeño del mismo (Arias, et. al., 2008). En el caso particular del proceso reproductivo del ganado bovino, la influencia que tiene el clima ha sido reconocida desde hace mucho tiempo.

Se sabe que los bovinos tienen la capacidad de adaptarse a condiciones ambientales adversas. A lo largo de su vida, el bovino sufre estrés debido a las oscilaciones en la temperatura o bien por una combinación con otros factores ambientales negativos (humedad, viento, lluvia, granizo, etc.) a los que se someten durante diversos períodos de tiempo (Arias, 2006).

El factor humano es otro elemento que entra, de diferentes formas, como factor generador de estrés. Los animales, hacen frente a estos periodos de generación de estrés principalmente a través de modificaciones fisiológicas y de comportamiento.

En la mayoría de los casos, esta respuesta interna se manifiesta en cambios en los requerimientos de nutrientes, siendo el agua y la energía los más afectados cuando el ganado se encuentra fuera de lo que se denominada “zona termo-neutral” (Arias, et. Al., 2008), o “zona de confort”.

La sal y los minerales son otros componentes importantes que participan en el proceso de generación de estrés y de consecuencias, favorables o desfavorables, en la reproducción del ganado bovino, entre otros aspectos productivos, como la leche, el aumento de peso corporal, etc.

4.3. Casos de bovinos muertos por golpe de calor en México y en el mundo.

Muchos casos de fuertes golpes de calor han ocurrido en el oeste de Estados Unidos en los últimos 10 años, que resultaron en fuertes pérdidas, en los corrales de engorda. En julio de 1995, casi 4000 novillos en engorda se perdieron en Iowa, con un valor cercano a los 28 millones de dólares. Así mismo, más de 5000 novillos murieron en 1999, en Nebraska, con una pérdida reportada entre 21.5 y 35 millones de dólares (Balam, 2024).

En Jalisco, México, en junio del 2023, se registraron más de 500 cabezas de ganado bovino, muertas a causa del calor. Esto provocado por las temperaturas que rebasaron los 40° C; los daños se multiplicaron en el caso de los productores que también se dedican a la producción agrícola para alimentar a su ganado, pues la ausencia de lluvias provoca que su cosecha se retrase o sea escasa (Balam, 2024).

En Kansas, EUA, en junio del 2022, miles de cabezas de ganado que se encontraban en corrales de engorda, murieron por golpe de calor debido a las altas temperaturas, la elevada humedad y el poco viento (Ver figura 1).

Se estimaron alrededor de 2000 muertes. El departamento de salud y medio ambiente de Kansas, reportó que las altas temperaturas fueron uno de los factores perjudiciales, Según Anthony John (AJ) Tarpoff (2023), veterinario de la Universidad Estatal de Kansas, la causa más importante del problema, fue el gran incremento en la humedad del ambiente y, al mismo tiempo, a que la velocidad del viento disminuyó de manera importante, lo cual es muy raro en esa región, ya que las temperaturas que se venían presentando eran de entre los 21 y 26° C (70 y 80° Fahrenheit), pero en una semana superaron los 38° C (100° Fahrenheit) y fue ese cambio repentino el que no permitió que las vacas se autorregularan (aclimataran) y provocara que se presentara en ellas el estrés térmico (Hegeman, 2022).



Figura 1



Figura 2

4.4. El cambio climático.

Según (Turrentine, 2021; OMS, 2023), el cambio climático se define como una variación de los patrones o condiciones climáticas comunes, (por ejemplo, condiciones que se vuelven más cálidas, más húmedas o más secas) a lo largo de varias décadas, o más. Se asume que han existido un mucho cambio climático a lo largo del tiempo.

4.5. Como se manifiesta el cambio climático.

Se manifiesta a través de una variación en el sistema climático terrestre, que perdura durante periodos de tiempo suficientemente largos (décadas o más tiempo) hasta alcanzar un nuevo equilibrio (Turrentine, 2021.)



Figura 3. Aragón Noticias / 18/10/2021

4.6. Acciones que causan el cambio climático.

Algunos factores que influyen en el sistema climático de la tierra, según, Turrentine (2021), son:

Principalmente, acciones de la industria, que generan grandes emisiones de gases “efecto invernadero” que cubren el planeta tierra, y estos se encargan de retener el calor emitido por el sol.

También, a factores naturales como:

- Incendios forestales.
- Mayor actividad volcánica.
- Mayor radiación solar.
- La órbita de la Tierra alrededor del Sol.

Así como también, a causas provocadas por el ser humano, como:

- Deforestación excesiva.
- Contaminación al agua, aire y tierra.

4.7. Principales gases de efecto invernadero.

Según el Halleux (2023); La atmósfera con sus componentes principales, gases, nubes y aerosoles, es influenciada (o forzada) desde el espacio exterior y desde la superficie terrestre por distintos procesos, como: gases que retienen parte de la radiación infrarroja que emite la tierra tras ser calentada por el sol.

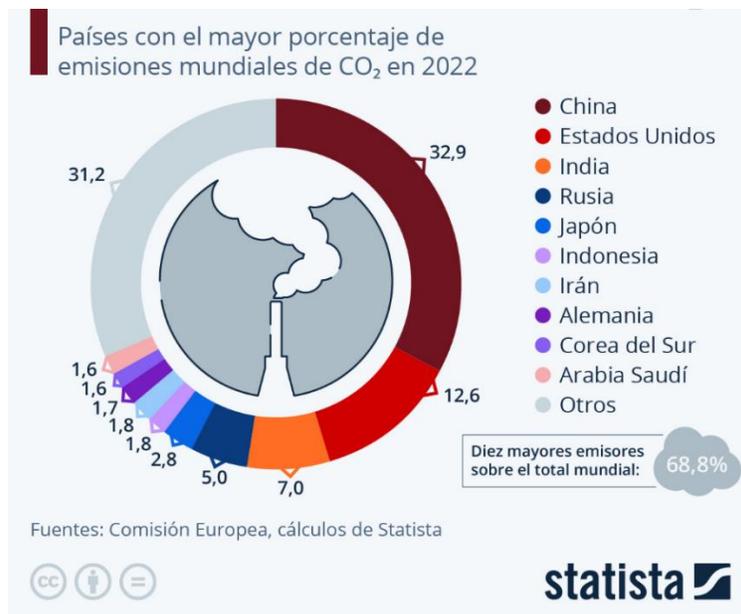
Estos principales gases son:

- ❖ Dióxido de carbono.
- ❖ Metano.
- ❖ Óxido nitroso.
- ❖ Hidrofluorocarbonos.
- ❖ Perfluorocarbonos.
- ❖ Hexafluoruro de azufre.
- ❖ Trifluoruro de nitrógeno.

Figura 4. Emisiones de gases de efecto invernadero a nivel mundial



Figura 5. Emisiones globales de gases de efecto invernadero por país.



