



**Facultad de Ciencias Veterinarias**

**-UNCPBA-**

## **Estrés térmico en bovinos de carne**

**Oyhanart, Lucas; Insaugarat, Juan; Yurno, Oscar**

**Marzo, 2017**

**Tandil**

## **Estrés térmico en bovinos de carne**

Tesina de la orientación de Producción animal, presentada como parte de los requisitos para obtener el grado de Veterinario del estudiante: **Oyhanart, Lucas**.

Tutor: **Med. Vet. Insaugarat, Juan**

Director: **Med. Vet. Yurno, Oscar**

Evaluador: **Med. Vet. Nicolini, Emilio**

# **Agradecimientos**

Agradezco a todas las personas que hicieron posible alcanzar este logro, en especial a mi familia, mi compañera del camino, mis dos hermosos hijos y a un amigo, al cual le voy a estar eternamente agradecido, por demostrarme que lo que vemos en la vida es solo lo que queremos ver.

## Resumen

Los bovinos al igual que todos los mamíferos son organismos homeotermos, es decir, que a pesar de las fluctuaciones en la temperatura ambiental son capaces de mantener relativamente constante su temperatura corporal. La temperatura 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 y así poder expresar al máximo sus aptitudes productivas. Para mantener la temperatura corporal se necesita ganar o perder calor del medioambiente circundante. Este proceso denominado balance térmico, se logra a través de un constante proceso de termorregulación que involucra el flujo de calor mediante cuatro vías básicas: conducción, convección, radiación y evaporación. Cuando los mecanismos fisiológicos para mantener la termo-neutralidad no son suficientes el animal entra en lo que se conoce como zonas de estrés térmico. Numerosos esfuerzos se han llevado a cabo para identificar los umbrales de temperatura a los que los animales comienzan a sufrir estrés térmico, de manera tal de prevenir los impactos negativos sobre el ganado y su productividad. Así diferentes índices se han propuesto para identificar condiciones de estrés y poder prevenirlas. A su vez se han diseñado medidas para mitigar los efectos del estrés térmico en los animales, disminuir las pérdidas por estas causas y brindar las mejores condiciones de bienestar a los animales en producción.

**Palabras clave:** Estrés térmico, Termorregulación, condiciones ambientales, medidas de mitigación, Bienestar animal.

# Índice

I.	Revisión Bibliográfica	
1.	Introducción.....	1
2.	Objetivo.....	2
3.	Medioambiente y entorno animal.....	3
4.	Mecanismos fisiológicos de la termorregulación en animales de producción... 4	
5.	Balance térmico y temperatura corporal.....	7
5.1.	Disipación de calor.....	9
5.2.	Conservación del calor.....	10
6.	Factores predisponentes.....	11
6.1.	Factores ambientales más importantes.....	11
6.2.	Intoxicación con Micotoxinas en el Alimento.....	13
6.3.	Provisión de agua:.....	15
6.4.	Movimiento de animales:.....	16
6.5.	Composición de la dieta y horarios de alimentación:.....	16
7.	Respuestas del ganado bovino de carne a condiciones de estrés climático.....	17
7.1.	Cambios hormonales.....	17
7.2.	Cambios en los patrones de alimentación.....	18
7.3.	Cambios fisiológicos.....	19
7.4.	Cambios de comportamiento.....	21
8.	Perdidas reproductivas en bovinos que sufren estrés térmico.....	22
8.1.	Efectos del estrés por calor sobre el ciclo estral.....	22
8.2.	Efectos del estrés calórico sobre el desarrollo embrionario:.....	23
8.3.	Efectos del estrés calórico sobre la gestación, parto y postparto.....	25
9.	Perdidas productivas en crecimiento y engorde de bovinos que sufren estrés térmico.....	27
10.	Bienestar animal y sistemas de producción de ganado vacuno de carne.....	29
11.	Índice de Temperatura y Humedad, Escala de jadeo, Proteína de shock térmico.....	30

12. Medidas de mitigación.....	32
13. Discusión.....	34
14. Conclusión.....	34
15. Bibliografía. ....	36
16. Anexo. ....	39

# 1. Introducción.

Los bovinos al igual que todos los mamíferos, son animales homeotermos, es decir, organismos que a pesar de las fluctuaciones en la temperatura ambiental son capaces de mantener relativamente constante la temperatura corporal. Esta capacidad es esencial para una multitud de reacciones bioquímicas y procesos fisiológicos asociados con el normal metabolismo.

Para mantener la temperatura corporal se necesita ganar o perder calor del medioambiente circundante. Este proceso se denomina balance térmico, resultando ser muy dinámico y complejo. Este balance se logra a través de un constante proceso termorregulatorio que involucra el flujo de calor mediante cuatro vías básicas (conducción, convección, radiación y evaporación) Cuando los mecanismos fisiológicos para mantener la termo neutralidad no son suficientes el animal entra en lo que se conoce como zonas de estrés térmico.

La temperatura 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. Del mismo modo el consumo de pasturas contaminadas con hongos endófitos productores de ergocalcoides como en la festucosis y la contaminación con cornezuelo, que pueden estar presente en diferentes gramíneas durante la época del año con mayor riesgo de estrés térmico, predisponen a que los animales no puedan permanecer en su zona de confort térmico, y les dificultan así poder expresar al máximo sus aptitudes productivas. (Alejandro M. Rodriguez, Sebastian Maresca, Joaquin Armendano; 2014). Numerosos esfuerzos se han llevado a cabo para identificar los umbrales de temperatura a los que los animales comienzan a sufrir estrés térmico, de manera tal de prevenir los impactos negativos sobre los rodeos y su productividad. Así diferentes índices se han propuesto para identificar condiciones de estrés y poder prevenirlas.

## **2. Objetivo.**

El objetivo de la presente revisión es proporcionar una síntesis de los efectos de diversos factores climáticos y de manejo sobre la termorregulación y el desempeño productivo del ganado bovino de carne. Se analizan las causas por las cuales se presentan estas variaciones y cómo reaccionan los animales. Además, se proporcionan medidas para mitigar o reducir el impacto en el desempeño productivo de estos.



### **3. Medioambiente y entorno animal.**

Los animales viven en un estado de cercana interacción entre la complejidad de los procesos físicos y químicos de su propio cuerpo y el entorno que los rodea. La influencia del clima en la producción bovina ha sido reconocida desde hace mucho tiempo. Así la fisiología, el comportamiento y la salud del ganado son marcadamente influenciados por el medioambiente en el cual el ganado vive, el cual puede afectar significativamente el desempeño del mismo (Arias. R. A, Mader T. L, Escobar. P. C; 2008).

No obstante estar adaptados a las condiciones medioambientales en las que viven, hay ciertas ocasiones en las que los animales sufren estrés debido a las oscilaciones en las temperaturas o bien por una combinación de factores negativos a los que se someten durante un corto periodo de tiempo.

Los animales hacen frente a estos periodos desfavorables primordialmente a través de modificaciones fisiológicas y de comportamiento. En la mayoría de los casos esta respuesta 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 la denominada zona termo-neutral (Arias. R. A y col 2008).

## **4. Mecanismos fisiológicos de la termorregulación en animales de producción.**

Los animales endotermos hacen frente a las variaciones de temperatura a través de la modificación de mecanismos fisiológicos y comportamentales, los cuales les permiten conservar la temperatura corporal dentro de un rango más estable (Sanmiguel Plazas. R. A y Ávila. D.V; 2011).

Los mecanismos fisiológicos se desencadenan en tres fases: sensaciones térmicas aferentes, regulación central y respuestas eferentes, los cuales se desarrollan de manera prioritaria frente a muchas otras actividades fisiológicas (Sanmiguel Plazas. R. A y Ávila. V. D; 2011).

Las sensaciones térmicas aferentes son recibidas por termo-receptores, los cuales están localizados en las diferentes capas dérmicas. Los termo-receptores cutáneos de calor y frío captan variaciones del ambiente enviando aferencias a las áreas sensoriales corticales y al hipotálamo; hay termo-recepción a nivel de órganos abdominales, medula espinal y en los conductos venoso-arteriales. En la zona pre-óptica hipotalámica se capta la temperatura interna mediante la circulación sanguínea propia de la zona (Sanmiguel Plazas. R. A y Ávila. V. D; 2011).

