



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

EFFECTOS DEL ESTRÉS CALÓRICO EN BOVINOS DE LECHE Y SU
INFLUENCIA PRODUCTIVA

VEGA CUEVA SANTIAGO JAVIER
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

MACHALA
2021



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**EFFECTOS DEL ESTRÉS CALÓRICO EN BOVINOS DE LECHE Y SU
INFLUENCIA PRODUCTIVA**

**VEGA CUEVA SANTIAGO JAVIER
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**MACHALA
2021**



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

EXAMEN COMPLEXIVO

EFFECTOS DEL ESTRÉS CALÓRICO EN BOVINOS DE LECHE Y SU INFLUENCIA
PRODUCTIVA

VEGA CUEVA SANTIAGO JAVIER
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

ALVAREZ DIAZ CARLOS ARMANDO

MACHALA, 21 DE SEPTIEMBRE DE 2021

MACHALA
21 de septiembre de 2021

TRABAJO PRÁCTICO COMPLEXIVO SANTIAGO VEGA - 2 *por Santiago Vega*

Fecha de entrega: 07-ago-2021 06:10p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1628852464

Nombre del archivo: TURNITIN_SANTIAGO_VEGA-_2.docx (5.07M)

Total de palabras: 6104

Total de caracteres: 32068

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, VEGA CUEVA SANTIAGO JAVIER, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado Efectos del estrés calórico en bovinos de leche y su influencia productiva, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 21 de septiembre de 2021



VEGA CUEVA SANTIAGO JAVIER
0750044703

DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico principalmente a Dios, por haberme dado la vida, la fuerza y la voluntad para permitirme llegar hasta esta etapa de mi formación profesional y nunca soltarme de su mano. A mi madrecita RODA CUEVA por siempre apoyarme en toda mi carrera profesional por brindarme su apoyo incondicional incluso en momentos difíciles por enseñarme a no renunciar fácilmente. A mi padre porque en su momento pudo confiar en mí y sé que donde quiera que este se va a sentir orgulloso de mí por haber logrado un éxito más en la vida. A mi familia en especial a mi tío el cual siempre confío en mí y siempre estuvo dispuesto ayudarme en todo momento. A mis verdaderos amigos quienes me dieron ánimos para seguir luchando por lo que en realidad me gustaba. A ciertos compañeros y compañeras que estuvieron conmigo en esta etapa de mi vida y nos supimos brindar apoyo, pero sobre todo a alguien muy especial el cual siempre estuvo presente desde el inicio hasta el fin de mi carrera universitaria y nunca me abandono me brindo toda su confianza, su apoyo y cariño.

Santiago Javier Vega Cueva

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por protegerme durante todo mi camino y darme fuerzas para superar obstáculos y dificultades a lo largo de toda mi vida.

A mi madre Roda Cueva, por ser la persona que me ha acompañado durante todo mi trayecto estudiantil y de vida, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional sin importar nuestras diferencias de opiniones, por enseñarme a nunca rendirme y por nunca dejarme solo.

A mi tío Efraín Cueva, quien, con su ayuda, cariño y sus sabios consejos ha sabido guiarme para culminar mi carrera profesional y por demostrarme siempre que puedo contar con su apoyo

Le agradezco a una persona especial en mi vida la cual quiero y valoro mucho, que ha sabido apoyarme desde el inicio y fin de mi carrera para continuar y nunca renunciar, por compartir experiencias buenas y malas hacerme vivir momentos de alegrías y tristezas, gracias por su cariño incondicional y por su apoyo en mi vida universitaria.

También deseo expresar mi agradecimiento a mi tutor, al Dr. Carlos Armando Álvarez por toda la colaboración brindada durante la elaboración de esta investigación, gracias por su valiosa guía y asesoramiento a la realización de la misma.

A la Dra. Lorena Zapata le doy las gracias por su tiempo, por su apoyo y por haber compartido conmigo sus conocimientos y sobre todo su amistad.

Santiago Javier Vega Cueva

RESUMEN

El estrés calórico simboliza uno de los factores principales en el medio ambiente que afecta negativamente en el rendimiento productivo del ganado vacuno. El estrés por calor tiene un efecto muy significativo en todas las especies de ganado provocando demasiadas pérdidas económicas y además mucha preocupación en lo que respecta al bienestar animal. El estrés afecta tanto la cantidad como la calidad de leche producida, además de tener efectos negativos sobre la producción y la reproducción del ganado lechero, siendo más agresivo sobre los animales de alto potencial productivo.

Las condiciones ambientales, principalmente la elevada temperatura y humedad relativa en vacas lecheras ocasiona un impacto negativo sobre su producción y comportamiento. El estrés por calor es producido por el aumento en la temperatura ambiental, provocando que el animal pierda el equilibrio biológico entre la generación del calor metabólico y su disipación al ambiente o termorregulación.

La disminución de la producción de leche en animales que se encuentran en diferentes situaciones de estrés por calor se debe a que el consumo de alimento disminuye, mientras que las necesidades de energía del animal aumentan. Además, el estrés por calor reduce la concentración de grasa y de la proteína de la leche, inhibe la conducta de rumia y produce inmunodepresión, incrementando por lo tanto la incidencia de algunas enfermedades.

Finalmente, el estrés calor reduce drásticamente los índices reproductivos, ya que al disminuir la síntesis y liberación de las hormonas LH y GnRH, inhibe la ovulación y la expresión de la conducta de estro.

PALABRAS CLAVES: Estrés calórico, temperatura, bovinos de leche, condiciones ambientales, producción de leche, termorregulación.

ABSTRACT

Heat stress symbolizes one of the major factors in the environment that negatively affects the productive performance of cattle. Heat stress has a very significant effect on all livestock species causing too much economic losses and also much concern regarding animal welfare. Stress affects both the quantity and quality of milk produced, in addition to having negative effects on production and reproduction of dairy cattle, being more aggressive on animals with high productive potential.

Environmental conditions, mainly high temperature and relative humidity in dairy cows, have a negative impact on their production and behavior. Heat stress is produced by the increase in environmental temperature, which causes the animal to lose the biological balance between metabolic heat generation and its dissipation to the environment or thermoregulation.

The decrease in milk production in animals under different heat stress situations is due to the fact that feed intake decreases, while the animal's energy needs increase. In addition, heat stress reduces milk fat and protein concentration, inhibits rumination behavior and produces immunosuppression, thus increasing the incidence of some diseases.

Finally, heat stress drastically reduces reproductive indices, since it decreases the synthesis and release of LH and GnRH hormones, inhibits ovulation and the expression of estrous behavior.

KEY WORDS: Heat stress, temperature, dairy cattle, environmental conditions, milk production, thermoregulation.