4.8. Otras causas del cambio climático.

Según, Turrentine (2021):

- Denudación de las tierras de pastoreo
- Crecimiento de las ciudades
- Tala inmoderada de bosques
- Instalación de obras urbanas a base de pavimento, cemento y acero.
- Falta de políticas y programas de protección al suelo contra la erosión.
- Falta de programas (urbanos) de educación ambiental permanente.
- Falta de programas de educación/certificación continua a productores rurales (ganaderos).
- Falta de estímulos económicos a los que se eduquen y apliquen programas de conservación (urbanos y rurales).
- Falta de incorporación de temas ambientales en programas de educación agropecuaria a nivel superior.
- Otros (actividades ganaderas).

4.9. ¿Cómo afecta el cambio climático al ser humano?

Según Turrentine (2021) el cambio climático representa un gran peligro para la salud y bienestar de la población mundial ya que se pueden presentar efectos en las personas como:

- Lesión por calor. Esta es la forma más grave que puede ocurrir, más frecuente en los meses de verano, lo que puede llegar a producir una respuesta inflamatoria sistémica que produce disfunción en múltiples órganos, que puede provocar la muerte. Este efecto se presenta si la temperatura del cuerpo (humano, en este caso) alcanza los 104 °F (40 °C) o más, y cuando los mecanismos compensatorios para disipar el calor (termorregulación) fallan y, por consecuencia, aumenta sustancialmente la temperatura del cuerpo.

4.10. Efectos que provoca el clima sobre el ganado bovino

Es variable y complejo, ya que condiciona el medioambiente en el que los animales viven y se reproducen y también tiene influencia en el bienestar (manejo) y la producción animal que lo afecta directa e indirectamente, modifica la calidad y/o cantidad de alimentos disponibles, los requerimientos de agua y energía, la cantidad de energía consumida, y el uso de la misma, (Arias, *et. al.*,2008).

4.11. ¿Cómo saber si el ambiente es estresante para el ganado bovino?

Según Odeón y Romera (2017), se puede detectar un ambiente estresante para el ganado cuando la temperatura sobrepasa los 36° C y la humedad está por encima del 30%.



Figura 6.



Figura 7.

5. Análisis del problema.

Se tiene establecido que la temperatura ideal o “Rango de Confort Térmico” para el bienestar del ganado bovino que permita un buen desarrollo y posterior reproducción, tiene dos variantes. Una, es en el caso del ganado europeo (*Bos taurus*), representado por razas como charoláis, Angus o Hereford, que en esencia son animales acostumbrados a climas templados y fríos, con un rango de confort entre los 15 y 25° C. Por otro lado, las razas tropicales o cebuinas (*Bos indicus*) cuyo rango de confort térmico oscila entre los 20 y 30° C (Pérez, 2023).

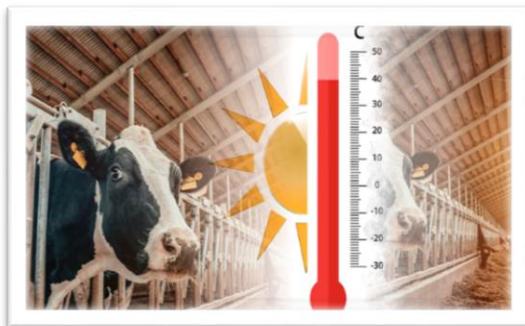


Figura 8.



Figura 9.

5.1. Causas del golpe de calor.

Una de las causas del golpe de calor son algunos fenómenos meteorológicos conocidos como:

1. El “niño”.

Es un fenómeno climático que se caracteriza por el calentamiento que alcanzan la atmósfera y los océanos con lo que cambian los patrones de circulación de aire en todo el mundo, cada 2 a 7 años (Brandon y Thompson, 2024). Ver Figura 10.

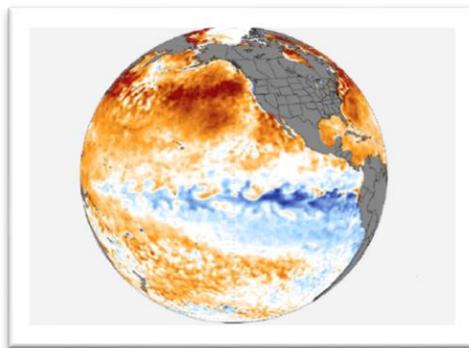


Figura 10. Representación del fenómeno del “niño” en la tierra.

2. La “Niña”.

Es otro fenómeno climático que trae consigo condiciones completamente opuestas al “niño” es decir, temperaturas, más frías en la atmósfera y los océanos, que el promedio en el Pacífico Oriental Tropical, además de otros cambios meteorológicos, como la disminución del viento en el Atlántico, que facilita la formación de tormentas, (Brandon y Thompson, 2024). Ver Figura 11.

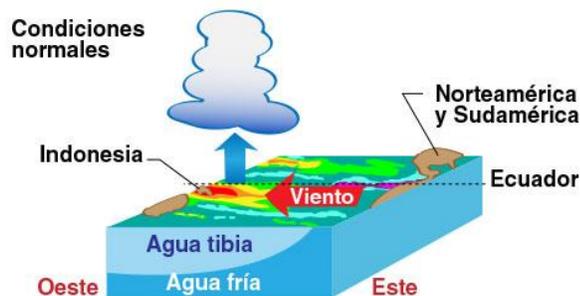


Figura 11.

5.2. Consecuencia de los gases de efecto invernadero, en la atmósfera.

Algunos gases de la atmósfera terrestre actúan de forma parecida al cristal de un invernadero, que retiene el calor del sol que “golpea” la superficie terrestre y rebota (refleja hacia la atmósfera) pero estos gases impiden que escape al espacio una parte de la energía solar, provocando la acumulación de calor y el calentamiento de la atmósfera mundial (Pérez, 2023). Ver Figura 12.

5.3. ¿En qué periodos se inician los fenómenos del “niño” y la “niña”?

Registros meteorológicos históricos indican que el periodo alrededor de marzo a junio es el más favorable para que se presenten estos fenómenos.

5.4. Principal agente de estrés en el ganado bovino.

El estrés calórico es uno de los principales estresores para el ganado bovino, ocasionando pérdidas en la producción del animal, en primer lugar. (Pérez y García, 2023), esto, ocasionado por el aumento drástico en las temperaturas.

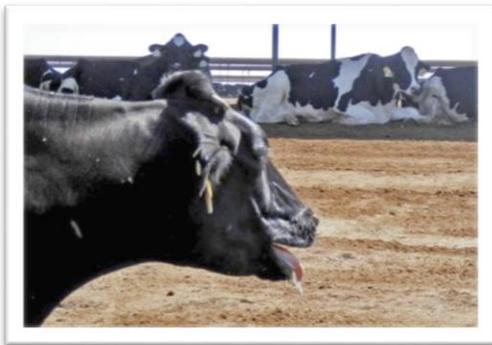


Figura 12.



Figura 13.

6. Conceptos y Términos Revisados.

6.1. ¿Qué es “golpe”?