En la región hipotálamo-tálamo, se dan las respuestas a estímulos externos como el cambio de temperatura. Allí es donde se permite que la temperatura corporal cambie en solo unas décimas de grados. La regulación central es óptima en las primeras etapas de vida libre, pero presenta disfunciones en la vejez o en cuadros patológicos (Sanmiguel Plazas. R. A y Ávila. V. D; 2011).

En el proceso de la disminución de la temperatura corporal se producen las siguientes respuestas reflejas:

- Por excitación de neuronas vasomotoras se produce vasoconstricción cutánea.

- Por excitación de neuronas simpáticas pilomotoras se genera piloerección.
- Por inhibición de neuronas simpáticas sudomotoras se anula la sudoración.
- Por excitación de neuronas simpáticas se aumenta el metabolismo basal
- Por excitación de neuronas somatomotoras se induce los temblores musculares.
- Por aumento de la producción de hormona liberadora de tirotropina se incrementa la producción de hormona tiroidea. (Sanmiguel Plazas. R. A y Ávila. V. D; 2011).

Dado el caso contrario en la temperatura ambiental, es decir, ante un aumento térmico corporal, las reacciones son opuestas.

Las respuestas eferentes corresponden a mecanismos de disipación y conservación de calor. Para este efecto, las fibras postganglionares del sistema nervioso simpático se unen a los nervios periféricos somáticos para inervar los vasos sanguíneos, glándulas sudoríparas y músculos piloerectores en tejidos cutáneos o musculares (Sanmiguel Plazas. R. A y Ávila. V. D; 2011).

También se atribuye a la coloración del pelaje como un mecanismo de adaptación a temperaturas ambientales, en la medida que la coloración clara puede disminuir la ganancia de calor mientras que la coloración oscura la aumenta, así como la presencia de melanina en la piel protege de los efectos nocivos de los rayos ultravioletas (Sanmiguel Plazas. R. A y Ávila. V. D; 2011).

#### **4.1. Tegumento y Termo regulación**

Existen receptores de frío que son invaginaciones de la membrana basal, neuronas aferentes no muy bien conocidas y desmielinizadas. La acción de estos receptores sensitivos se traduce en la regulación de la cantidad de sangre en la piel, la erección del pelo y las actividades de las glándulas sudoríparas, distribuidas a razón de una por cada folículo piloso (Sanmiguel Plazas. R. A y Ávila. V. D; 2011).

Estas características tegumentarias son muy importantes para que sean más eficientes los mecanismos de evaporación y convección en los mamíferos (Sanmiguel Plazas. R. A y Ávila. V. D; 2011).

## 5. Balance térmico y temperatura corporal.

La temperatura normal de ganado bovino adulto sano fluctúa entre 37,8 y 40,0°C. A esta temperatura las actividades celulares y bioquímicas operan con mayor eficiencia y eficacia.

Existen diversos factores que afectan la temperatura corporal incrementándola (edad, actividad física, alimentación, el celo y la última etapa de la gestación) o disminuyéndola (desnutrición e ingestión de grandes cantidades de agua) (Arias. R. A y col; 2008).

La temperatura corporal sigue patrones diurnos y estacionales. La temperatura mínima del cuerpo se presenta usualmente temprano en la mañana (08:00hs) y por la tarde (19:00hs) tanto para el verano como para el invierno. Sin embargo, aun cuando la temperatura corporal tiende a seguir las fluctuaciones estacionales, existen diferencias en los patrones diurnos para el invierno y el verano (Arias. R. A y col; 2008).

Los rumiantes son animales homeotermos, es decir, tienen la habilidad de controlar su temperatura corporal dentro de un ajustado margen a través de diferentes procesos fisiológicos. Para mantenerse dentro de esta condición los animales necesitan ganar o perder calor del medioambiente circundante. Este proceso se denomina balance térmico, resultando ser muy dinámico y complejo (Arias. R. A y col; 2008).

El balance térmico se logra a través de un constante proceso termorregulatorio que involucra el flujo de calor mediante cuatro vías básicas (anexo Imagen 4). Tres de estas vías (conducción, convección y radiación) son conocidas como transferencias sensibles, ya que basan su operación en el gradiente térmico (se denomina así a la transferencia de calor desde un cuerpo más caliente hacia un cuerpo mas frio), mientras que la cuarta (evaporación) opera a través de un gradiente de presión de vapor, llamada pérdida insensible de calor o pérdida latente (Arias. R. A y col; 2008).

La pérdida latente de calor resulta ser un mecanismo muy importante en los momentos en que la temperatura ambiental se acerca a los valores de temperatura corporal del animal, ya que en estas condiciones se reduce o elimina la diferencia de temperatura que desencadenaría la operación de las vías sensibles. Sin embargo, si a la situación anterior se suma un cuadro de alta humedad relativa también decrece el gradiente de vapor y con ello la posibilidad del animal de disipar el exceso de calor. Cuando esto ocurre el exceso de calor es acumulado en el cuerpo resultando en un incremento en la temperatura corporal (Arias. R. A y col; 2008).

Estos desbalances son el resultado de factores exógenos y endógenos, tales como la temperatura ambiente y los procesos metabólicos asociados al Consumo de Materia Seca. Por lo tanto, el proceso de termorregulación y el comportamiento alimenticio de los animales deben ser la principal preocupación cuando estos son expuestos a medioambientes estresantes (Arias. R. A y col; 2008).

Las principales estrategias con las que el animal cuenta para mantener el balance térmico dependen de los mecanismos por los cuales el animal gana o produce calor, así como por los cuales lo disipa.

La producción de calor metabólico es directamente controlada por el sistema nervioso central, por el sistema endócrino a través de las modificaciones del apetito y procesos digestivos, e indirectamente por alteraciones de la actividad de enzimas respiratorias y síntesis de proteína (Arias. R. A y col; 2008).

A continuación veremos como el animal reacciona ante las fluctuaciones del medio ambiente y pone en marcha mecanismos para mantener estable su temperatura corporal.

## 5.1. Disipación de calor

Los mecanismos de disipación del calor son la radiación, conducción, convección y evaporación.

La radiación es la pérdida de calor mediante rayos infrarrojos o calóricos, la cual varía con la superficie corporal del animal, siendo menor en animales voluminosos. En el ganado vacuno, por ejemplo, aunque la provisión de sombra no elimina completamente el impacto de las altas oleadas de calor, la carga calórica disminuye y por consiguiente la radiación es menor redundando en el bienestar de los animales (Sanmiguel Plazas. R. A y Ávila. V. D; 2011).

La conducción es la pérdida de calor ocasionada por la diferencia de temperatura en sistemas vecinos, de ahí la importancia de la conductividad del tegumento que integra la cobertura y las superficies internas que están en contacto con el medio externo como tracto respiratorio y digestivo.

La convección es el intercambio de calor entre la superficie corporal y el aire que lo rodea, mediante el flujo sanguíneo y la rapidez del flujo de aire externo, de esta manera el calor perdido por convección en primer lugar dependerá de la densidad, calor específico y humedad del ambiente y en segundo lugar de las características de la superficie sobre la que incide el aire. El viento ayuda a reducir los efectos del estrés calórico durante el verano mejorando los procesos de disipación de calor por convección (Sanmiguel Plazas. R. A y Ávila. V. D; 2011).

Por último los endotermos pierden calor mediante evaporación a través de la piel por mecanismos de transpiración y perspiración, y mediante el sistema respiratorio a través del jadeo. De este modo, la transpiración y la vasodilatación cutánea activa es la mejor defensa autónoma contra el calor (Sanmiguel Plazas. R. A y Ávila. V. D; 2011).

## 5.2. Conservación del calor

La conservación de calor se da mediante cambios comportamentales y posturales, activación del sistema simpático alfa adrenérgico, liberación de acetilcolina y vasoconstricción cutánea (Sanmiguel Plazas. R. A y Ávila. V. D; 2011).