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCION	8
1.1. OBJETIVO GENERAL	9
2. DESARROLLO	10
2.1. LA TEMPERATURA Y SU IMPORTANCIA	10
2.2. CLASIFICACIÓN DE ANIMALES CONFORME SU TEMPERATURA	11
2.2.1. Animales Poiquilotermos	11
2.2.2. Animales Homeotermos	11
2.3. BALANCE TÉRMICO Y TERMORREGULACIÓN	12
2.4. ANIMALES DE PRODUCCIÓN Y SUS MECANISMOS FISIOLÓGICOS DE LA TERMORREGULACIÓN	14
2.5. OBTENCIÓN DE CALOR DE LOS BOVINOS DE LECHE	15
2.6. ESTRÉS CALÓRICO: DEFINICIÓN Y SUS COMPONENTES	15
2.7. RECONOCIMIENTO DEL ESTRÉS POR CALOR	17
2.8. PRINCIPALES EFECTOS DEL ESTRÉS CALÓRICO	18
2.8.1. Alteraciones en los estándares de Alimentación.....	18
2.8.2. Efectos sobre el Comportamiento	19
2.8.3. Efectos sobre la Nutrición.....	19
2.8.4. Efectos sobre la Inmunidad.....	20
2.8.5. Efectos sobre el Crecimiento.....	20
2.8.6. Alteraciones Fisiológicas.....	21
2.8.7. Trastornos en la Reproducción	21
2.9. MECANISMOS FISIOLÓGICOS DE CONTROL DE LA TEMPERATURA EN EL ESTRÉS CALÓRICO	23
2.10. EFECTOS DEL ESTRÉS CALÓRICO SOBRE EL DESEMPEÑO PRODUCTIVO EN BOVINOS DE LECHE	24
2.10.1. Efectos del estrés calórico en la producción de leche.....	24
2.10.2. Efectos del estrés calórico en la composición de la leche	26
2.11. MEDIDAS PARA REDUCIR EL ESTRÉS TÉRMICO EN RUMIANTES ...	27
3. CONCLUSIONES	29
4. BIBLIOGRAFÍA	30

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Animales Poiquilotérmos	11
Ilustración 2. Animales Homeotermos	12
Ilustración 3. Balance térmico del ganado bovino.	13
Ilustración 4. Índice de Temperatura - Humedad (ITH)	14
Ilustración 5. Mecanismos comportamentales, fisiológicos y productivos consecuencia del estrés térmico.	19
Ilustración 6. Efecto del estrés calórico en la reproducción.	22

1. INTRODUCCION

Los Bovinos son animales endotérmicos al igual que todas las especies de mamíferos, es decir; son organismos que pese a las fluctuaciones en la temperatura ambiental tienen la capacidad de mantener la temperatura corporal relativamente constante.

Esta homeostasis es importante para muchos procesos fisiológicos y reacciones bioquímicas que se encuentran relacionados con el normal metabolismo; sin embargo cuando se altera la homeostasis frente a cualquier tipo de cambios medioambientales pueden desencadenar “estresores”. El estresor describe cada una de las cargas o exigencias externas que pueden ocasionar reacciones de estrés.

Las distintas variaciones de temperatura, fotoperiodo y la disponibilidad del alimento son algunas de las diferentes causas que influyen y pueden afectar directamente en el desarrollo biológico de los bovinos.

El estrés por calor generalmente se origina cuando los organismos de los animales no tienen la capacidad de disminuir su temperatura corporal y de superar el calor que existe. Por tal razón, la temperatura del cuerpo del animal se eleva ocasionando distintos efectos fisiológicos como los trastornos nutritivos, afligiendo su sistema gastrointestinal y metabólico.

Las primeras alteraciones que se evidencia en un bovino que se encuentra expuesto a elevadas temperaturas, es un incremento de su frecuencia respiratoria, acompañado de un notable aumento de la temperatura. Al incrementarse el ritmo respiratorio también se incrementa la ventilación de aquellas vías por donde circula el aire ayudando a la evaporación de aquellas zonas húmedas (boca, lengua y vías nasales). Por motivo de este tipo de enfriamiento de todas aquellas superficies, también se enfría la sangre que circula por dichas zonas.

Una vez que el estrés calórico se prolonga se puede dar la disminución de los valores de producción de hasta un 20%. A nivel reproductivo el estrés calórico, afecta negativamente la expresión del celo, se incrementa la mortalidad embrionaria y se produce la disminución de la tasa de concepción temporariamente.

1.1. OBJETIVO GENERAL

Valorar los efectos del estrés calórico en bovinos de leche y su influencia productiva, debido a que esta condición altera los mecanismos de termorregulación que afectan el bienestar animal lo que genera cambios metabólicos y hormonales que se ven reflejados sobre la producción-reproducción.

2. DESARROLLO

2.1. LA TEMPERATURA Y SU IMPORTANCIA

A partir de la perspectiva de la física se define que temperatura es una de las características la cual indica los balances de energía calórica dentro de un cuerpo, por lo tanto, energía calórica simboliza toda la energía de un objeto (11).

Es fundamental conocer sobre la temperatura el cual desempeña uno de los papeles más importante sobre la bioquímica y fisiología de los organismos en los animales el cual se pueda saber su comportamiento, habitud de aquellos, en reacción a esto se puede decir que los animales han logrado desarrollar varias estrategias térmicas como conductual, fisiológicas y químicas que permiten fijar la temperatura corporal compatibles con la vida del animal, esto nos indica que existen dos tipos de temperatura como la temperatura del ambiente la que proviene del medio ambiente exterior y también la Corporal la cual es resultado del metabolismo interior del animal (29).

Corrales (11) manifiesta que, el factor fisiológico es el más importante en la fisiología termal de los animales ya que la temperatura del cuerpo es simplemente un efecto de la energía termal que las moléculas del cuerpo del animal conserva el cual sostiene un equilibrio entre la pérdida de calor y el calor corporal

Se encuentran causas que pueden modificar las temperaturas del cuerpo de los animales tales como: el ambiente, edad, la época del año, sexo, ciclos estrales, al momento de ingerir los alimentos y hacer la digestión, al momento del pastoreo y su desgaste físico, etc. (19).

2.2. CLASIFICACIÓN DE ANIMALES CONFORME SU TEMPERATURA

2.2.1. Animales Poiquiloterms

Son animales que tienen la sangre exotérmica o fría debido a la temperatura de su medio ambiente, son animales con organismo bradimetabólicos que quiere decir que tienen una menor termogénesis comparados a las aves y los animales mamíferos por lo tanto necesitan un mínimo rendimiento del calor el cual les permita sobrevivir en un ambiente inadecuado con temperaturas ambientales no aptas para su cuerpo (14).

Es fundamental saber que la temperatura de estos animales está influenciada por las temperaturas ambientales, pero esto no quiere decir que los animales no puedan controlar su temperatura corporal propia, esto se debe a que manejan mecanismos fisiológicos que hacen cambios fundamentales a razón de su armónica térmica, animales como, por ejemplo: reptiles, peces y anfibios (11).



Ilustración 1. Animales Poiquilotérmicos

Fuente: Drescher, 2015 (14)

2.2.2. Animales Homeotermos

Son animales de sangre caliente o endotermos, son animales que tienen mejorado su sistema de termorregulación logrando mantener una temperatura firme, dentro de ellas se encuentran las aves y los reptiles teniendo como características el mantenimiento de la temperatura corporal, además tiene la capacidad de conservar la temperatura regular independiente a las temperaturas del entorno ambiental logrando obtener en su

organismos energía calórica para poder aumentar la temperatura a un nivel superior del medio ambiente en el que se encuentre, se manifiesta que estos animales dependen del metabolismo térmico que permita generar calor para logra sobrevivir (13).



Ilustración 2. Animales Homeotermos

Fuente: Sanmiguel & Díaz, 2011 (31)

2.3. BALANCE TÉRMICO Y TERMORREGULACIÓN

Es primordial saber que el balance térmico juega un papel fundamental ya que es un proceso importante en donde el animal puede encontrar un equilibrio entre la perdida y ganancia del calor, de esta forma la temperatura interna no logra pasar los limites inferiores y superiores de la zona de confort térmico, de tal manera que el estrés calórico se va a producir cuando el balance sea positivo, por lo tanto es fundamental que actúen los mecanismos de regulación para poder lograr un nuevo equilibrio interno (32).