Acción de dar con violencia un cuerpo contra otros, También, se describe como un impacto entre dos cuerpos en movimiento, así como el efecto que produce. Pueden ser intencionados (como el resultado de una agresión o el desarrollo de un deporte de combate) o casuales (RAE, 2019).

6.2. ¿Qué es calor?

Se define como la energía térmica que se transfiere de un sistema caliente a un sistema frío, con el que está en contacto, provocando una sensación, en los organismos vivos (RAE, 2019).

La transferencia se puede dar de acuerdo a los tipos que se señalan en la figura siguiente:



Figura 14.

6.3. ¿Qué es un “golpe de calor”?

Es la reacción que se produce cuando sube la temperatura corporal de manera muy brusca, el organismo activa sus procesos de compensación, pero no es capaz de compensarlo, lo que se traduce en una disfunción multiorgánica que puede provocar la muerte o, al menos, “sacar” a dicho organismo o llevarlo al extremo de su “rango de confort” (C.S.V., 2019).



Figura 15.

6.4. ¿Qué es zona termo-neutral?

En términos de calor, es la zona con un rango de temperatura, dentro de la cual, el animal puede estar sin que sea necesario activar sus mecanismos de autorregulación térmica. Si la temperatura del aire sube por encima de los 25°C, en el caso de los animales *Bos taurus* y de 30°C en el caso de *Bos indicus*, los mecanismos de termorregulación se activan y el animal experimenta un aumento de su respiración y vaporización, principales mecanismos de disipación calórica de los bovinos, máxime si la humedad en el ambiente es alta (Harmer *et al.*, 2000). La influencia conjunta de ambos factores, y sus efectos, se presenta en la gráfica siguiente:

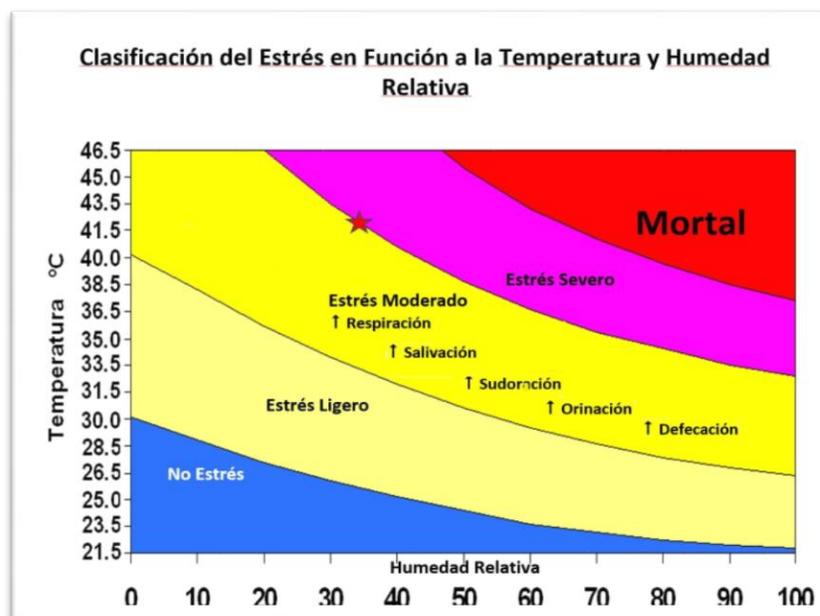


Figura 16. Clasificación del Estrés en Función a la Temperatura y Humedad Relativa.

6.5. ¿Qué es “humedad relativa”?

Es la relación que existe entre la cantidad (actual) de vapor de agua contenida en el aire y la máxima cantidad de vapor de agua que el aire sería capaz de contener, a una temperatura determinada, medida en porcentaje. La escala de contenidos de humedad en el aire (de cero a cien), y los tres rangos que se reconocen, se presenta en la figura siguiente (Pérez, 2023).



Figura 17.

6.6. ¿De qué otras formas se definen “golpe de calor”?

Otras expresiones según, Pérez (2023):

- Burbuja de calor
- Burbuja térmica
- Ola de calor
- Fiebre térmica
- Acaloramiento
- Termoplegía

6.7. ¿Qué es el “calor por ejercicio”?

Es el calor que se genera por la actividad física realizada por un organismo (digestión, caminata, rumia, etc.), (Arias, 2006).

6.8. ¿Qué es un animal homeotermo?

Es aquel que tiene la habilidad de controlar (para mantener) su temperatura corporal a través de diferentes procesos fisiológicos (Bianca, 1968). Los bovinos pertenecen a esta clasificación.

6.9. ¿Qué es el estrés?

La organización Mundial de la Salud (OMG, 2003) define al estrés como el conjunto de reacciones fisiológicas que prepara al organismo para la acción metabólica. El estrés implica cualquier factor que actúe interna o externamente al cual se hace difícil adaptar y que induce un aumento en el esfuerzo por parte del animal, para mantener un estado de equilibrio dentro de él mismo y con su ambiente externo (Roca, 2011).

6.10. Relación entre el calor y el estrés.

Al rebasar ciertos límites, el calor genera consecuencias o cambios en el funcionamiento del organismo, que se conoce como “estrés”. Si el calor se mantiene dentro de ciertos límites “aceptables” para el funcionamiento “normal”, se conforma la “zona de confort” de un organismo, más bien, llamada “Zona de Confort Térmico”.

6.11. Principales signos del estrés calórico:

Los signos que con mayor frecuencia pueden observarse en los bovinos son, en primera instancia, el aumento de la frecuencia respiratoria (con el correspondiente aumento en la frecuencia cardíaca) el consumo de agua (con aumento en la frecuencia de “viajes” al bebedero a tomar agua) y la búsqueda de sombra. A medida que las condiciones estresantes se agravan, comienza a observarse disminución de los desplazamientos, reducción del consumo de alimento, disminución del tiempo dedicado a rumia y descanso, jadeo, salivación excesiva y protrusión (salida) de la lengua (Pérez, 2023).



Figura 18.



Figura 19.



Figura 20.

6.12. Estrés calórico.

Es una reacción biológica (conocida como termorregulación) manifestada por el animal a consecuencia de la digestión y otros factores externos (insolación, enfriamiento ambiental) que actúa sobre el animal, impidiendo la disminución de calor metabólico, ocasionando un incremento excesivo de la temperatura corporal (adaptado de Pérez, 2023) que afecta el funcionamiento normal del organismo.

6.13. Estrés animal.

Mecanismo de defensa del organismo frente a situaciones que requieren adaptabilidad del mismo (Silvia, *et. Al.*, 2019).

6.14. El clima.

Conjunto de condiciones meteorológicas medias (promedio), o de fenómenos atmosféricos (temperatura, presión, lluvia y viento), que caracterizan un lugar por largos periodos de tiempo (RAE, 2019).



Figura 21.