Por otra parte, la piloerección, el aumento en el consumo de alimentos, combustión de grasas de reservas y disminución de la temperatura corporal son parte importante del conjunto de mecanismos que conllevan a conservar la temperatura corporal en condiciones medioambientales de baja temperatura (Sanmiguel Plazas. R. A y Ávila. V. D; 2011).

La tendencia en vertebrados es la búsqueda de la Zona de Temperatura de Confort (ZTC), mediante desplazamientos, vocalizaciones (R.A. Sanmiguel Plazas y V.D. Ávila. 2011) y diferentes actividades para la obtención de alimentos. Este aspecto fisiológico-comportamental es conocido como preferencias térmicas. No obstante, las fluctuaciones térmicas ambientales pueden desbordar estas zonas térmicas y generar algún grado de estrés en los organismos.

Cuando las respuestas termo regulatorias disminuyen, el riesgo de hipotermia se incrementa. Esto sucede por diversos factores como el aumento de la edad, efectos de algunos medicamentos que disminuyen la masa muscular, enfermedades neuromusculares o suministro de relajantes musculares que inhiben los escalofríos o las contracciones involuntarias termo regulatorias, que individualmente o en conjunto incrementan el nivel de temperatura ambiente mínima tolerable (Sanmiguel Plazas. R. A y Ávila. V. D; 2011).



## **6. Factores predisponentes.**

Los factores físico-ambientales que afectan al ganado fueron definidos y corresponden a una compleja interacción de la temperatura del aire, humedad relativa, radiación, velocidad del viento, precipitaciones, presión atmosférica, luz ultravioleta y polvo (Arias. R. A y col; 2008). Por otra parte un punto sanitario a tener en cuenta es que existen micotoxinas capaces de agravar el estrés térmico por producir hipertermia en el animal (Rodriguez. A. M, Maresca. S, Armendano. J; 2014)

### **6.1. Factores ambientales más importantes**

#### **Temperatura ambiente:**

Es probablemente la variable más investigada y al mismo tiempo la más utilizada como indicador de estrés. Esta refleja el rango de temperatura ambiente efectiva de confort para el ganado y para la cual no existe a la fecha una metodología clara que permita su estimación en ganado de carne bajo condiciones practicas de producción. Se definió la temperatura ambiente específica de confort para el ganado como aquella a la cual el estado constante de temperatura corporal puede ser mantenido sin necesidad de ajustes fisiológicos o de comportamiento. Por esta razón el promedio de la temperatura ambiente es generalmente considerado como la principal medida térmica utilizada para estimar confort animal (Arias. R. A y col; 2008).

#### **Humedad relativa:**

La humedad relativa es considerada un factor de potencial estrés en el ganado, ya que acentúa las condiciones adversas de las altas temperaturas (Arias. R. A y col; 2008).

Los principales efectos de la humedad relativa están asociados con una reducción en la efectividad en la disipación de calor por sudoración y respiración,

afectando a los animales especialmente en medioambientes en los que la disipación del calor por vías evaporativas son cruciales para mantener la condición homeotérmica (Arias. R. A y col; 2008).

### **Velocidad de viento:**

El viento ayuda a reducir los efectos del estrés por calor durante el verano mejorando los procesos de disipación de calor por vías evaporativas y de convección (Arias. R. A y col; 2008).

Cabe señalar que esta respuesta depende del estado en que se encuentra la piel del animal, es decir, seca o húmeda. La transferencia de calor es más eficiente cuando la piel esta húmeda que cuando está seca. Por otra parte durante el periodo invernal el viento tiene un efecto negativo, ya que incrementa la perdida de calor (Arias. R. A y col; 2008).

### **Radiación solar:**

La radiación solar (directa e indirecta) es considerada como uno de los factores más importantes que afectan el balance térmico en el ganado, ya que tienen un fuerte impacto en la carga total de calor y en el estrés por calor en los animales (Arias. R. A y col; 2008). Un animal que pastorea a campo abierto se ve expuesto a:

- Radiación directa (ondas visibles e infrarrojas cortas).
- Radiación solar reflejada en las nubes y otras partículas de la atmosfera.
- Radiación solar que refleja en el suelo y los objetos que lo rodea. (Babera. G. A, Beguet. H. A; 2003).

La cantidad de calor radiante absorbida por un animal depende no solo de la temperatura del animal, sino también de su color y textura. Superficies oscuras absorben más calor que superficies claras a una misma condición ambiental (Arias. R. A y col; 2008).

## 6.2. Intoxicación con Micotoxinas en el Alimento

### **Claviceps Purpurea:**

Es una especie de hongo no endófito que puede ser detectado mediante la visualización directa de sus formas de resistencia (esclerotos), las cuales reemplazan a las semillas de las plantas que infectan.

Es capaz de infectar a una gran cantidad de especies de gramíneas, ya sean especies forrajeras como por ejemplo el Raigras (*Lolium spp.*), festuca alta (*Festuca arundinacea*) pasto ovilla (*Dactylis glomerata*), especies de campo natural como *Papalum spp.* o *Setaria spp.*, o cereales como centeno (*Secale cereale*), trigo (*Triticum aestivum*), avena (*Avena sativa*) y cebada (*Hodeum vulgare*) (Armendano. J. L y col; 2015).

El escleroto contiene numerosos compuestos con actividad biológica denominados ergocalcoides. Las proporciones en las que se encuentran estos compuestos dentro de los esclerotos son muy variables y son afectados por el tiempo de planta huésped, la región geográfica y el clima.

Los bovinos son una de las especies mas susceptibles a la intoxicación con ergocalcoides, y los signos clínicos son muy variados. Afectan a SNC, producen lesión en los endotelios capilares y constricción de las arteriolas (Odroziola. E; 2009).

Puede haber relación entre el nivel de contaminación de una pastura con esclerotos de *Claviceps Purpurea* y la presentación de casos de abortos en vientres en pastoreo. En este caso es importante el tipo de ergocalcoide, la dosis y el tiempo de consumo para la presentación de los signos clínicos, sumado a factores como la alta temperatura ambiente que podrían tener un efecto en el aumento de flujo de sangre periférica y en el desarrollo de una prolongada vasoconstricción en vísceras y útero, con la consecuente pérdida de la preñez (Odroziola. E; 2009).

## **Festucosis:**

El consumo de Festuca contaminada, cuando la temperatura ambiente es superior a los 25 °C produce un efecto dañino en la vaca conocido como síndrome distérmico (Benedicto Mozzoni, 2008). La LOLINA, cuya producción está asociada al hongo endófito cuya forma asexual es *Neotyphodium coenophyalum* (actualmente *Epichloe coenophiala*) detectable en plantas y semillas de festuca, y su acción en la producción de ergocalcoides (tales como ergovalina, ergovalinina y chanoclavina que son sustancias tóxicas para los animales) está ligado a la conocida Festucosis (Odroziola. E; 2009).

El síndrome distérmico se caracteriza por la presencia de los signos de estrés térmico, acompañados por una insuficiencia de los animales para eliminar el exceso de calor, producto de la vasoconstricción periférica promovida por los ergocalcoides. Debido a esto, el flujo sanguíneo hacia la piel se ve disminuido, impidiéndose así la correcta pérdida de calor, adquiriendo esto mayor importancia cuando la temperatura ambiente supera los 25°C. Consecuentemente se produce un marcado incremento en la temperatura rectal de los animales, que llega a valores de 40 a 42°C. Los signos son más evidentes en los días (y momentos del día) de mayor temperatura. (Armendano. J. I Anselmo, Odeón. C, Callejas. S. S, Echarte. L, Odrozola. E. R; 2015).

La presencia de estas toxinas permite algunas explicaciones a síntomas como el efecto anemizante, menor consumo de alimentos y bajo aprovechamiento de la celulosa, pero no se llega a tener una completa explicación de toda su problemática. (Mozzoni. B; 2008).