Dentro de este balance se encuentra la perdida y ganancia de peso el cual se lo puede clasificar en dos grupos, internas y externas, en lo que respecta a la carga calórica interna, es capaz de lograr la detección de la energía producida por el propio organismo del animal, mientras que en la carga calórica externa se encarga de detectar los mecanismos de transferencia del calor entre el animal y su ambiente mediante mecanismos como: radiación, conducción y convección que representan la ganancia tanto como perdida, mientras que la evaporización representa solo la perdidas (13).

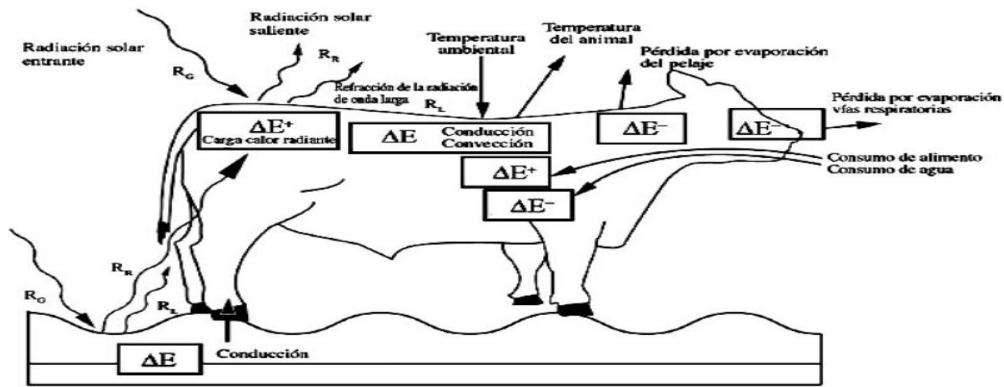


Ilustración 3. Balance térmico del ganado bovino.

Fuente: Arias, Mader, & Escobar, 2008 (4)

Los animales mamíferos tienen la capacidad de termorregularse, por lo tanto, pueden mantener una temperatura corporal constante, para la vaca lechera, aquella temperatura es alrededor de $38,8\text{ }^{\circ}\text{C}$; se reporta que para la vaca lechera la zona de confort va desde 5 a 20 grados Celsius, en esta zona el animal llega a regular su temperatura sin tener la necesidad de invertir energía adicional (8).

En el caso de las vacas lecheras, los valores de 68 a 71 de ITH se empieza a ocasionar efectos negativos por estrés calórico, el ITH es un índice que logra combinar la humedad y las temperaturas en donde se encuentran expuestos estos animales; Es importante saber que existen escalas que nos indican los niveles del estrés calórico en el cual tenemos rangos dentro de 72 a 79 el cual es considerado como un estrés moderado, rango de 80 hasta 89 el cual pasa de ser un estrés moderado a severo y un último rango el cual nos indica un estrés incluso letal y se encuentra entre un rango de 90 hasta 98 (24).

El ITH siempre fue expuesto inicialmente para medir los grados de estrés en los humanos, por lo tanto, se ha logrado modificarlo para poder adaptarlo en muchas especies, entre una de ellas los Bovinos (29).

Es importante mencionar que en ganado lechero entre cada unidad del índice de Temperatura de Humedad está por arriba del 72 debido a la producción de la leche el cual disminuye hasta entre 0,2 kg por cada vaca en el día (25).

ITH <68	Índice de confort No estrés
ITH 68 - 71	Umbral de estrés calórico 60 a 75 resp./min., Temperatura corporal excede 38.5°C
ITH 72 - 79	Estrés moderado 75 a 85 resp./min., Temperatura corporal excede 39°C
ITH 80 - 89	Estrés moderado a severo 85 a 120 resp./min., Temperatura corporal excede 40°C
ITH 90 - 98	Estrés severo 120 a 140 resp./min., Temperatura corporal excede 41°C
ITH >98	Estrés grave Elevada mortalidad

Ilustración 4. Índice de Temperatura - Humedad (ITH)

Fuente: La Manna, Román, Bravo, & Aguila, 2014 (1)

2.4. ANIMALES DE PRODUCCIÓN Y SUS MECANISMOS FISIOLÓGICOS DE LA TERMORREGULACIÓN

Es de suma importancia saber que los animales endotermos a través de cambios de mecanismo comportamentales y fisiológicos permiten mantener la temperatura corporal dentro de un rango más duradero (32).

Sara (32) menciona que, existen 3 fases de mecanismo fisiológicos como:

- **SENSACIONES TÉRMICAS:** Las cuales son recibidas por termorreceptores, estos a su vez se encuentran localizados en distintas capas térmicas, dichos termorreceptores de frío y calor perciben alteraciones del ambiente enviando estímulos a las áreas del hipotálamo y los sensores corticales, medula espinal, conductos venosoarteriales y órganos abdominales.
- **REGULACIÓN CENTRAL:** Es importante saber que la regulación central es buena en las primeras etapas de la vida, pero muestra un desorden en los cuadros patológicos o en la vejez, la zona preóptica hipotalámica se observa mediante la circulación propia de la zona la temperatura interna.
- **RESPUESTAS EFERENTES:** Se debe de recalcar que en la región hipotalámica se logra dar las respuestas aferentes externos como lo que podría ser el cambio de

temperatura, en donde nos indica que la temperatura corporal cambie a unas décimas de grados mediante estos estímulos.

Corrales (11) manifiesta que, la temperatura corporal y su disminución realiza las siguientes respuestas:

- Por alteración de neuronas somatomotoras los cuales inducen los temblores musculares.
- Se crea vasoconstricción cutánea por alteración de neuronas vasomotoras.
- Aumenta el metabolismo basal por las alteraciones de las neuronas simpáticas.
- Se produce piloerección por alteración de las neuronas simpáticas pilomotoras.
- Se anula la sudoración por la inhibición de neuronas simpáticas sudomotoras.
- Se aumenta la producción de hormonas tiroidea debido al aumento de la producción de hormonas liberadoras de tirotrópina.

2.5. OBTENCIÓN DE CALOR DE LOS BOVINOS DE LECHE

Además del suministro del calor que proviene del entorno ambiental, los bovinos de leche producen una importante proporción de calor en el interior del cuerpo, a consecuencia de la rumia y también por el metabolismo del animal; por ejemplo, una vaca de mayor producción que de más de 30 L día tiene la posibilidad de generar entre 1,32 a 1,76 kWh de calor, la difusión calórica de un bovino de leche que produce 19 L diariamente es 27% mayor a la que tiene una vaca seca, comparando a la productividad de una vaca lechera que da 32 L diariamente es 48% superior” la combinación de la aportación del medio ambiente y la producción de calor que se genera internamente, afectan de forma directa en el animal, provocando una situación de estrés por calor (15).

2.6. ESTRÉS CALÓRICO: DEFINICIÓN Y SUS COMPONENTES

El estrés calórico se define como el impacto del entorno ambiental que efectúa una reacción hacia el organismo de un animal mediante una regulación de un sistema con el único objetivo de regresar a la conformidad del animal (1).

El estrés por calor tiene efecto muy expresivo en las especies del ganado Bovino provocando demasiado daño económicos y además preocupación al respecto del bienestar del animal (30). Es la anestesia por calor el que logra experimentar los bovinos, el cual no se requiere sólo de la temperatura ambiental, sino también de la temperatura positiva (5).