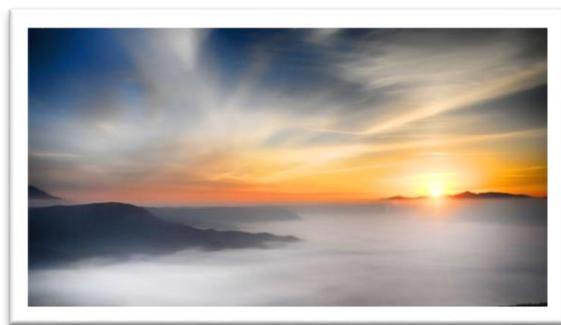


Figura 22.

6.15. El calor metabólico.

Es el calor que genera un ser vivo por medio de las reacciones químicas producidas en el organismo por los procesos metabólicos (Pérez, 2023).

6.16. La termorregulación.

Proceso por el cual los animales de sangre caliente (homeotermos) mantienen su cuerpo a una temperatura constante a pesar de los cambios de temperatura en el ambiente (García, 2021).

6.17. Conducción del calor.

Mecanismo de transferencia de la energía térmica de un punto a otro por medio de la interacción entre los átomos o moléculas de la materia. La conducción tiene lugar en sólidos, líquidos y gases, (Molina, 2016).

6.18. La radiación solar.

Es el proceso de “viaje” del calor que es emitido directamente por el sol o, indirectamente por reflexión, desde el suelo de instalaciones, corrales, etc.; hacia el animal (Pérez, 2023). Es la fuente primaria, externa al animal, que transfiere calor al cuerpo de las vacas (Shephard y Maloney, 2023).

Entre las formas que el ganado evita los efectos de la radiación Shephard y Maloney (2023) mencionan las siguientes:

- El ganado bovino controla los efectos de la radiación al buscar sombra, durante el tiempo frío, o buscando protección (refugio) en tiempo frío, o separándose unos de otros.
- Utiliza mecanismos fisiológicos al enviar sangre a la periferia corporal al buscar refugio, elevación de la temperatura rectal, jadeo, sudoración (el 75 %, aproximado, de la pérdida de calor, es por esta vía, dependiendo de la densidad y condición de las glándulas sudoríparas), reducción en el apetito y en consumo de materia seca, baja en crecimiento y en producción de leche.
- Utiliza mecanismos de comportamiento al permanecer de pie más tiempo o al echarse de manera frecuente y en menores lapsos de tiempo, incremento en agresión, dominancia (al buscar sombra), jadeo.
- Utiliza mecanismos de aclimatación al modificar (cambio de grosor) sus cueros y al ajustar sus tasas metabólicas en el largo plazo.



Figura 23.

6.19. La convección.

Es el calor transmitido en un líquido o en un gas, como consecuencia del movimiento real de las partículas calentadas en su seno (Shephard y Maloney. 2023).

7. Efectos del golpe de calor en el organismo del animal.

7.1. Temperatura normal del ganado bovino y cómo se mide.

Entre los 37.5 y los 38.9 °C en animales sanos, bajo condiciones normales (Leyva, 2016). Se mide con un termómetro (el de uso humano se puede usar). Posteriormente a la inmovilización del animal, se levanta la cola y se introduce en el recto, donde se mantiene por al menos 15 segundos. Los datos obtenidos se registran en la hoja de inventario (o control) sanitario, con su correspondiente fecha y hora.

Osuna (2022) dice que el estrés por calor se traduce en provocar las siguientes alteraciones:

- Cambios fisiológicos en los animales, minimizando su capacidad de ganar peso.
- Pérdida de peso.
- Baja producción de leche.
- impacto (reducción) en la capacidad de reproducción.
- Muerte de animales (bovinos).



Figura 24.

7.2. Características preocupantes del cambio climático, que afectan la reproducción del ganado bovino para carne.

La principal característica del cambio climático que tiene relevancia en el ganado bovino para carne, es el “golpe de calor”, dados los efectos perjudiciales que tiene sobre la baja en la reproducción del ganado.

7.3. Efecto del viento en el ganado bovino para carne.

Mejora la disipación de calor mediante la convección y la evaporación. El efecto del viento es mayor y la transferencia de calor es más eficiente en animales con la piel húmeda que en animales con la piel seca (Pérez y García, 2023).

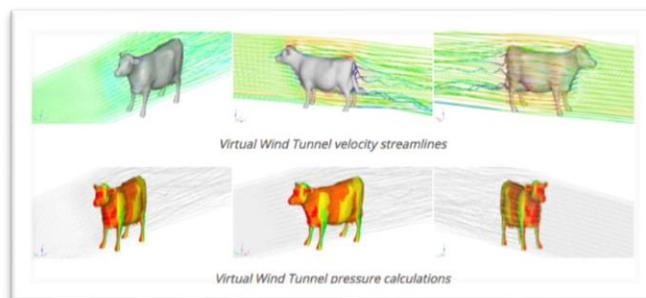


Figura 25. Imagen ilustrativa sobre el efecto del viento en el ganado bovino.

7.4. Tipos de calor (natural) que se presentan en el animal:

Según, Pérez y García, (2023).

Calor metabólico.

- Digestión
- Calor sexual (celo)
- Reacción por depredación,
- Reacción por manejo (pulso acelerado).

Calor por actividades físicas.

- Caminamiento (Pastoreo)
- Peleas
- Cortejo (sexual)
- Reacción por estímulos externos (gritos, golpes, etc.)

7.5. Tipos de calor (“externo” o ambiental) que “golpean” al animal.

- Calor solar indirecto o por reflexión, (en la sombra)
 - Calor solar por radiación, (directo del sol)
 - Calor solar por convección, (conducción)
 - Gran cantidad de animales echados en un pequeño lugar
 - Agua de bebida caliente por efecto de la radiación del sol
- Fuente: (Tavira, 2023).

7.6. ¿Por qué se produce estrés por calor en los bovinos?

El estrés por calor se produce cuando el bovino es incapaz de disipar suficiente calor para mantener su temperatura corporal central por debajo de 38.5 °C. (Pérez y García, 2023).

7.7. Síntomas (o signos) del estrés calórico en ganado bovino para carne.

Según, Pérez y García (2023), Existen distintos síntomas que se pueden percibir de manera muy sencilla en animales bajo estrés producido por calor.

Estos son:

- Sudoración
- Jadeo
- Búsqueda de sombra
- Búsqueda de agua
- Búsqueda de lodos
- Revocado

7.8. Cambios de comportamiento bajo estrés por calor.

Según Torralba (2024), bajo los efectos del golpe de calor, en el ganado bovino, se pueden observar las etapas y síntomas clínicos, siguientes:

| | |
|----------------|---|
| Etapa 1 | Aumento del tiempo de pie, respiración elevada, inquietud. |
| Etapa 2 | Aumento del tiempo de pie, animales agrupados, respiración elevada, babeo, inquietud. |
| Etapa 3 | Aumento del tiempo de pie, animales agrupados, respiración elevada, babeo o espuma excesivos, inquietud. |
| Etapa 4 | Aumento del tiempo de pie, respiración con la boca abierta, respiración elevada, posible babeo, inquietud. |
| Etapa 5 | Respiración elevada al empujar desde los flancos; respiración con la boca abierta y lengua fuera; mayor tiempo de pie; animales agrupados. |
| Etapa 6 | Respiración con la boca abierta y lengua fuera; la respiración es dificultosa y la frecuencia respiratoria puede disminuir; el ganado empuja desde los flancos mientras respira, con la cabeza hacia abajo, no necesariamente babeando; los animales individuales pueden aislarse del rebaño. |

NOTA: Adaptado de “Recognizing Heat Stress”, Servicio de Investigación Agrícola, Departamento de Agricultura de EE. UU. en ars.usda.gov.