Trabajos realizados en bovinos evaluando los efectos de los ergocalcoides presentes en festuca (*Festuca arundinacea*) contaminada por el hongo endófito *Epichloe coenophiala* en el primer tercio de gestación han demostrado una disminución en los niveles de algunas hormonas que podrían interferir con el mantenimiento de la preñez, tales como la hormona luteinizante (LH), la foliculo estimulante (FSH) y prostaglandina (PGF2α).

Teniendo en cuenta que estos ergocalcoides presentes en la festuca son los mismos que contienen los esclerotos de *Claviceps purpurea*, aunque en diferentes concentraciones y proporciones, se plantea la hipótesis de que las pérdidas reproductivas debidas al consumo de esclerotos de *Claviceps purpurea* tenga un mecanismo en común con las pérdidas reproductivas producidas por el consumo de Festuca contaminada. (Odroziola. E; 2009).

### **6.3. Provisión de agua:**

El consumo de agua es una de las formas más rápidas y eficientes por las que el animal reduce su temperatura corporal. Durante el verano este es prácticamente duplicado respecto al consumo en invierno.

El agua posee propiedades químicas y físicas particularmente importantes para el proceso de mantenimiento de temperatura corporal. Su calor específico es considerablemente mayor al de cualquier otro líquido o sólido. Además, su alto calor de vaporización permite al animal transferir una importante cantidad de calor al ambiente con pequeños volúmenes a través del sudor y la orina. Por otra parte su alto calor de fusión provee protección del congelamiento durante el invierno (Arias. R. A y col; 2008). Por estas razones y viendo el grado de importancia que representa que los animales estén bien hidratados, es prioritario que el acceso al agua de los animales sea ilimitado y que la misma cumpla con los requisitos de calidad mínimos para poder ser consumido por los animales.

Es recomendado que la distancia entre abrevaderos y áreas de pastoreo les permita acceder por lo menos, dos veces en el día, con la finalidad de evitar interacciones negativas de otros factores de estrés (Roca Cedeño. A. J; 2011). La disponibilidad de agua en cantidad y calidad serán puntos fundamentales para aliviar el efecto del calor sobre los animales (Armendano. J. I y col; 2015).

#### **6.4. Movimiento de animales:**

El movimiento de los animales para algún tipo de manejo puede incrementar la temperatura corporal entre 0,5 y 3,5°C, dependiendo esto de varios factores, como época del año, temperatura ambiente, hora del día, distancia de traslado y acceso a fuentes de agua durante el traslado entre otras causas (Arias. R. A y col; 2008).

#### **6.5. Composición de la dieta y horarios de alimentación:**

Diferentes ingredientes en la dieta pueden producir distintos incrementos de calor a pesar de tener concentraciones similares de energía. Por ejemplo, grasas y aceites presentan el menor incremento en calor, seguido por los carbohidratos solubles como almidón (pero no los carbohidratos estructurales) y las proteínas (Arias. R. A y col; 2008).

A su vez las dietas en base a concentrados han demostrado aumentar la temperatura rectal y la tasa de respiración. Esto podría estar asociado a los efectos del calor sobre la digestibilidad y la tasa de pasaje (Arias. R. A y col; 2008).

## **7. Respuestas del ganado bovino de carne a condiciones de estrés climático**

### **7.1. Cambios hormonales**

Numerosos cambios fisiológicos ocurren en el sistema digestivo, química ácido-base y concentración de hormonas en la sangre del ganado bovino durante el periodo estival por la alta temperatura.

Diversas investigaciones sugieren que las altas temperaturas decrecen la actividad de la glándula tiroides, mientras que condiciones frías incrementan su actividad, afectando la motilidad y la tasa de pasaje de alimentos. Las hormonas tiroideas influyen diferentes procesos celulares, en particular la termogénesis que representa cerca del 50% de la tasa metabólica basal de animales en condiciones normales. Las concentraciones de estas hormonas en el plasma sanguíneo declinaron en 25% en animales bajo condiciones de estrés por calor. Estas modificaciones en la actividad de la glándula tiroides son coincidentes con la menor tasa metabólica, menor consumo de alimento y menor crecimiento (Arias. R. A y col; 2008).

También se ha reportado que los glucocorticoides, principalmente la secreción de cortisol, una de las principales respuestas del animal a condiciones de estrés, es una respuesta bastante más rápida que la de las hormonas secretadas por la glándula tiroides. La secreción de cortisol estimula ajustes fisiológicos que permiten al animal tolerar el estrés causado por un calor excesivo. Los niveles de cortisol también se incrementan cuando los animales son expuestos al frío, sin embargo, luego de un periodo de aclimatación los valores se estabilizan por sobre el valor normal a diferencia de lo que ocurre en el estrés por calor (Arias. R. A y col; 2008).

## **7.2. Cambios en los patrones de alimentación**

Las condiciones ambientales afectan directamente la demanda de energía para mantenimiento, así como también la activación de algunas respuestas fisiológicas y de comportamiento animal para hacer frente a las condiciones adversas del clima (Arias R. A y col; 2008).

El ganado expuesto a cortos periodos de calor disminuye su consumo de materia seca, especialmente cuando se utilizan dietas de alta densidad energética. Existe una relación inversa entre temperatura ambiental y consumo voluntario de alimento (Arias R. A y col; 2008).

La reducción del consumo de materia seca durante la época estival es un intento del animal por alinear sus demandas energéticas con su capacidad de perder calor. Esta reducción del consumo de materia seca es sin duda la mayor influencia en la disminución de la productividad del ganado.

La temperatura y el índice de temperatura y humedad (p. 30) de los días previos son los que tienen una mayor influencia en el consumo de materia seca. Con clima frío los animales intentan conservar el calor ya sea a través de un incremento en el aislamiento del medioambiente (mayor cobertura grasa, pelaje más largo y grueso, etc.), o bien produciendo más calor mediante un mayor consumo de materia seca o el consumo de dietas más calóricas, aunque lo más probable sea una combinación de ambos (Arias R. A y col; 2008).

Durante el invierno se aceleran las pérdidas de calor corporal mediante las vías sensibles, ya que el gradiente entre temperatura corporal y temperatura ambiente se hace mayor. La primera y la más obvia respuesta del ganado bajo estas condiciones es tratar de evadir el frío buscando algún tipo de cobertura. Sin embargo, esto no siempre es posible, particularmente en ganado en engordes a corral sin ningún tipo de protección (Arias R. A y col; 2008).

Además, los animales activan procesos de termogénesis para hacer frente a los ambientes fríos, no obstante los efectos de esta activación resultan en una



reducción de la digestibilidad de materia seca de 0,2 unidades por cada °C e incrementan los requerimientos de mantenimiento (Arias R. A y col; 2008).

Otros factores que afectan el desempeño productivo del ganado durante el periodo invernal son la lluvia y el barro, que disminuyen temporalmente el consumo de alimento. El barro según la profundidad disminuye el consumo de alimento, reduce la ganancia diaria de peso de los animales e incrementa la cantidad de alimento requerido por Kilo de peso ganado. La adhesión del barro al pelaje del animal en condiciones de confinamiento en corral, sumado a la presencia de viento, genera el aumento de las pérdidas de calor por convección y conducción y con ello aumenta también la demanda de energía por parte del animal para mantener su temperatura corporal dentro de los rangos normales (Arias R. A y col; 2008).

### **7.3. Cambios fisiológicos**

Entre los principales cambios fisiológicos observados es posible mencionar el aumento en la tasa de respiración, pulso, sudoración y vasodilatación.

El aumento en la tasa de respiración tiene por objeto aumentar la pérdida de calor por las vías respiratorias y es uno de los mecanismos más importantes para mantener el balance térmico durante el verano. La medición de la tasa de respiración de los animales y la determinación de si este se encuentra en proceso de jadeo, así como también la cuantificación del jadeo es la forma más fácil y accesible de evaluar el estrés por calor en el ganado en condiciones comerciales de producción. Para su medición no se requiere de equipos, además a diferencia de la temperatura corporal, su respuesta es prácticamente inmediata en el animal y sigue casi el mismo patrón de la temperatura ambiental (Arias. R. A y col; 2008).