También se puede decir que el estrés calórico se puede producir en el animal cuando este supera su límite principal en la zona termoneutral y se empieza alterar su temperatura corporal y su tasa metabólica basal, la exageración de calor causa un problema en la productividad, reproductiva, aptitud, y la sanidad de los animales (17).

Los factores climáticos más destacados para determinar el estrés calórico en el ganado bovino son: Humedad Relativa, la Radiación, La Temperatura Ambiental y la Rapidez del Aire (33).

Calor Metabólico: Se puede definir como el calor causado por los fenómenos químicos provocadas dentro del organismo del animal mediante el desarrollo metabólico celular, producida por una fermentación ruminal (24).

Radiación Solar: Es el impacto del peso global del calor en el organismo del animal mediante la observación de la frecuencia respiratoria, aumentando el estrés calórico del animal (4). El calor que es absorbido por la radiación solar depende solo de la temperatura del cuerpo del animal, el tiempo en que se exponga el cuerpo a la radiación y la intensidad de cómo se encuentre el sol (24).

Temperatura Ambiental: Aun cuando las temperaturas son inestables puede haber temple optimas y confortable donde el ganado se va a sentir bien, con respecto al ganado lechero para que se sienta en una zona de confort la temperatura se debe encontrar entre los 5°C y 20°C con diferencia al ganado de carne según su raza puede variar entre los 16°C y 27°C su zona de confort (24).

Humedad Relativa: Es el relato que se encuentra entre la máxima proporción del vapor de agua en el aire que contiene y la capacidad de abarcar a determinadas temperaturas, la

cual se encuentra medida en porcentaje (1). Esta humedad relativa va afectar directamente a la eficiencia y capacidad del animal para la eliminación del calor mediante la respiración y transpiración, un aumento de la humedad puede reducir la condición de la evaporización del calor en la piel por medio de la respiración del animal, todo esto esta negativamente relacionado con el consumo del agua (29).

Velocidad Del Tiempo: El Aire puede disminuir los efectos del estrés por calor del animal, ayudando a la disipación del calor por medio de la convección y así facilitar la evaporación, cuando el impacto del viento aumenta el traspaso del calor es más eficaz en animales con piel húmeda comparados a los animales con piel seca (23).

2.7. RECONOCIMIENTO DEL ESTRÉS POR CALOR

Uno de los indicadores importantes para saber cuándo intervenir en problemas graves es cuando la frecuencia respiratoria esta más de 80 resp/min, una de cada veinte vacas que presenta un jadeo constante pueden dar indicaciones de este tipo de problemas, la tasa respiratoria y el jadeo son aquellas variables que se evidencian con facilidad, no es necesario la utilización de tecnologías caras, las vacas con los signos de jadeo tienen la boca abierta con lengua afuera y babeo continuo, en producción se puede estimar el porcentaje de jadeo calculando el número total de animales que presentan los signos cada 30 minutos cuando el día sea muy cálido (9).

Con respecto a la tasa de respiración, los registros de este parámetro toman más tiempo para realizarlos, debe ser necesario que se compruebe cada hora, para poder conseguir las medidas exactas de las muestras de 15 vacas, el babeo es uno de los principales signos útiles ya que es más común que el jadeo, todo esto se complementa con las tasas de respiraciones altas; en un experimento de una granja de alta producción se ha podido observar que las vacas que banean llegan a tener tasas de aproximadamente 100 resp/min, en comparación del -25% con vacas que no se encuentran baneando (5).

2.8. PRINCIPALES EFECTOS DEL ESTRÉS CALÓRICO

2.8.1. Alteraciones en los estándares de Alimentación

Los animales que se encuentran sometidos a reducidos tiempos de calor, tienen la posibilidad de tener una disminución en su CMS, es decir; el consumo diario de materia seca, esto sucede principalmente cuando se les suministra dietas de mayor densidad de energía (21).

La afectación del medioambiente en la ingestión voluntaria de alimento ha sido bien documentada, predominando que exista una relación opuesta entre el consumo de los alimentos que se da de forma voluntaria con la temperatura del ambiente; en cambio, la información que se da, en relación a las consecuencias de otras causas ambientales con respecto a la ingesta de alimento voluntario, es de forma limitada (5). Las situaciones ambientales perjudican de inmediato a la exigencia energética requerida para la mantención del animal, tanto como para que se realicen las acciones de muchas actividades fisiológicas y también la conducta animal, siendo esenciales para ayudar a enfrentar a las condiciones desfavorables que se dan en el clima (4).

La reducción del alimento consumido es un instrumento adaptativo, utilizado para disminuir el calor producido, el cual es originado tanto por la digestión y el calor metabólico, dicha disminución del CMS puede lograr ser de 10 a 20% esto se da una vez que la temperatura ambiental es mayor a 26°C, pero existe la posibilidad de que puede llegar a ser de 30 a 50% con temperaturas realmente superiores” (24). La reducción de la energía neta disponible en conjunto con el aumento del gasto de la energía en condiciones de estrés calórico provoca que los bovinos pasen a un balance negativo energético (10).

Máscolo (24) manifiesta que, la disminución del consumo de alimento se encuentra asociado a la limitada asimilación de nutrientes, a la disminución ruminal, también a la baja disponibilidad de energía y de nutrientes, aumento de los requerimientos de mantenimiento, trastornos del sistema endócrino y disminución de la efectividad productiva ya que la energía que el animal utiliza, es el resultado de la energía de producción.

2.8.2. Efectos sobre el Comportamiento

El porcentaje de las vacas tumbadas disminuyen cuando las temperaturas incrementan y superan los 27°C , aumentando el número de animales de pie en el área de alimentación en una postura donde se les facilita la eliminación del calor, mediante un experimento en una granja al observar la duración del comportamiento de las vacas acostadas se podía observar cómo disminuyen durante el día con sentido contrario al aumento del ITH y se podía observar que el comportamiento de descanso durante la noche no se veía afectado (34).

2.8.3. Efectos sobre la Nutrición

Por motivo del estrés calórico existe la variación de signos como lo son la salivación excesiva, jadeo, hipertermia, es decir; la temperatura mayor a 38,5°C, aumento de frecuencia respiratoria, resistencia a desplazarse, problemas digestivos, menor consumo de alimentos, existe también la afectación en la nutrición, esto ocurre porque existe una elevación en el medio ambiente, por esta razón los bovinos tratan de disminuir su producción de calor a través de la anorexia o inapetencia facultativa (15).

Dicha disminución del consumo alimenticio es un medio utilizado para ayudar a la reducción de la carga térmica, por lo tanto, se evidencia en su conducta al momento del pastoreo, por que al momento de que el animal comienza a pastar menos, se comienza a reducir el consumo de alimentos lo que ocasiona que la fermentación a nivel ruminal disminuya, lo cual provoca más pérdida de saliva y minerales “sodio y potasio” generando una acidosis ruminal por los mismos efectos de la pérdida de saliva (23).