Además, (Pérez, 2023), agrega que el ganado:

- 1 Restringe su movimiento durante las horas más calientes del día buscando áreas sombreadas.
- 2 Consume el 80% del alimento durante las horas más frescas del día y por la noche.
- 3 Aumenta el tiempo dedicado a consumir agua y permanece cerca de abrevaderos.
- 4 Aumenta el tiempo en pie. Una considerable cantidad de calor se disipa a través del abdomen del animal, por lo que el mantenerse de pie facilita la eliminación del calor



Figura 26.



Figura 27.

7.9. ¿Cómo afecta el calor al ganado?

- El calor afecta la nutrición, fertilidad y bienestar de los bovinos.
- Hay pérdidas económicas causadas por la baja eficiencia productiva,
- Se puede llegar a la muerte de los animales (Arias, *et. al.*, 2008).



Figura 28.

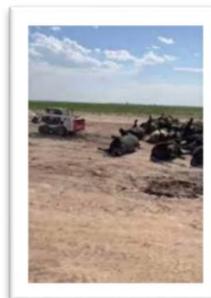


Figura 29.



Figura 30.

7.10. Factores que afectan la reproducción de las vacas, bajo estrés calórico.

Arias *et. al.* (2008), citan los siguientes:

- ❖ **Hipotensión fetal:** Caídas repentinas y graves en la presión arterial, privan al feto de oxígeno
- ❖ **Hipoxia:** Disminución del aporte de sangre a los tejidos
- ❖ **Acidosis:** Acumulación de ácido en el torrente sanguíneo.

En cuanto a la reproducción por inseminación artificial, los porcentajes de concepción y preñez, disminuyen cuando las vacas se encuentran bajo estrés por calor, tanto en la inseminación “a tiempo fijo” como por detección de celo.

No obstante, se puede lograr una mayor tasa de concepción en el ganado “a tiempo fijo” porque se puede atender más vacas. Además, la sincronización con inseminación por detección de celo, puede ser menos efectiva, ya que el estrés por calor causa baja en la detección debido a una menor actividad o manifestación de celo (Cartmill et al., 2001)

Otro efecto negativo del estrés por calor, es que dos, o posiblemente más hormonas reproductivas importantes, pueden verse afectadas negativamente.

Se pueden citar la hormona luteinizante (LH) y la hormona liberadora de gonadotropina (GNRH). Estas, se reducen como resultado del balance energético negativo en el ganado. A medida que aumentan las temperaturas, el ganado baja el consumo de materia seca, lo que resulta en un nivel nutricional más bajo. Si este nivel es grave, el ganado puede suprimir los procesos de reproducción (Torralba, 2024).

En cuanto al flujo sanguíneo al útero, el estrés por calor también provoca una disminución hacia este órgano (Torralba, 2024), lo puede aumentar la pérdida embrionaria temprana debido a condiciones uterinas desfavorables.

Por el lado hormonal, dependiendo de la gravedad del estrés por calor, se puede disminuir la fertilidad por la baja en la hormona progesterona, que es la que mantiene la preñez, a causa de la pérdida embrionaria temprana (Torralba, 2024).

7.11. Factores que afectan la reproducción normal de los toros, bajo estrés calórico.

La fertilidad de los toros también es afectada por el estrés calórico. Se sabe que los espermatozoides se forman en temperatura fresca, por debajo de la temperatura corporal del toro. El escroto y los músculos del cordón espermático actúan como termorreguladores al aumentar o disminuir la distancia entre los testículos y el cuerpo, según la temperatura ambiente. Cuando las temperaturas aumentan, se puede rebasar esta capacidad termorreguladora, y también la temperatura a la que se forman los espermatozoides dentro de los testículos, situación que puede reducir la calidad del espermatozoide y, por consecuencia, la fertilidad del toro (Torralba, 2024).

El comportamiento de los toros también se ve alterado por el estrés calórico.

Cuando las temperaturas suben, puede ocurrir lo siguiente:

- Se pueden encontrar descansando a la sombra.
- Si no hay sombra, se pueden encontrar descansando junto a fuentes de agua.
- Pasarán menos tiempo pastoreando y apareándose.
- Se reduce la lívido en los toros, lo que puede disminuir el interés por cortejar y montar a las vacas y disminuir las tasas de preñez de las vacas (Torralba, 2024).

Cambios fisiológicos, que se producen:

- Disminución de ganancia de peso ya que baja la capacidad de asimilación de nutrientes
- Pérdida de peso.
- Menor producción de leche (Caione, 2016).



Figura 31.

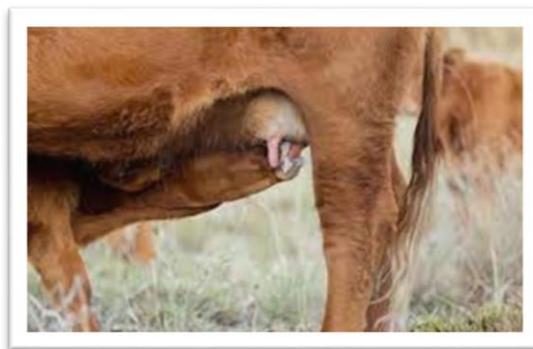


Figura 32.

7.12. Consecuencias por el cambio de clima, en el ganado.

Se pueden citar los siguientes:

- Se alteran mecanismos fisiológicos y de comportamiento para mantener su temperatura corporal dentro de un rango normal,
- Se presentan cambios en la ingesta de alimentos, el comportamiento y la productividad
- Se presentan reducciones drásticas en la ganancia de peso diaria y la ganancia media diaria en la producción de leche (Arias, *et. al.*, 2008).

7.13. Fallas orgánicas causadas por el golpe de calor.

Se pueden citar las siguientes:

Pérdidas de potasio por:

- Urinación
- Sudoración
- Salivación, (Baja la tonificación del rumen).
- Defecación
- Reducción en el consumo de materia seca.