Se estima que sobre los 25 °C comienza a registrarse un incremento en la tasa de respiración, sin embargo esta es una respuesta individual, que varía según la raza y estado fisiológico de cada animal (Arias. R. A y col; 2008).

Valores de 20 a 60 exhalaciones por minuto son consideradas normales, pero cuando la temperatura ambiental aumenta por sobre los 25°C aumentan también la tasa de respiración pudiendo llegar a valores por sobre las 200 exhalaciones por minuto. La mayor tasa de respiración ayuda al animal a lograr una mayor disipación del exceso de calor por las vías respiratorias, gracias a un incremento en la frecuencia y a una disminución del volumen de aire inspirado (Arias. R. A y col; 2008).

Estos valores decrecen a un rango de 120-150 bajo condiciones extremas de calor, es decir, con temperaturas ambientales mayores a 40°C. Ya que no resulta suficiente para lograr refrescar al animal, por lo que la respiración vuelve a ser un poco más lenta y profunda. La mayor tasa de respiración implica una mayor actividad muscular, lo que contribuiría a una mayor producción de calor (Arias. R. A y col; 2008).

Así, el jadeo demanda un aumento en los requerimientos de mantenimiento en aproximadamente un 7%, mientras que un incremento del 18% es asociado a tasas de respiración más pausadas y profundas. El mayor costo energético no se debe precisamente a la actividad muscular, sino que responde a un incremento en el metabolismo celular (Arias. R. A y col; 2008).

El sudor es una forma sensible de perder calor mediante la piel. El agua secretada por las glándulas sudoríparas a la superficie cutánea se evapora por efecto de ganancia del calor dérmico lo que produce una acción refrescante de la piel incrementando la pérdida de calor (Arias. R. A y col; 2008).

La vasodilatación periférica y el aumento del pulso cardiaco son para aumentar el transportar de sangre buscando disipar el calor. Lo contrario ocurre en situaciones donde las temperaturas son bajas y el organismo debe conservar el calor, se genera vasoconstricción cutánea por liberación de acetilcolina y activación del sistema simpático alfa adrenérgico (Sanmiguel Plazas. R. A y Ávila. V. D; 2011).

Otras respuestas observadas indican el desarrollo y retención de un pelaje largo y grueso como mecanismo de aislamiento térmico durante el invierno, mientras que durante el verano se reduce la cantidad y grosor del pelaje. (Arias. R. A y col; 2008).

#### **7.4. Cambios de comportamiento**

Para evitar los efectos del exceso de calor los animales también modifican su comportamiento habitual. Bajo condiciones de estrés por calor los animales disminuyen el tiempo dedicado a consumir alimento y el que permanecen echados. Por otra parte, aumenta el tiempo dedicado a beber agua y el que permanecen de pie cerca de los bebederos. También es posible observar cambios en la distribución del ganado dentro de los corrales, permaneciendo más tiempo en aquellos lugares con mejor ventilación (Arias. R. A y col; 2008).

Durante el invierno es posible observar el agrupamiento de los animales, así como también cambios posturales para tratar de reducir la exposición de la superficie corporal y con ello la pérdida de calor (Arias. R. A y col; 2008).

## **8. Perdidas reproductivas en bovinos que sufren estrés térmico.**

### **8.1. Efectos del estrés por calor sobre el ciclo estral**

El estrés calórico altera la intensidad y la duración del estro, el cual puede disminuirse en cinco horas, respecto al promedio para algunas regiones templadas (11,9 horas). Igualmente, se afecta el desarrollo folicular y la fuente preovulatoria de Hormona Luteinizante (LH), lo que favorecería un retardo en la ovulación o que ésta no se presente (Góngora. A y Hernández. A; 2010).

Todavía no se conoce con exactitud, el momento de mayor susceptibilidad al estrés calórico antes de la ovulación; sin embargo, se encontró una asociación entre las altas temperaturas el día diez antes de la ovulación, con una reducida fertilidad después de la inseminación. En otro estudio se percibió efectos desde el día cincuenta y desde el día veinte antes de la ovulación sobre la tasa de preñez (Góngora. A y Hernández. A; 2010).

El estrés calórico altera el desarrollo y la dominancia folicular durante los primeros ocho días del ciclo estral. Si este efecto se mantiene en forma crónica, la actividad de la aromatasa y las concentraciones de estradiol ( $E_2$ ) en el líquido folicular disminuyen. Después de la ovulación, se afecta la producción de progesterona ( $P_4$ ) por el Cuerpo Lúteo (CL) y se modifica el microambiente del oviducto y del útero, lo que compromete la sobrevivencia del embrión (Góngora. A y Hernández. A; 2010).

En vaquillonas afectadas por estrés calórico, entre los días once y veintiuno se evidenció un menor tamaño de los folículos y menores concentraciones de  $E_2$ , aunque los niveles de  $P_4$  fueron normales. Ocurrió un retardo en la luteolisis y la emergencia de una nueva onda folicular, que favoreció la aparición de ciclos estrales con tres ondas (Góngora. A y Hernández. A; 2010).

En vacas Gyr no se encontraron efectos inmediatos del estrés calórico sobre la actividad reproductiva, pero fueron evidentes posteriormente sobre el desarrollo folicular, producción de hormonas y capacidad de desarrollo del ovocito. Estos efectos ya habían sido estudiados con anterioridad a partir de ovocitos obtenidos por aspiración folicular sin que alcanzaran el estado de blastocitos; la restauración normal, en la calidad de los mismo, aconteció solamente después de seis ondas foliculares o el equivalente a tres ciclos estrales (Góngora. A y Hernández. A; 2010).

El estrés calórico por un periodo de diez horas el día de celo, afectó negativamente la calidad del ovocito, el desarrollo del embrión y su supervivencia. El menor desarrollo de los ovocitos no fue atribuido a las concentraciones de oxígeno, E<sub>2</sub> y P<sub>4</sub>, por lo que otras moléculas o mecanismos deben ser investigadas (Góngora. A y Hernández. A; 2010).

Se ha establecido que la susceptibilidad al estrés calórico en los estados tempranos de desarrollo embrionario, se debe a la ausencia de proteínas de “shock calórico”, producidas por el propio embrión; sin embargo, a medida que avanza su desarrollo, logra elaborarlas, lo que le brinda protección. Este grupo de proteínas actúan como chaperonas y cumplen importantes funciones biológicas, como el plegamiento y la síntesis de otras proteínas, favorecen, a la vez, su paso a través de las membranas en los diferentes compartimentos celulares, como el retículo endoplásmico y la mitocondria, previniendo su desnaturalización (Góngora. A y Hernández. A; 2010).

## **8.2. Efectos del estrés calórico sobre el desarrollo embrionario:**

La elevada temperatura ambiental conlleva un aumento de la temperatura uterina, que incrementa la mortalidad embrionaria (ME). Cuando la temperatura rectal aumentó de 38,5 a 40°C, por 72 horas postinseminación, las tasas de preñez cayeron significativamente (Góngora. A y Hernández. A; 2010).

Se ha observado un aumento en la muerte embrionaria antes del día siete de la gestación, de allí que la transferencia de embriones (TE), frente a la IA, sería de utilidad en disminuir el efecto del estrés calórico, ya que los embriones se transfieren entre los días 6 a 8, cuando son más resistentes (Góngora. A y Hernández. A; 2010).

Durante el verano se observó que las tasas de concepción de vacas lactantes receptoras era mayor (29%) que las vacas inseminadas artificialmente (13%), lo que confirma la utilidad de la transferencia embrionaria, para mejorar la fertilidad, en épocas de verano (Góngora. A y Hernández. A; 2010).

En vacas de razas usadas para producción de carne expuestas al estrés calórico, entre los días 8-16 de la gestación, se obtuvo una disminución en el peso del conceptus y del cuerpo lúteo. La muerte embrionaria asociada al estrés calórico entre los días 7-14 pudo ser explicada por una falla en la secreción de Interferón Tau, considerado la señal de reconocimiento materno de la preñez (Góngora. A y Hernández. A; 2010).