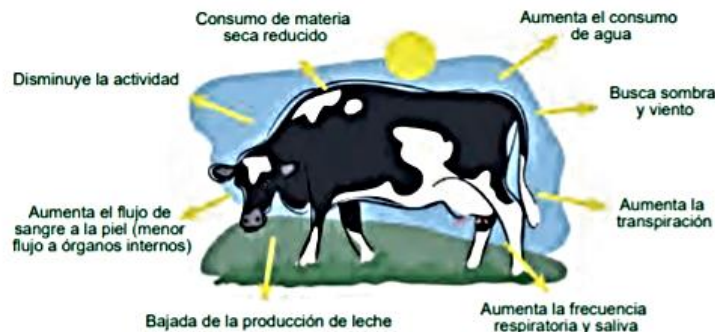


Ilustración 5. Mecanismos comportamentales, fisiológicos y productivos consecuencia del estrés térmico.

Fuente: Lima, Araújo, Cantalapiedra, & Pedernera, 2014 (20)

2.8.4. Efectos sobre la Inmunidad

El estrés térmico también puede llegar a comprometer o afectar el sistema inmunitario del animal, los bovinos de leche son más predispuestos a padecer de mastitis y metritis mientras dura el periodo de verano generado por la proliferación bacteriana en tejidos y en los ambientes que se encuentran con temperaturas elevadas y además es consecuencia de la reducción inmunitaria de los animales (18).

En este caso se provoca un aumento en la producción de catecolaminas y glucocorticoides que afectan y alteran a la respuesta del sistema inmunológico deprimiendo el sistema inmune adaptativo e innato (18).

2.8.5. Efectos sobre el Crecimiento

Para que el organismo tenga un correcto funcionamiento, necesita un aporte energético necesario para que de esta manera se pueda cumplir normalmente con sus funciones vitales; cierta parte de aquella energía se conserva para suplir las necesidades del animal, como las del correcto crecimiento, es decir para el anabolismo; no obstante, las hormonas que son liberadas durante el estrés tienen un efecto preferentemente catabólico (5).

Las catecolaminas pueden llegar a elevar el uso de oxígeno que proviene del metabolismo basal, destacando la degeneración tanto del glicógeno hepático como del muscular, estimulando la emisión de proteínas y de los ácidos grasos presentes (12).

En cambio, la osificación es afectada por la presencia de glucocorticoides, al que, además como una causa menor de una absorción intestinal de calcio y también de un aumento de la excreción de orina del mismo, provoca una hipocalcemia que es contrarrestada por un incremento de la secreción que proviene de la paratormona (paratiroides), por lo tanto para retirar todos los niveles de calcio sanguíneos, lo debe conseguir directamente de los huesos, provocando que se agrave el problema por una reabsorción ósea (11).

2.8.6. Alteraciones Fisiológicas

Las alteraciones fisiológicas principales que se pueden lograr observar al momento de examinar un bovino que se encuentra estresado son: aumento de las frecuencias cardíaca y respiratoria además de una elevada temperatura corporal, este tipo de variaciones reflejan la puesta en funcionamiento de los diferentes tipos de medios o maneras que el animal puede llegar a utilizar para disipar el excedente de calor, aun cuando el éxito dependerá en mayor medida de la humedad ambiental (35).

Cuánto más elevada es la humedad más se impide la eliminación del calor a través de las vías respiratorias y por supuesto a través de la piel, presentando en casos de estrés calórico notables alteraciones o variaciones en su medio interno que amplían significativamente las probabilidades de enfermedad y muerte en los animales (35).

2.8.7. Trastornos en la Reproducción

El estrés calórico puede afectar negativamente a la duración, expresión del celo, flujo sanguíneo uterino, desarrollo del embrión, al crecimiento fetal, cabe recalcar que las novillas no pueden ser susceptibles a este estrés calórico ya que en ellos existe un aumento térmico tan elevado dado a que su metabolismo es menor (19).

Corrales (11) manifiesta que, cuando sucede la activación o la acción del eje de la hipófisis corteza suprarrenal existen muchos efectos que se los consideran negativos con respecto a la secreción proveniente de las hormonas hipofisarias, las cuales tienen la capacidad de controlar que los órganos sexuales funcionen correctamente (las gonadotropinas).

En el caso de las hembras, cuando se administra la ACTH en toda la fase de maduración de los folículos, esto provoca que se interrumpa la etapa de ovulación y ocasiona la aparición de los llamados folículos quísticos, porque se afecta la descarga hormonal que generalmente es la que provoca que se de paso a la ruptura folicular (LH o Luteotrofina); por el contrario, en los machos, la administración de los llamados ACTH o de corticoesteroides, provocan la reducción de la generación de andrógenos a través del testículo (25).

En el caso de los corticoesteroides desempeñan un papel realmente esencial en el parto: se produce en el feto una hipoxia muy marcada, esto ocurre en la última etapa de la gestación, el eje corticotropo fetal tiende a sensibilizarse, lo que ocasiona que los corticoides que son liberados, hagan que el cuerpo amarillo retorne en algunas especies, en cambio en otras especies también puede llegarse a dar la eliminación de la producción de progesterona que se da por la placenta: dicha disminución de la progesterona provoca que se sensibilice gran parte de la musculatura uterina hacia todos los efectos que ocasiona la oxitocina y también de aquellas hormonas que son capaces de lograr que se desencadene el parto, dicho estrés que se origina por un incremento de los corticoesteroides de la madre, puede ocasionar un posible parto prematuro (32).

Marroquín (23) menciona que, las actividades sobre los estados más prematuros de la gestación son provocados, bien por una acción sobre la vascularización o un desequilibrio neuroendócrino; así dichos efectos que ocasionan este tipo de estrés térmico referente a la fecundidad en los animales se da por motivo de una reducción del flujo de sangre que se encargan de la irrigación tantos de los órganos genitales como especialmente del útero; aquellas transformaciones se convierten en un incremento de la temperatura sanguínea y por ende ocasiona una limitación del aporte alimenticio que arriesgan tanto el crecimiento como la subsistencia del embrión.



Ilustración 6. Efecto del estrés calórico en la reproducción.

Fuente: Córdova, Iglesias, & Ruiz, 2016 (10)

2.9. MECANISMOS FISIOLÓGICOS DE CONTROL DE LA TEMPERATURA EN EL ESTRÉS CALÓRICO

En cuanto a los mecanismos que sirven para la disipación del calor son: la conducción, radiación, convección y evaporación (19).

Marroquín (23) menciona que los 3 mecanismos primeros (convección, conducción y radiación), se los conoce como vías susceptibles de la pérdida calórica y necesitan de una gradiente termal para poder funcionar en cuanto al 4 mecanismo (evaporación) este funciona en un rango de vapor/presión y se lo conoce como la pérdida insensible de calor.

- ✓ En el mecanismo de la evaporación el animal va perdiendo calor mediante la piel y también el tracto respiratorio, el agua es el encargado de absorber gran cantidad de calor.
- ✓ En el caso de la radiación el animal llega a la eliminación del calor a través de rayos infrarrojos, cuando existe una variación de las temperaturas entre el ambiente circundante y la piel del animal, es aquí cuando se crea una conexión de la ya conocida energía electromagnética entre el medio ambiente el cuerpo y también objetos más fríos que están situado a distancia.
- ✓ En cuanto al mecanismo de convección el animal traspasa el calor de la mediante la movilización del mismo, este mecanismo anula el calor cuando se da una diferencia de temperaturas entre el aire que lo rodea y la piel del animal; en este momento entra en contacto de forma directa con objetos mucho más fríos como las paredes y el suelo.
- ✓ Y por último en la conducción el animal elimina el calor por medio de la transmisión del mismo desde la profundidad del organismo hasta llegar a la piel; este mecanismo tiene la capacidad de conducir el calor de la piel hacia el medio.