(Echevarría y Miazzo, 2002)

7.14. Consecuencias de las pérdidas de potasio por estrés calórico en la vaca lactante.

Echevarría y Miazzo (2002), citan las siguientes:

1. Pérdidas de potasio por: 1. Urinación, 2. Sudoración, 3. Salivación (lo que genera una baja tonificación del rumen), 4. Defecación, 5. Reducción en el consumo de materia seca.
2. Pérdida de apetito, que genera caída en el consumo de forraje.
3. Baja producción de saliva, que incrementa las probabilidades de acidosis ruminal.
4. Caída considerable en la producción de leche.
5. Baja fertilidad y tasa de preñez.
- 6. Incremento en la pérdida embrionaria, fase temprana.**

7.15. Efectos de los cambios de temperatura, en el organismo animal.

Echevarría y Miazso, (2002), menciona los siguientes:

1. Disminución de la aislación corporal (caída de la capa o cubierta de pelo),
2. Incremento de la superficie corporal (en contacto con la superficie donde se echa). Con ello, el animal descansa en una posición estirada o relajada (Echevarría y Miazso, 2002).



Figura 33.



Figura 34.

8. Condiciones especiales para sufrir un golpe de calor, en el humano.

Como ejemplo, se puede señalar que, en el humano, el golpe de calor puede ocurrir después de usar drogas estimulantes (p. ej., cocaína, fenciclidina, anfetaminas), inhibidores de la monoaminoxidasa o medicamentos anticolinérgicos (p. ej., antihistamínicos, antimuscarínicos) que causan un estado hipermetabólico (respuesta caracterizada por un aumento de la demanda metabólica) o deterioran la capacidad de sudar.

Habitualmente es necesaria una sobredosis, pero el ejercicio y las condiciones ambientales pueden ser aditivos, es decir, pueden favorecer los efectos de esas sustancias (Manual, Laboratorios MSD, 2023).

8.1. Condiciones especiales para sobreexponer el ganado bovino al golpe de calor.

- ❖ La alta densidad de animales, especialmente, en corrales o al ser transportados en tráileres en horario de mayor calor.
- ❖ La limitación del agua en los abrevaderos.
- ❖ La disponibilidad forzada de agua caliente, por ser conducida en redes hidráulicas o en bebederos metálicos o de concreto, expuestos al sol, en horario de mayor intensidad solar.
- ❖ La lejana separación entre bebederos, que exige caminar largas distancias por tiempos prolongados.
- ❖ La ausencia de sombras naturales (en pastizales desprovistos de árboles o de arbustos altos).
- ❖ La ausencia de sombras artificiales, en lugares estratégicos (cerca de los abrevaderos, por ejemplo).
- ❖ El confinamiento prolongado en lugares pedregosos, o con suelos desnudos, que se ponen demasiado calientes (De la Cruz, 2024. Comunicación Personal).

8.2. Razas de ganado bovino que absorben más calor.

Se sabe que los colores oscuros retienen el calor; por ello, está comprobado que las razas con piel oscura (Angus, brangus, Wagyu, etc.) en momentos donde la temperatura supera el rango de confort del animal, provoca una mayor tasa de respiración, mayor jadeo y mayor temperatura superficial que las razas de piel clara (charoláis, brahmán gris, etc.) (Aello *et. al.*, 2018).



Figura 35.



Figura 36.

8.3. Estrategias para minimizar los efectos del estrés por calor:

Algunas de las estrategias para minimizar al máximo el estrés por calor en el ganado son:

- Aplicar adecuadamente cambios en el manejo animal como disponibilidad 24/7 de agua limpia para beber,
- Instruir a vaqueros y trabajadores a utilizar métodos de manejo de ganado sin estrés, evitando golpear y gritar a los animales, (Torralba, 2024).

8.4. Sombra.

La sombra, en cualquiera de sus formas proporciona confort térmico para el ganado, ya que le provoca tranquilidad y defensa contra sol y, por consecuencia, contra el calor. Igualmente, mantiene vivos los microorganismos del suelo (Aello, *et. al.* 2018).

Según (Aello, *et. al.* 2018), la importancia de las sombras se puede constatar en los reportes de temperatura diaria en los que se marcan las temperaturas “a la sombra” (más bajas) que a la intemperie (más altas). La sombra, en cualquiera de sus formas proporciona confort térmico para el ganado de distintas maneras, como las siguientes

- ❖ Provoca tranquilidad y defensa contra sol y, por consecuencia, contra el calor.
- ❖ Mantiene vivos los microorganismos del suelo, al reducir el calentamiento.
- ❖ Previene la incidencia de la radiación solar directa e indirecta sobre los animales, a la vez que genera un microambiente de menor temperatura, (Aello, *et. al.* 2018).

Tipos de sombras:

Existen dos grandes categorías de sombras: natural y artificial. Estas, en términos generales, registran estándares de temperatura diferentes, siendo el material conocido como “malla-sombra”, el que registra mayor temperatura, (Aello, *et. al.* 2018), ver Figura 37.

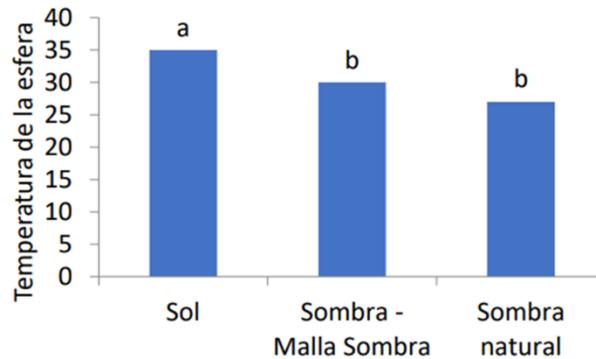


Figura 37. Comparación de temperaturas entre sombra natural y malla-sombra (Aello, et. al. 2018).

8.5. Construcción de sombra artificial.

Se lleva a cabo con materiales sintéticos y estructuras (generalmente metálicas) hechas por el hombre. Se tienen establecidas las especificaciones siguientes:

- ❖ Área efectiva de sombreado, por vaca: de 4,5 m² (entre 3 y 5)
- ❖ Pendiente del techo: alrededor de 15 %.
- ❖ Pendiente del piso: de 1,5 a 2,5 %.
- ❖ Color interior y exterior.
- ❖ Ubicación de la sombra: Debe de realizarse en un lugar alto, alejado de cortinas de árboles que impidan la correcta ventilación.
- ❖ Importante sombra en corral

- ❖ Orientación de la sombra:
 - Este – Oeste: maximiza la sombra
 - Norte-Sur: permite un mejor secado del piso (Román y Manna, 2020).

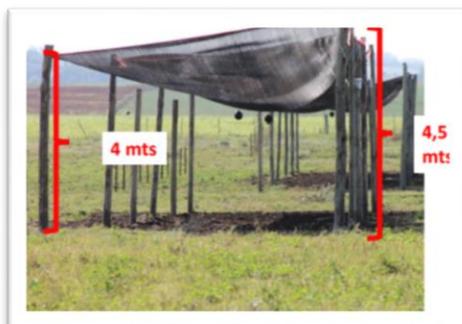


Figura 38.



Figura 39.

8.6. Construcción de sombra natural.

Estas pueden ser establecidas o no por el hombre (plantación de árboles), o bien se pueden aprovechar los recursos que se presenten en el terreno donde pastorean los animales, como plantas arbustivas y/o árboles.

Nombres de plantas con posibilidades de utilizarse en regiones de Coahuila.