Los embriones de ganado adaptado al trópico (ej. Gyr) son más resistentes al estrés calórico que los de ganado británico (no adaptado). Igual situación se observó en embriones de ganado Brahman, los cuales, fueron más resistentes al estrés calórico que los embriones de ganado Angus, lo que sugiere, que el periodo de adaptación al trópico ha permitido la selección de genes que controlan la tolerancia de las células al calor (Góngora. A y Hernández. A; 2010).

Es posible que las altas temperaturas causen disminución en el volumen de los fluidos amniótico y alantoideo, en embriones de 30 días de edad (Góngora. A y Hernández. A; 2010).

Algunas investigaciones, se orientaron a disminuir el efecto de las altas temperaturas sobre las células del embrión, tratando de modificarlo bioquímicamente, evitando el efecto de los radicales libres. La adición de antioxidantes al medio de cultivo que contenía embriones expuestos a temperaturas elevadas, podría incrementar la viabilidad embrionaria; no obstante,

no se han encontrado efectos en la administración de Selenio, Selenio más vitamina E y  $\beta$ -caroteno para incrementar la viabilidad en embriones expuestos a estrés calórico. (Góngora. A y Hernández. A; 2010).

En estudios en oocitos de bovinos in vitro sometidos a 42°C, se observó alteraciones en el citoesqueleto, aunque no se evidenciaron diferencias en las tasa de clivaje; hubo una disminución notoria del número de células del blastocito y del trofoectodermo, además de alteraciones en la formación del huso mitótico. En otros dos estudios in vitro, en oocitos sometidos a 41°C fue evidente una reducción en la maduración nuclear y un aumento de pronúcleos apoptóticos (Góngora. A y Hernández. A; 2010).

### **8.3. Efectos del estrés calórico sobre la gestación, parto y postparto.**

Los efectos del estrés calórico sobre la preñez, se relacionan con la disminución del peso del ternero al nacimiento, alteración de las concentraciones hormonales de la madre y del feto y reducción en la producción de leche durante el posparto (Góngora. A y Hernández. A; 2010).

En estudios, la reducción en el peso del ternero fue 18% y se atribuyó a una disminución en las concentraciones de sulfato de estrona.

En otro estudio, se observó un menor flujo sanguíneo uterino y umbilical, un menor peso del hígado fetal y menor contenido total de ARN y proteína. También se podría afectar el desarrollo vascular de la placenta, proceso que es crítico en la supervivencia embrionaria, pues el proceso de angiogénesis en la membrana corioalantoidea en los rumiantes es un proceso lento y la evaluación de la mortalidad embrionaria post-mortem, se basa, entre otros aspectos, en la extensión del área vascular alantoidea (Góngora. A y Hernández. A; 2010).

Bajo intensa radiación solar, alta humedad y temperatura, el animal puede retardar o suspender el proceso del parto (Góngora. A y Hernández. A; 2010).

Se halló, además, una mayor concentración sérica de inmunoglobulinas en terneros de 2-10 días de edad en el invierno y una disminución durante el verano,

debido a la mayor concentración de corticoides séricos, que pueden reducir la permeabilidad intestinal a las inmunoglobulinas o la respuesta natural al amamantamiento, que coincidió con los picos de calor y estrés ambiental (Góngora. A y Hernández. A; 2010).

En un estudio en vacas, se evaluaron los efectos del estrés calórico sobre la actividad luteal posparto y el consecuente desempeño reproductivo, donde se registró una alta actividad luteal anormal (retardo en la ciclicidad y anovulación), durante la estación seca, acompañada de una caída en la condición corporal a la quinta semana, aunque no fueron claros los efectos sobre la involución uterina (Góngora. A y Hernández. A; 2010).

En vacas estresadas por calor, el balance energético negativo y el aumento en los días abiertos fue asociado con una disminución del apetito e ingestión de materia seca, lo que contribuyó a un incremento del intervalo parto-concepción. Se hace necesario delimitar los efectos ocasionados estrictamente por el estrés calórico, con los generados por causas nutricionales, ya que en la mayoría de los casos, se encuentran asociados (Góngora. A y Hernández. A; 2010).

El estrés calórico en el posparto temprano afectó el balance energético negativo, la condición corporal, el diámetro del folículo dominante y las concentraciones bioquímicas del líquido folicular, dando lugar a una disminución de la calidad del ovocito y de las células de la granulosa, que conllevaron una baja fertilidad (Góngora. A y Hernández. A; 2010).



## **9. Perdidas productivas en crecimiento y engorde de bovinos que sufren estrés térmico.**

Factores ambientales tales como la radiación solar, con temperaturas por encima de la zona de confort térmico para el ganado en crecimiento (15 a 25°C) combinados con la alta humedad relativa, generan un incremento de la carga calórica para el animal que resulta en una reducción de su performance. Esta respuesta estaría mediada por una reducción del consumo voluntario y un incremento del costo energético para mantenimiento asociado a la termorregulación, afectando negativamente el balance energético del animal (Beretta. V, Simeone. A, Bentancur, O; 2013).

Existen numerosos antecedentes en cuanto al efecto negativo de la temperatura ambiente sobre la productividad de bovinos para carne de origen británico y continental cuando esta excede los límites de la zona de confort (Davies. P, Méndez. P, Pighin. D; 2011).

Por otra parte, se considera que un valor de ITH (índice de temperatura y humedad) (p. 30), igual a 72, para este tipo de animales, corresponde al límite a partir del cual los animales sufrirían inconvenientes en relación con el confort y podrían afectarse sus funciones productivas.

Otros factores también inciden en la ocurrencia de estrés por calor. En animales en engorde a corral, a temperaturas superiores a 25°C los animales con mayor pigmentación de la piel serían 25% más susceptibles al estrés por calor que aquellos de piel clara. También se establecieron asociaciones con antecedentes sanitarios, nivel de engrasamiento y temperatura, y se especuló con la aditividad de dichos defectos (Davies y col; 2011).

En sistemas intensivos de producción como los feedlots, los animales tienen mecanismos fisiológicos más restringidos para hacer frente al exceso de calor. Principalmente considerando la combinación de dietas de alta densidad energética

(granos), junto con otros factores como veranos de altas temperaturas y elevada humedad relativa (Davies y col; 2011).

El desempeño productivo de los animales en engordes a corral expuestos a estrés por calor disminuye significativamente debido a varios factores. Una de las principales causas por las cuales se afecta la productividad es a causa de la merma en el consumo de materia seca como se puede observar en la grafica (anexo Tabla 3).

En situaciones de estrés por calor, las razas Bos indicus y sus cruzas tienen mejor capacidad de adaptación al calor que las razas Bos taurus, debido a diferencias en el metabolismo, en el consumo de alimento y agua, en la tasa de sudoración y en las características de la capa y color. Por este motivo, es esencial, a la hora de la elección de razas para producción de carne, realizar un análisis meticuloso de la región, las temperaturas medias históricas y precipitaciones acumuladas en el año entre otras cosas. (Davies y col; 2011)

## **10. Bienestar animal y sistemas de producción de ganado vacuno de carne.**

Hasta ahora se ha hecho mención a las pérdidas productivas que se manifiestan en los animales que sufren estrés térmico, pero debe destacarse la importancia que tiene respetar el bienestar de los animales que se encuentran en producción.

Los operarios cuidadores deberán estar atentos al riesgo que el estrés térmico por calor conlleva en sus animales. Si se espera que las condiciones alcancen este umbral, deberán cesar las actividades de rutina diarias que requieran el movimiento del ganado. Si el riesgo de estrés por calor alcanza niveles muy altos, se deberá instaurar un plan de emergencia que puede incluir la preparación de espacios con sombra, el acceso a agua potable y la aspersión de agua de riego para que penetre a través del pelaje y los refresque.

A su vez, bajo condiciones climáticas extremas de frío, deberá existir una protección cuando puedan representar un riesgo serio para el bienestar de los animales, en particular para los neonatos y los animales jóvenes, así como para otros que estén fisiológicamente comprometidos. La protección suministrada debe ser proporcionada con estructuras naturales o artificiales creadas para tales fines.