2.10. EFECTOS DEL ESTRÉS CALÓRICO SOBRE EL DESEMPEÑO PRODUCTIVO EN BOVINOS DE LECHE

2.10.1. Efectos del estrés calórico en la producción de leche

Dicho estrés que es provocado por el aumento del calor afecta directamente al bienestar y a la eficiencia productiva de los bovinos de leche, por lo tanto, la exposición a elevadas temperaturas perjudica de forma distinta el nivel de producción y también sufre alteraciones los estados fisiológicos de los animales (3). Todos los animales que se encuentran en la zona del parto junto con los demás grupos de mayor producción láctea son los más afectadas por este aumento de calor (26).

Los bovinos de leche son sumamente sensibles a esta afectación y uno de los comportamientos que más se evidencian es la reducción del consumo alimenticio y por consiguiente en la producción de leche, la disminución facultativa del CMS; es decir del consumo de materia seca, es una de las principales estrategias de la vaca para poder lograr disminuir el aumento térmico del cuerpo del animal, dicha disminución puede llegar hasta un 25% y como efecto negativo se provocaría la limitación en la producción lechera (5).

Dado que se origina una disminución en la densidad de las hormonas como los glucocorticoides y la tiroxina, provocando la disminución en el metabolismo basal; lo que hace que se produzca una notable reducción de la producción calórica, por lo tanto, esto induce que se dé una reducción en el consumo del alimento diario (10).

Los efectos que provoca el estrés por calor van relacionados con la raza, la cantidad y calidad de la alimentación, el estado físico y de salud, del nivel productivo y también de la hidratación que tiene el animal; en el caso de una vaca de una producción considerada alta, de 30 kg/día puede lograr producir un 48% de calor en comparación a una vaca seca, por lo tanto, el riesgo del estrés calórico se incrementa (34).

Al comienzo de la etapa de la lactación, a las vacas se las considera más sensibles a los diferentes efectos que ocasionan las temperaturas elevadas, esto se debe al incremento de la eficiencia productiva de leche como también al incremento de la ingesta alimenticia (6).

Otro de los motivos para que se dé una disminución o limitada producción láctea es por el balance negativo energético, dado que los animales hacen el intento para lograr mantener la homeostasis y de esta manera se evita que se produzca una hipertermia, dicho estrés calórico también podría ocasionar un efecto negativo sobre el estado de salud de la ubre, lo que también provoca la disminución de la productividad lechera y por ende muchas pérdidas económicas cuantiosas (29).

En las granjas de producción lecheras el índice puede caer entre un 10% y 20%, además existe la posibilidad que se produzcan caídas hasta del 9% al 4% con respecto en proteínas y grasas, por lo tanto, va a ocurrir la problemática de que el producto se vea afectado, se puede encontrar evidencia científica sobre el estrés térmico en donde se dice que puede incrementar la mortalidad y morbilidad del ganado bovino cuando las temperaturas son demasiado altas y el ganado no logra soportar ese ambiente (28).

Mientras dura los meses de calor la fuerza que se relaciona con la elevada radiación del sol, junto con la temperatura y la humedad, especifica que las condiciones meteorológicas se halla lejos de la zona de bienestar o confort térmico de las vacas, disminuyendo por lo tanto su performance reproductiva y productividad, en aquellos ambientes extremos se encuentra afectado el ganado lechero, por medio de los cambios fisiológicos y metabólicos y del comportamiento, dependiendo su acción de factores tales como, edad, raza del animal, características individuales y nivel productivo; el efecto de los ambientes que se mencionó últimamente, se comprueba directamente por medio de la limitada productividad láctea, algunos cambios de su composición y disminución en la eficiencia reproductiva (21).

Varias investigaciones demuestran una notable disminución en la productividad lechera en animales que se encuentran expuestos a altas temperaturas en nuestro país; el efecto en la disminución de producción es ocasionado en principal medida por una reducción del consumo voluntario, sumado a los elevados requerimientos del animal, los cuales son necesarios para el mantenimiento (2).

La reducción en la PL se incrementa en animales de alto potencial de producción y también en aquellos animales que se hallan en periodos tempranos de lactación, la

alteración del comportamiento ingestivo se empeora bajo estas situaciones, ocasionando el incremento el uso de las reservas corporales (8).

Por otra parte, los bovinos que se encuentran bajo estrés térmico tienen una alta tasa de utilización de glucosa periférica, lo que orienta a que la captación de glucosa por otros tejidos tiende a reducir la cantidad de glucosa que está disponible para la síntesis de la leche (2).

2.10.2. Efectos del estrés calórico en la composición de la leche

Los efectos ambientales no solamente tienden a afectar la producción de leche, sino también que perjudica a la concentración de sólidos, existen registros de los efectos de la composición de la leche, perjudicando los contenidos de la grasa, proteína, lactosa, calcio y potasio (2). Además de la reducción de la producción láctea, de la misma manera sufre alteraciones la calidad y composición de la misma; decrece la obtención de grasa y sufre una reducción la cantidad de los ácidos grasos, en cambio, el esteárico y el palmítico aumentan; en este caso los sólidos no grasos pueden llegar a disminuir (22).

Dado que la dieta que consume el animal tiene una evidente influencia con respecto a la composición de la leche, no existe duda de que se halla una variación de acuerdo a las situaciones climáticas a las cuales se expone el animal (32).

El funcionamiento normal del aparato digestivo que se encuentra alterado por las altas temperaturas perjudican de gran manera la eficiencia del consumo de nutrientes y por consiguiente en la síntesis de leche, tanto en producción como en su composición (2).

Las temperaturas elevadas alteran la conducta de consumo del forraje y agua, también perjudican el correcto funcionamiento de los órganos digestivo: absorción, digestión y además el metabolismo celular; por lo tanto, reduce la producción lechera y sufre algunos cambios la calidad y composición láctea, disminuyendo la concentración de los sólidos no grasos, la caseína y se aumenta la cantidad de grasa, como también existen alteraciones como la reducción de los ácidos volátiles y se acrecientan los componentes que se encuentran insaturados (12).

Gomez (16) manifiesta que, las variaciones que sufre la composición, las alteraciones en los porcentajes de propiónico/acético, además de la reducción de los ácidos grasos, pueden ser ocasionados por la limitación o disminución del consumo alimenticio.

Como respuesta al estrés se puede decir que puede existir un balance energético negativo ya que esto reduce el rendimiento energético para la correcta producción láctea y la disminución de la grasa de la leche, es fundamental saber que las vacas lecheras y en especial las de alta producción pueden presentar un aumento en la producción del calor metabólico lo que puede provocar una sensibilidad a las altas temperaturas por lo que el impacto será negativo (16).

Por lo tanto, cuando los mecanismos de disipación no logran ser eficientes se logra romper el equilibrio y se crea un desbalance calórico, en donde la ganancia va a superar las pérdidas de calor y esto puede provocar el estrés calórico del animal (33).

Por esta razón Soto (33) hace las siguientes recomendaciones:

- Tener en cuenta los efectos negativos del ambiente meteorológicos.
- Encontrar diferencias con las distintas medidas de mitigación.
- Usar ventilación forzada, aspersión, sombre.