- Mezquite
- Huizache
- Pirúl
- Pinos (diferentes especies).
- Fresno
- Mora
- Encino



Figura 40.

Rancho Ganadero Experimental “Los Ángeles”. Saltillo, Coahuila. Abril, 2023

Novillos con necesidades diferentes de sombra. Novillo charoláis, de pie, bajo la sombra de un mezquite de porte bajo, al mediodía. Novillo cruzado (Charoláis y Angus), echado y bajo el sol.



Figura 41. Contexto ganadero, (2018).

8.7. Redes Hidráulicas.

Son las instalaciones del rancho encargadas de la conducción y almacenamiento del agua para fines agrícolas, ganaderos, cinegéticos, etc.

Si ya forman parte de los recursos del rancho, constituyen un elemento ventajoso para aportar humedad en lugares donde se considere necesario apoyar al ganado contra los golpes de calor.

Mantener enterradas tuberías y mangueras de distribución para evitar el calentamiento, por el sol, del agua para beber, así como el deterioro (intemperización) por el sol, el pisoteo y mordedura del ganado, provocando rupturas o fugas, afectando la vida útil y la eficiente distribución del agua, dejando sin beber a los animales (Román y Manna, 2020).



Figura 42.



Figura 43.

Zanjado y enterrado de líneas de conducción de agua, para asegurar una larga vida útil (50 años, al menos) de la red hidráulica.

Recomendaciones.

Torralba 2024, proponen las siguientes:

- Ofrecer vitaminas y minerales al ganado antes de la temporada de reproducción, puede ayudar a mitigar los efectos del estrés por calor (Aello, et. al. 2018). Ideal es ofrecer alimento (concentrado, sales minerales) al ganado durante las horas más frescas del día.
- Destinar los potreros con mayor cantidad y calidad de forraje. Evaluar la carga de animales en el rancho es esencial para garantizar que los animales tengan acceso a cantidades adecuadas de alimento y su nutrición no se vea afectada.
- Ofrecer sombra para minimizar el estrés por calor en el ganado. La sombra puede provenir de árboles, o de estructuras fabricadas.
- Trabajar o mover el ganado temprano, es una forma de reducir el estrés por calor para el ganado en pastoreo.
- Asegurar una cantidad de adecuada de agua fresca, limpia y de calidad, asegurandose que los vaqueros supervisen una o más veces al día, que los abrevaderos no tengan fugas y sean lo suficientemente grandes o, al menos, con el flujo abundante de agua, para permitir una rápida reposición, al reunirse muchos animales.
- Implementación de medidas de mitigación de calor.
- Revisar los elementos productivos importantes (sanidad, nutrición, reproducción).
- Revisar los elementos de bienestar animal (manejo en campo y corral, personal bien educado y entrenado, etc.).
- Revisar los aspectos prácticos y económicos de las medidas anteriores, con el fin de asegurar el logro de los objetivos propuestos y la continuidad operativa del rancho.
- Antes de que comience la temporada de reproducción, es importante que el ganado ya tenga una condición corporal (BCS) ideal, que se considera de 5 a 6 para el ganado de carne, para garantizar que puedan llegar los nutrientes necesarios para la reproducción.
- Evitar el uso de bebederos de concreto pero de baja capacidad de almacenamiento de agua, como los tubos de mampostería utilizados para la construcción de puentes de bajo flujo. Estos, y el agua contenida en ellos absorben energía solar que se traduce en disponibilidad de agua demasiado caliente para el ganado, (Román y Manna, 2020).



Figura 44.

- Instalar purgadores (accesorios liberadores de burbujas de aire o de agua en situaciones de presión excesiva) en redes de conducción de agua que puedan manejarse para liberar agua en forma de goteo o pequeños chorros que permitan la formación de pequeños oasis sobre el terreno. Esto puede permitir, en un momento dado, la formación de echaderos “frescos” (Román y Manna, 2020).



Figura 45.

Ejemplo de “purgador” utilizado al construir la red hidráulica de un rancho.

8.8. Carbonato de potasio para la recuperación de niveles de potasio.

Según Echevarría y Miazzo (2002), permite:

- Normalizar la fisiología electrolítica (minerales que tienen carga eléctrica cuando se disuelven en agua o fluidos corporales, incluida la sangre y deben estar en un nivel normal).
- Reactivar la funcionalidad del rumen.
- Reducir la baja en consumo de forraje.



Figura 46.

9. Manejo de la nutrición del ganado, contra el golpe de calor.

La nutrición constituye un valioso elemento para proteger al ganado de los efectos del golpe de calor. Son variados los componentes de los alimentos que el productor puede decidir si incorpora o no, en atención al efecto generador de calor en el animal, durante su ingestión o digestión. Entre estos se pueden citar los siguientes:

❖ El agua deberá:

- Estar disponible y limpia.
- Conducirse de manera ágil y sin fugas ni sobrecalentamientos
- Bebederos no muy grandes pero con buena capacidad de recarga, esto mantiene el agua fresca.

❖ La fibra

- Mantener la fibra digestible neutra en 31-33%.
- De buena calidad.
- Pasturas bien manejadas y de buena calidad. Estas disminuyen la necesidad de usar concentrados (Román y Manna, 2020).

❖ Grasa

- No más de 5% de la dieta. Contiene más calorías que los carbohidratos (2,5 a 3 veces más).
- Menor fermentabilidad

❖ Proteína

- No más de 17%. Altos contenidos de proteína pueden ser perjudiciales para la vaca.
- Reducción de proteína degradable en el rumen como porcentaje del total, de proteína incrementa la producción de leche (Taylor *et al* 1991).
- Calidad de la proteína (Román y Manna, 2020).

10. Consideraciones finales.

- ❖ El ganado bovino cambia su metabolismo para hacer frente al calor y reduce su ganancia de peso.
- ❖ El uso de sombra y, en condiciones más críticas, el uso de microaspersores de agua y el uso de ventiladores, ha contribuido a disminuir el golpe de calor en el ganado bovino para carne.
- ❖ Cuidar la dieta de los animales demostró una significativa baja del golpe de calor.
- ❖ Los animales más susceptibles al golpe de calor son las crías de un mes de nacidas (rango de confort es de 13 a 25° C) y las vaquillas en crecimiento (rango de confort de 0 a 15° C), así como el ganado (vacas) de alta producción ya que este produce un mayor calor interno.
- ❖ Las vacas al final de la gestación, son muy susceptibles al golpe de calor.
- ❖ Los bovinos en condiciones raquíticas, dado su nivel bajo de defensas, tienen mayor susceptibilidad a sufrir un golpe de calor. Por consecuencia, la atención a las crías, las vaquillas y las vacas flacas y viejas, es prioritaria.

11. Conclusiones

1.- Si el ganado bovino pudiera mantener constante su temperatura corporal, dentro de su Zona de Confort, podría tener mínimos costos fisiológicos y máxima productividad. Este es uno, de muchos factores que, **obligadamente**, deben considerarse en el plan de operación de la empresa ganadera.