Es muy importante asegurarse de que el ganado tenga acceso a alimento y agua suficientes durante el golpe de frío, a su vez se debería implementar un plan de emergencia para que el ganado tenga refugio, alimento adecuado y agua (OIE; 2012).

## **11. Índice de Temperatura y Humedad, Escala de jadeo, Proteína de shock térmico.**

Numerosos esfuerzos se han llevado a cabo para identificar los umbrales a los que los animales comienzan a sufrir estrés térmico, de manera tal de prevenir los efectos negativos que éstos implican. Sin embargo, la única forma de medir la magnitud del estrés es a través de la respuesta animal.

Muchos intentos han sido realizados para obtener un índice de fácil cálculo y aplicación. Así diferentes índices han sido propuestos para identificar condiciones de estrés en situaciones comerciales de tambo, engordes a corral y rodeos de cría.

Índice de Temperatura y Humedad (ITH) (Arias. R. A y col; 2008), (anexo Tabla1), es el indicador más utilizado para monitorear si las condiciones ambientales resultan estresantes para los bovinos. Desarrollado por Thom hacia fines de la década del 50 este índice emplea como parámetro la temperatura ambiente y la humedad relativa para estimar al nivel de estrés térmico al que los animales podrían estar expuestos (Armendano. J. Y y col; 2015).

Considerándose que valores de ITH superiores al rango 68 – 72 ocasionan disconfort térmico. La hora más crítica suele producirse alrededor de las 15:00 – 17:00 hs, cuando se alcanzan las máximas temperaturas ambientes. No obstante, en los meses de verano desde las 8:00 hs y hasta horas cercanas a la medianoche, el ganado suele estar sometido a estrés. En la tabla 1, (anexo), se presenta a modo orientativo, el grado probable de severidad asociado a diferentes rangos de ITH.

A su vez existen otros índices basados fundamentalmente en el comportamiento de los animales, siendo este una herramienta de manejo practica; este índice se denomina escala de jadeo, (anexo Imagen 1). Estudios desarrollados en Nebraska y en Australia concluyen que la mejor forma de cuantificar el estado de los animales es a través de índices que reflejen su estado

fisiológico. Los mejores resultan ser la tasa de respiración y la escala de jadeo. Esta es una herramienta de visualización práctica desarrollada para evaluar el estado actual de los animales y el riesgo a sufrir estrés por calor (Arias. R; 2008).

Otros marcadores mucho más específicos son las proteínas de shock térmico (HSP), presentes en todas las células. Actúan como chaperonas moleculares interviniendo en el ensamble, translocación y secreción de las proteínas en formación, así como en la degradación y reparación de proteínas anormales (Sanmiguel Plazas. R. A y Ávila. V. D; 2011).

Frente al shock térmico, las células corren el riesgo de terminar necrosadas por isquemia, interrupción de procesos metabólicos por la pérdida de mitocondrias y desensamblaje de la fosforilación oxidativa, así como por la ruptura de estructuras celulares. Por esta razón, la acción estabilizadora de las proteínas de shock térmico (HSP) cumplen un papel importante para la preservación celular. La respuesta al estrés mediada HSP en sangre puede ser empleada con fiabilidad para evaluar estrés fisiológico-ambiental e incluso el generado por el manejo y efectos tóxicos de diferentes alimentos en las poblaciones de animales (Sanmiguel Plazas. R. A y Ávila. V. D; 2011).

## 12. Medidas de mitigación.

La primera medida a tener en cuenta es la selección de la raza y sus cruza, de manera que estas sean genéticamente adaptadas. Cuanto más se aproxime la proporción final hacia el  $\frac{3}{4}$  de sangre *Bos Taurus*, se pueden incrementar las tasas de mortalidad (Cordoba. A; 2005).

Además el cruzamiento entre razas puede contribuir a mejorar las características de importancia económica en el ganado para carne. Estos perfiles incluyen tasas de gestación, natalidad, sobrevivencia y destete, lo que ha estimulado la utilización de toros de razas europeas en el trópico.

El ganado tropical *Bos indicus* y en particular el Brahman, es importante en regiones donde el estrés calórico es frecuente, debido a que por su rusticidad y potencial de cruce con ganado europeo, elevan los niveles de heterosis en los ganados de carne. (Plasse y col; 2000; Cordoba. A; 2005).

Por otro lado, el principal desafío en engordes a corral comprende los cambios en la dieta y en los horarios de alimentación para evitar los picos de calor en las épocas del año mas riesgosas como el verano.

Además es esencial para el bienestar de los animales la implementación de sistemas silvopastoriles que provean de sombra en áreas donde la temperatura ambiental supera los 25°C. Los arboles combinan la protección del sol con el efecto de disminuir la radiación creada por la humedad evaporada de las hojas frescas. (González Páez; 2013).

Respecto a la provisión de agua se recomienda que la distancia entre el abrevadero y las áreas de pastoreo les permita acceder, por lo menos dos veces en el día, con la finalidad de evitar el estrés. En Feed Lots es recomendable que la disposición de bebederos sea central y no en la periferia de los corrales, para evitar el hacinamiento de los animales. (anexo Imagen 2).

La recomendación general es evitar el movimiento de animales o bien hacerlo en las horas más frescas del día, es decir, antes de las 08:00 AM. Si bien la lógica indica que es posible realizar manejos después de la puesta de sol, se debe considerar un tiempo adecuado que permita a los animales liberar el exceso de calor acumulado durante el día. Si la noche no es lo suficientemente fresca, entonces se debe posponer el movimiento del ganado para otro día.

El uso de sombra es una de las medidas de mitigación que mayor atención ha recibido, ya que en teoría su uso ayuda a reducir el impacto de la radiación directa e indirecta y con ello reducir la carga de calor que los animales reciben. (anexo Imagen 3).

Por último deben considerarse las pasturas. Si existieran pasturas de festuca se deberá evaluar su potencial toxico.

Para evitar la propagación de la festuca toxica dentro de un potrero donde la infectividad es relativamente baja se podrían realizar cortes para disminuir la producción de semillas, evitando la propagación del hongo endófito. Nunca se deberá realizar el servicio sobre pasturas con alto grado de infestación, sobre todo si el mismo se realiza en periodos de elevada temperatura ambiente. De igual manera, es de suma importancia evitar su consumo en épocas de elevada temperatura ambiente, sobre todo cuando los valores de infestación sean elevados. Posteriormente el material producido por estas pasturas podría ser consumido diferido o henificado (Odriozola; 2014).

Del mismo modo, es recomendado que los animales no consuman pasturas con altos porcentajes de gramíneas contaminadas por *Claviceps Purpurea* en épocas de alta temperatura ambiente. De no existir otra alternativa forrajera, debe realizarse el pastoreo de forma intensiva o cortar la pastura para eliminar los esclerotos presentes en la espigas, sin embargo hay que recordar la importancia de proveer sombra y agua de calidad para el consumo de los animales (Canton. G. J; 2014).

## **13. Discusión.**

El termino estrés es comúnmente utilizado para indicar una condición medioambiental que es adversa al bienestar animal. En este sentido, el efecto del clima y los cambios observados en él, indican potenciales cambios que afectarían el bienestar animal y en consecuencia su productividad. Por esta razón es importante realizar evaluaciones del impacto de condiciones adversas de clima sobre el bienestar animal así como las potenciales pérdidas económicas. Además es necesario aplicar las medidas de mitigación que permitan mantener a los animales en un estado de confort donde estos puedan maximizar su producción.

La complejidad de los factores físico-ambientales y fisiológicos involucrados en la mantención de la temperatura corporal (balance térmico), así como la variabilidad en la respuesta individual, dificultan tanto la investigación como el desarrollo de índices predictivos de fácil aplicación en producción.

Por esto, es esencial el conocimiento de los múltiples factores involucrados para un correcto tratamiento y aplicación de medidas de mitigación que garanticen el bienestar animal y por ende el buen desempeño productivo del ganado bovino de carne.

## **14. Conclusión.**

El desempeño productivo del ganado bovino de carne es directamente afectado por los factores climáticos de su entorno productivo. Particularmente la temperatura ambiental, la humedad relativa, la radiación solar y la velocidad del viento, que afectan en su conjunto al balance térmico.