2.11. MEDIDAS PARA REDUCIR EL ESTRÉS TÉRMICO EN RUMIANTES

Este problema del estrés térmico en el ganado de leche debe de disminuir planificando estrategias o protocolos que tengan costo de inversiones bajas y que sean adecuados para el bienestar animal, estrategias tanto en el manejo y mano de obra, suplementándoles a los animales lugares apropiados con sombra, alimentación, sistemas de ventilación, etc; de esta manera se puede lograr eliminar el estrés calórico y brindarles un mejor bienestar a los animales (18).

Si se encuentran niveles de riesgos de estrés calóricos altos estos se deberían elaborar un plan de emergencia donde se pueda incluir el acceso de agua potable, la aspersión de agua para que penetre en el pelaje del animal y la preparación de espacios de sombra (27).

Con respecto a la toma de decisiones con el tema de costo beneficio es necesario tener en cuenta las inversiones que se realicen en las granjas de producción donde se va a utilizar en gran medida para el bienestar de los animales y también se debe tener en cuenta el rendimiento técnico del rebaño (12).

Callejos (7) menciona que, existen algunas acciones que pueden lograr mitigar el estrés calórico teniendo como consideración el costo de su implementación:

1. **Reducción de la transmisión de calor hacia el animal:** esto se puede lograr disminuyendo la radiación directa e indirecta tales como: aislar la cubierta para eliminar la radiación indirecta, facilitar sombra para los animales, orientar a las naves para evitar las incidencias directas de la radiación solar.
2. **Reducción de la producción del calor metabólico:** se puede reducir con términos de dietas frías las cuales proporcionan nutrientes para la síntesis y disminuyendo el calor generado por el metabolismo y la fermentación, características importantes como: fibra digestible, fibra efectiva, altos niveles de N⁺ y de K⁺, mayor densidad de energía, mayor contenido de nutriente by-pass, menor degradabilidad ruminal de las proteínas.

Máscolo (24) también manifiesta que, un sistema de mitigación del calor tiene como proporción 4 componentes básicos:

1. Intercambio de aire
2. Sombras
3. Eliminar el calor por evaporización
4. Aumentar la pérdida de calor por convección

3. CONCLUSIONES

Las principales condiciones ambientales como las altas temperatura y por supuesto la humedad relativa en vacas lecheras provoca un impacto negativo sobre su producción, comportamiento, salud y bienestar. El estrés calórico se origina cuando se produce un mayor aumento en la temperatura del ambiente, lo que ocasiona que el animal sufra alteraciones en su equilibrio biológico, la producción del calor metabólico y su termorregulación o también llamada disipación del ambiente. Resultado en este caso de la unión de las temperaturas altas, la humedad ambiental y por último de la radiación directa del sol, los animales comienzan con la acumulación del calor da través del ambiente y la temperatura del cuerpo, empieza a aumentar perjudicando negativamente productividad y la salud de los animales.

Los mayores signos que se evidencian por el estrés caloricio en los bovinos de leche son la disminución de la ingesta diaria del alimento y la limitada productividad de leche y de los sólidos totales. Una respuesta natural que sirve de defensa es la disminución del consumo alimenticio, por parte de cualquier animal, de esta manera logra la reducción del calor metabólico, el cual es derivado de la asimilación de los alimentos y el metabolismo.

En general, las vacas lecheras son capaces de tolerar las temperaturas bajo cero es decir menos de -37°C , en cambio las temperaturas que superan los 22°C que se encuentran combinadas con la elevada humedad del ambiente, poca ventilación del aire y alta radiación de los rayos solares en forma directa provocan el estrés térmico.

4. BIBLIOGRAFÍA

1. La Manna, A., Román, L., Bravo, R., & Aguila, I. 2014. Manejo de Estrés Térmico en. Recuperado el 17 de Julio de 2021, de <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/10545/1/sad-728.pdf>
2. Abraham, J., & Collazo, L. 2015. Efecto del estrés calórico sobre la producción y composición de la leche en vacas Holando. Recuperado el 16 de Julio de 2021, de <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/8727/1/4084abr.pdf>
3. Anzures, F., Macías, U., Álvarez, F., Correa, A., Día, R., Hernández, J., & Avendaño, L. 2015. Efecto de época del año (Verano vs. Invierno) en variables fisiológicas, producción de leche y capacidad antioxidante de vacas Holstein en una zona árida del noroeste de México. Scielo. Vol.47(01). Recuperado el 28 de Julio de 2021, de https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-732X2015000100004
4. Arias, R., Mader, T., & Escobar, P. 2008. Factores climáticos que afectan el desempeño productivo. Scielo. Vol.7(22). Recuperado el 15 de Julio de 2021, de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/amv/v40n1/art02.pdf>
5. Bargo, F., Temple, D., Mainau, E., & Ipharraguerre, I. Mayo de 2015. Efecto del estrés por calor en la producción de las vacas de leche: Una visión práctica. FAWEC(12). Recuperado el 16 de Julio de 2021, de https://www.fawec.org/media/com_lazypdf/pdf/fs12-es.pdf
6. Calléjo, A. Agosto-Septiembre de 2014. Cómo Combatir el Estrés Calórico. Entorno Ganadero. Recuperado el 16 de Julio de 2021, de http://oa.upm.es/40056/1/INVE_MEM_2014_186614.pdf
7. Callejo, M. 2015. El estrés calórico en vacas lecheras. Dossier. Recuperado el 24 de Julio de 2021, de http://oa.upm.es/37755/1/INVE_MEM_2015_201963.pdf
8. Cerqueira, J., Araújo, P., Blanco, I., & Silva, S. Septiembre de 2016. Predicción de estrés térmico en vacas lecheras mediante indicadores ambientales y fisiológicos. Redalyc. Vol.65(251). Recuperado el 18 de Julio de 2021, de <https://www.redalyc.org/pdf/495/49549092012.pdf>

9. Chen, J., Tresoldi, G., & Tucker, C. 2018. Enfriamiento eficiente de vacas lecheras en condiciones de calor. Recuperado el 25 de Julio de 2021, de <https://ganaderiasos.com/wp-content/uploads/2018/05/ENFRIAMIENTO-EFICIENTE-DE-VACAS-LECHERAS-EN-CONDICIONES-DE-CALOR-.pdf>
10. Córdova, A., Iglesias, A., & Ruiz, A. 2016. Consecuencias del estrés calórico sobre la reproducción del ganado vacuno. Revista Complutense de Ciencias Veterinarias. Recuperado el 15 de Julio de 2021, de https://www.researchgate.net/publication/302065819_Consecuencias_del_estres_calorico_sobre_la_reproduccion_del_ganado_vacuno#:~:text=RESUMEN%20El%20estr%C3%A9s%20cal%C3%B3rico%20representa,desempe%C3%B1o%20reproductivo%20del%20ganado%20vacuno.&text=PALABR
11. Corrales, I. 2014. El efecto del estrés calórico en bovinos de leche. Torreón, Coahuila, México. Recuperado el 14 de Julio de 2021, de <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/7133/ire%20estanley%20humayel%20corrales%20lineares.pdf?sequence=1>
12. Davies, P., & Ceconi, I. 2018. Bienestar animal y estrés térmico en el engorde a corral de novillos. Recuperado el 24 de Julio de 2021, de https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_mt2018_davies_bienestar_animal_estres.pdf
13. Daza, E. 2019. Termorregulación en vertebrados terrestres como concepto integrador explícito en la enseñanza de las ciencias naturales. Scielo. Vol.21. Recuperado el 28 de Julio de 2021, de <https://www.scielo.br/j/epec/a/kxxjF9TkTTnGKG6QmzgQb3n/?lang=es>
14. Drescher, K. 2015. Fisioclimatología, Comportamiento y Bienestar Animal. Recuperado el 18 de Julio de 2021, de http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/Produccion_Animal/Fundamentos_II/Bases_Anatomicas_y_Fisiologicas/Clase_6_Bienestar_Animal_y_Fisioclimatolog%C3%ADa_2015.pdf
15. Ghiano, J. 2019. Producción, comportamiento y bienestar de vacas lecheras sometidas a estrés calórico en la Argentina. Evaluación económica del sistema de refrigeración en el sector de comedero. Tesis, Universidad de Buenos Aires, Argentina. Recuperado el 26 de Julio de 2021, de https://repositorio.inta.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12123/5896/INTA_CRSantaFe_EEARafaela_Ghiano_JEJ_Producci%C3%B3n_comportamiento_y_bienestar_de_vacas_lecheras.pdf?sequence=1&isAllowed=y
16. Gomez, A. 2017. Influencia de los fenómenos climáticos sobre la producción y calidad composicional de la leche en sistemas de producción lechero en Colombia.