2.- En cuanto al ganado bovino de carne, la reproducción es directamente afectada por los factores climáticos del rancho, particularmente la temperatura caliente, la alta humedad relativa del aire y del suelo, la alta y prolongada radiación solar, y la baja velocidad del viento.

3.- El ganado bovino que sale de su zona de confort y es sometido a los factores climáticos antes señalados, y entra en estado de estrés térmico, manifiesta diferentes reacciones, como cambios de comportamiento, cambios fisiológicos, cambios hormonales y cambios en los patrones de alimentación, los cuales repercuten directamente en una baja eficiencia reproductiva y un pobre desempeño en el corral de engorda.

4.- Los efectos del golpe de calor, en el animal, pueden ser pronosticados y minimizados mediante el adecuado uso de la información disponible, que incluye la genética del animal, el clima, el manejo reproductivo, el manejo nutricional y el grado de protección, natural o artificial, que se procure al ganado, básicamente.

12. Bibliografía consultada

Aello M., J. Armendano, V. Jankovic, B. Gartía., 2018. Sombra para mejorar el engorde en el corral. Sitio Argentino de Producción Animal. Argentina.

Arias, R.A., 2006. Environmental factors affecting daily water intake on cattle finished in feedlots. Master Thesis. University of Nebras, Linconl, Nebraska, USA.

Arias, R.A., P.C. Escobar, J.L., Amundson, T.L. Mader, y R.J. Rasby. 2008. Environmental effects on pregnancy rate in beef cattle. J. Anim. Sci. 84, 3415-3420. USA.

Balam, M., 2024. Más de 500 animales han muerto en Jalisco a causa del calor. Periódico el Occidental. Jalisco México.
<https://www.eloccidental.com.mx/local/mas-de-500-animales-han-muerto-en-jalisco>.

Bilby, CR., J.F. Bader, B.E. Salfen, R.S. Youngquist, C.N. Murphy, H.A. Garverick, et al. Plasma GH., 1999. IGF-I and conception rate in cattle treated with low doses of recombinant bovine GH. Theriogenology 1999; 51:1285-1296. USA.

Brandon M., N. Thompson, J. Gray., 2024. ¿Qué es el fenómeno El Niño, por qué ocurre y qué efectos puede producir?. Cable News Network.
<https://cnnespanol.cnn.com/2024/02/09/que-es-nino-fenomeno-por-que-ocurre-efectos-trax/>.

Cartmill, J.A., S.Z. Zarkouny, B.A. Hensley, T.G. Rozell, J.F. Smith, J.S. Stevenson. 2001. Un protocolo alternativo de reproducción mediante IA para vacas lecheras expuestas a temperaturas ambiente elevadas antes o después del parto o ambos. Revista de ciencia láctea. USA.

Caione J.C. 2016. Golpe de calor en bovinos: cuales son los síntomas. Laboratorio 9 de Julio. Buenos Aires, Argentina.
C.S.V, 2019. ¿Qué es golpe de calor?. Clínica Veterinaria Silla. València, España.

Echevarría, A. I., R. Miazzo. 2002. El ambiente en la producción animal. Cursos de Producción Animal, FAV UNRC. www.produccion-animal.com.ar.

García, R. 2021. La Termorregulación. Universidad Cooperativa de Colombia. <https://www.studocu.com/co/document/universidad-cooperativa-de-colombia/disenio-experimental/termoregulacion-ensayo/12203999>.

Góngora A., A. Hernández., 2010. Las altas temperaturas ambientales afectan la reproducción en la vaca. Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica. rev.udcaactual.divulg.cient. vol.13 no.2. Bogota, Colombia.

Hegeman R., 2022. Ola de calor deja 2.000 reses muertas en Kansas. Periodico "Los Angeles Times". EUA.
<https://www.latimes.com/espanol/eeuu/articulo/2022-06-16/ola-de-calor-deja-2-000-reses-muertas-en-kansas>.

IICA, 2023. El cambio climático. Instituto interamericano de cooperación para la agricultura. <https://iica.int/es/programas/cambio-climatico>.

Leyva, J. C., M. G. Thomas, G. Rincón, J. F. Medrano, A. Correa, L. Avendaño, D. M. Hallforde, F. Rivera, P. Luna., 2016. Enfriamiento al inicio de verano para mitigar el estrés por calor en vacas Holstein del noroeste de México. Revista mexicana de ciencias pecuarias. ISSN 2448-6698. Mexico.

Molina I., 2016. Conducción de Calor. Intelligy.
<https://intelligy.com/blog/2016/11/21/solidworks-flow-simulation-lucha-contra-el-fuego-del-dragon/>.

Muñoz Ch., J. Gómez, A. Ligia, C. C. Rojas, J. A. Orjuela, A. F. Valencia. 2018. Sombra para mejorar el engorde en el corral. Sitio Argentino de Producción Animal. Argentina.

Odeón, M.M., S.A. Romera., 2017. Estrés en ganado: causas y consecuencias. Instituto de Virología, CICVYA-INTA. Buenos Aires, Argentina.

O.M.S., 2003. ¿Qué es el estrés?. Organización Mundial de la Salud.
https://www.who.int/es/news-room/questions-and-answers/item/stress?gad_source=1&gclid=CjwKCAjwmYCzBhA6EiwAxFwf gNpja_JB7134LORpmzFjEzq96bTna3VwlJv3ujY8EDqxHGuls91okRoCOGc QAvD_BwE

Osuna, E., 2022. La temperatura ha roto récord en esta región de Estados Unidos y provocó el fatal acontecimiento. Diario Del Yaqui.
<https://diariodelyaqui.mx/internacional/video-calor-extremo-mata-400-vacas-de-un-solo-golpe/58434>.

Pérez, L. R., 2023. Estrés calórico en ganado lechero I: sus componentes y sus efectos. Grupo Nutec. México.

RAE, 2019. Real Academia Española. Definiciones. <https://www.rae.es/>

Roca, A. J., 2011. Efecto del estrés calórico en el bienestar animal, una revisión en tiempo de cambio climático. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix. Ecuador.

Román, L., y A. Manna, 2020. Estrés Calórico: Medidas prácticas para combatirlo. Fondo de Promoción de Tecnología Agropecuaria. Uruguay.

Silvia L.C., R. Ramírez, G. Aranda, M. E. Ortega, J. C. García. 2019. Indicadores de estrés en bovinos por el uso de prácticas de manejo en el embarque, transporte y desembarque. Revista mexicana de ciencias pecuarias. Mexico.

Tavira C., 2023. Tipos de Transferencia de Calor: Diferencias y Recomendaciones. Nutec Fibratec.
<https://nutec.com/es/newsroom/articulos/tipos-de-transferencia-de-calor>.

Halleux V., 2023. Hacia una atmósfera más limpia en Europa. Parlamento Europeo.
[https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/ATAG/2023/751388/EPRS_ATA\(2023\)751388_ES.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/ATAG/2023/751388/EPRS_ATA(2023)751388_ES.pdf).