Recuperado el 27 de Julio de 2021, de <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1197&context=zootecnia>

17. Gonzalez, J. 2008. El estrés calórico en los bovinos. Sitio Argentino de Producción Animal. Recuperado el 17 de Julio de 2021, de https://www.produccion-animal.com.ar/etologia_y_bienestar/bienestar_en_bovinos/14-stres.pdf
18. González, R. Diciembre de 2016. Estrés por calor en el ganado lechero. Recuperado el 18 de Julio de 2021, de <https://www.consorcirolechero.cl/industria-lactea/wp-content/uploads/2016/12/estres-por-calor-en-el-ganado-lechero.pdf>
19. Jiménez, L. 2018. Dossier: estrés por calor en vacas de leche. Revistafrisona. Recuperado el 18 de Julio de 2021, de <https://www.revistafrisona.com/Portals/0/articulos/n171/A17105.pdf>
20. Lima, J., Araújo, J., Cantalapiedra, J., & Pedernera, C. 2014. Estrés térmico en explotaciones de ganado vacuno: Detección precoz y posibles soluciones. Researchgate. Recuperado el 18 de Julio de 2021, de https://www.researchgate.net/publication/318351128_ESTRES_TERMICO_EN_EXPLOTAIONES_DE_GANADO_VACUNO_DETECCION_PRECOZ_Y_POSIBLES_SOLUCIONES
21. Maquez, M., Medina, L., & Dick, A. 2015. Efecto del estrés calórico sobre la fertilidad en vacas. Recuperado el 16 de Julio de 2021, de <https://www.ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/499/Maquez%20Mariana%20Facultad%20de%20Ciencias%20Veterinarias.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
22. Mariños, L. 2019. Efecto del estrés calórico en la producción de vacunos de leche, raza Holstein en el Establo “Santa Cecilia” Huanchaco. Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo-Perú. Recuperado el 28 de Julio de 2021, de <https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/13463/Mari%C3%B1os%20Cusquisiban,%20Luciana.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
23. Marroquín, A. 2018. Impacto del estrés calórico sobre los parámetros reproductivos del ganado. Sede Ibagué, Colombia. Recuperado el 13 de Julio de 2021, de https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/15775/4/2019_estres_calorico_parametros_reproductivos.pdf
24. Máscolo, L. 2016. Desarrollo de un modelo para determinar los efectos del estrés térmico en explotaciones de vacuno de leche. Recuperado el 15 de Julio de 2021, de

<https://m.riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/74688/M%C3%81SCOLO%20-%20Evaluaci%C3%B3n%20de%20la%20respuesta%20al%20estr%C3%A9s%20t%C3%A9rmico%20en%20vacuno%20lechero%20de%20alta%20producci%C3%B3n.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

25. Molina, R. 2017 . El estrés calórico afecta el comportamiento reproductivo y el desarrollo embrionario temprano en bovinos. Dialnet. Vol.11(1). Recuperado el 17 de Julio de 2021, de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5877009>
26. Mujika, I. Mayo - Junio de 2005. El estrés calórico Efecto en las vacas lecheras. Sitio Argentino de Producción Animal. Recuperado el 15 de Julio de 2021, de https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/produccion_bovina_leche/17-estres-calorico.pdf
27. Oyhanart, L., Insaugarat, J., & Yurno, O. 2017. Estrés térmico en bovinos de carne. Recuperado el 24 de Julio de 2021, de <https://www.ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/1300/Oyhanart%20Lucas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
28. Regino, L., & Rodriguez , J. 2019. Indicadores fisiológicos y medioambientales como predictores del estrés térmico en el ganado Blanco Orejinegro (Bon) de la Universidad de Cundinamarca. Recuperado el 26 de Julio de 2021, de <https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/bitstream/handle/20.500.12558/1846/Indicadores%20para%20el%20estres%20termico%20BON.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
29. Ruiz, J., Vargas, B., Abarca, S., & Hidalgo, H. Septiembre-diciembre de 2019. Efecto del estrés calórico sobre la producción del ganado lechero en Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*, 30. Recuperado el 27 de Julio de 2021, de https://www.researchgate.net/publication/335630905_Efecto_del_estres_calorico_sobre_la_produccion_del_ganado_lechero_en_Costa_Rica
30. Ruiz, L., Sandoval, R., Pizarro, J., & Carcelén , F. 20 de Abril de 2017. Severidad y Duración del Estrés Calórico en Terneras y Vaquillas de las Principales Localidades de Lechería Intensiva del Departamento de Lima, Perú. *Rev Inv Vet Perú*. Scielo. Vol.28(3). Recuperado el 16 de Julio de 2021, de <http://www.scielo.org.pe/pdf/rivpep/v28n3/a03v28n3.pdf>
31. Sanmiguel, R., & Díaz, V. 2011. Mecanismos fisiológicos de la termorregulación en animales de producción. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*. Vol.4(1). Recuperado el 18 de Julio de 2021, de <http://45.71.7.21/bitstream/001/1302/1/RIUT-LB-spa-2011->

Mecanismos%20fisiol%C3%B3gicos%20de%20la%20termorregulaci%C3%B3n%20en%20animales%20de%20producci%C3%B3n.pdf

32. Sara, M. 2019. Efecto del estrés calorico en la reproduccion bovina. Recuperado el 17 de Julio de 2021, de <https://repository.udca.edu.co/bitstream/handle/11158/3410/Monografia%20-%20documento%20final.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
33. Soto, F. 2018. Relación entre el estrés térmico y la producción. Recuperado el 25 de Julio de 2021, de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2018/fas718r/doc/fas718r.pdf>
34. Temple , D., Bargo, F., Blanch, M., Llonch, P., Mainau, E., & Manteca, X. 2018. Visión práctica del efecto del estrés por calor en las vacas de alta producción. Recuperado el 26 de Julio de 2021, de <https://ganaderiasos.com/wp-content/uploads/2019/01/VISION-PRACTICA-DEL-EFECTO-DEL-ESTRES-POR-CALOR-EN-LAS-VACAS-DE-ALTA-PRODUCCION-.pdf>
35. Tolini, M. 2016. Estrés calórico en vacas Holando Argentino. Universidad Nacional de Río Cuarto. Recuperado el 27 de Julio de 2021, de <http://rehip.unr.edu.ar/bitstream/handle/2133/14264/Estres%20calorico%20en%20vacas%20holando%20argentino.pdf?sequence=3&isAllowed=y>