Los animales que son sometidos a estrés térmico manifiestan diferentes reacciones, como cambios de comportamiento, cambios fisiológicos, cambios hormonales y cambios en los patrones de alimentación los cuales repercuten



directamente en la eficiencia productiva de ganado afectando el desempeño reproductivo así como el desempeño en engorde.

Las manifestaciones de estrés térmico pueden verse agravadas por el consumo de pasturas contaminadas con hongos endófitos productores de ergocalcoides. Dichos efectos pueden ser pronosticados y minimizados mediante el adecuado uso de la información disponible, que incluye la genética del animal, el clima, el manejo productivo y el manejo nutricional.

La implementación de medidas de mitigación debe considerar tanto los elementos productivos como de bienestar animal y deben apuntar a reducir el impacto de los factores climáticos sobre el normal desempeño de los animales.

Un aspecto más que importante a la hora de decidir qué tipo de medidas tomar, es la practicidad y el costo que conlleva, ya que si optamos por herramientas muy costosas o difíciles de aplicar en el tiempo lo más probable es que se discontinúen y nunca conseguiremos los efectos que estábamos buscando.

## 15. Bibliografía.

- Agustin, Góngora y Aureliano, Hernández. (2010). La reproducción de la vaca se afecta por las altas temperaturas ambientales. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, vol 13(2), 141-151. Recuperado de: [www.scielo.unal.edu.co](http://www.scielo.unal.edu.co)
- Alejandro Cordoba. (2005). Ganancia diaria y peso al destete en terneros de cruces Bos taurus con bos indicus en trópico húmedo. *Revista MVZ Cordoba*, Vol 10 (1), 589-592. Recuperado de: [www.scielo.org.co](http://www.scielo.org.co)
- Alejandro M. Rodriguez, Sebastian Maresca, Joaquin Armendano. (2014). Estrés calórico en la cuenca del Salado. Recuperado de ([http://www.produccion-animal.com.ar/clima\\_y\\_ambientacion/93-Estres\\_calorico\\_en\\_bovinos.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/clima_y_ambientacion/93-Estres_calorico_en_bovinos.pdf)).
- Alex Jacinto Roca Cedeño. (2011). Efecto del estrés calórico en el bienestar animal, una revisión en tiempo de cambio climático. *ESPAMCIENCIA*, 15-23. Recuperado de: <http://espam.edu.ec/revista/2011/V2n1/8.pdf>.
- Babera. G. A, Beguet. H. A. (2003). Clima y ambiente; elementos y factores. *Cursos de producción de bovinos de carne*, FAV UNRC. Recuperado de: <http://www.produccion-animal.com.ar/>
- Benedicto Mozzoni. (2012). Festuca y festucosis conceptos y criterios. Recuperado de: [http://www.produccion-animal.com.ar/sanidad\\_intoxicaciones\\_metabolicos/intoxicaciones/23-festuca\\_y\\_festucosis.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/intoxicaciones/23-festuca_y_festucosis.pdf)
- Beretta Virginia, Simeone Alvaro, Bentancur Oscar. (2013). Manejo de la sombra asociado a la restricción del pastoreo: efecto sobre el comportamiento y performance estival de vacunos. *Agrociencia Uruguay*, vol(17), 131-140. Recuperado de: [www.frago.edu.uy](http://www.frago.edu.uy)
- Dr. Terry L Mader. UNL-Haskell Ag Lab. Stress Ambiental en Ganadería de Carne. Recuperado de: [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)

- Ernesto Odriozola. (2009). Problemas sanitarios en bovinos vinculados a la intensificación ganadera. *SEDICI repositorio institucional de la UNLP*, 260-261. Recuperado de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/27658>
- Ernesto R Odriozola. (2014) [internet]. Festuca infectada, un peligro latente. *Publicación INTA*. Recuperado de: [www.inta.gob.ar/noticias/festuca-infectada-un-peligro-latente](http://www.inta.gob.ar/noticias/festuca-infectada-un-peligro-latente).
- German J Canton. (2014). Alerta ganadera: Alta infestación con “cornezuelo” en las pasturas. *Publicación INTA*. Recuperado de: <http://inta.gob.ar/noticias/alerta-ganadera-alta-infestacion-con-cornezuelo-en-las-pasturas>
- Joaquin I. Armendano, Anselmo C. Odeón, Santiago S. Callejas, Laura Echarte, Ernesto R. Odriozola. (2015). Estrés térmico y síndrome distérmico en bovinos para carne de la provincia de Buenos Aires. *9nas Jornadas Internacionales de Veterinaria Practica*. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/profile/Joaquin\\_Armendano/publication/283427659\\_Estres\\_termico\\_y\\_sindrome\\_distermico\\_en\\_bovinos\\_para\\_carne\\_de\\_la\\_provincia\\_de\\_Buenos\\_Aires\\_Heat\\_stress](https://www.researchgate.net/profile/Joaquin_Armendano/publication/283427659_Estres_termico_y_sindrome_distermico_en_bovinos_para_carne_de_la_provincia_de_Buenos_Aires_Heat_stress)
- Juan Manuel González Páez. (2013). El estrés calórico en los bovinos. *Sitio Argentino de Producción Animal*, pp 68-74. Recuperado de [www.produccion-animal.com.ar/etologia\\_y\\_bienestar\\_en\\_bovinos/14-stres.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/etologia_y_bienestar_en_bovinos/14-stres.pdf)
- OIE (2012). Bienestar animal y sistemas de producción de ganado vacuno de carne. *Código Sanitario para los animales terrestres de la OIE*. Capítulo 7.9. Recuperado de: [http://www.oie.int/fileadmin/Home/esp/Internationa\\_Standard\\_Setting/docs/pdf/E\\_Update\\_2012\\_Chapter\\_7.9.\\_Beef\\_cattle.pdf](http://www.oie.int/fileadmin/Home/esp/Internationa_Standard_Setting/docs/pdf/E_Update_2012_Chapter_7.9._Beef_cattle.pdf)
- Patricio Davies, Irene Ceconi, Miguel Angel Buffarini, Gabriela Maria Grigioni (2013). Efectos de la dieta y del estrés agudo pre-faena sobre parámetros bioquímicos y físicos químicos en novillos británicos. Recuperado de:

[Inta.gob.ar/documentos/efecto-de-la-dieta-y-del-estrés-agudo-pre-faena-sobre-parametros-bioquimicos-y-fisico-quimicos-en-novillos-britanicos](http://Inta.gob.ar/documentos/efecto-de-la-dieta-y-del-estrés-agudo-pre-faena-sobre-parametros-bioquimicos-y-fisico-quimicos-en-novillos-britanicos)

Patricio Davies; Daniel Méndez; Darío Pighin. (2011). Efecto de la disponibilidad de sombra en verano sobre la ganancia de peso de novillos en engorde a corral en el noroeste bonaerense. Recuperado de [http://Inta.gob.ar/sites/default/files/scip-tmp-inta\\_mt2012-davies-efecto-disponibilidad.pdf](http://Inta.gob.ar/sites/default/files/scip-tmp-inta_mt2012-davies-efecto-disponibilidad.pdf)

RA Arias, TL Mader, PC Escobar. (2008). Factores climaticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche. *Arch Med Vet* 40, 7-22. Recuperado de: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0301-732X2008000100002](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-732X2008000100002).

Rodrigo Arias Inostroza (2008). Indicadores de estrés por calor en el ganado. Recuperado de: <http://rapidcl.blogspot.com.ar/2008/06/indicadores-de-estres-por-calor-en-el.html>

Rosa A. Sanmiguel Plaza, Vicente Diaz Avila. (2011). Mecanismos fisiológicos de la termorregulación en animales de producción. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, Vols (4), Pp 88-92.

Valadez (2015). Recuperado de: <http://bmeditores.mx/wp-content/uploads/2015/12/techo-ganaderia.jpg>

## 16. Anexo.

Tabla 1 Valor de ITH y grado de riesgo de estrés térmico (Alejandro M. *et al*, 2014).

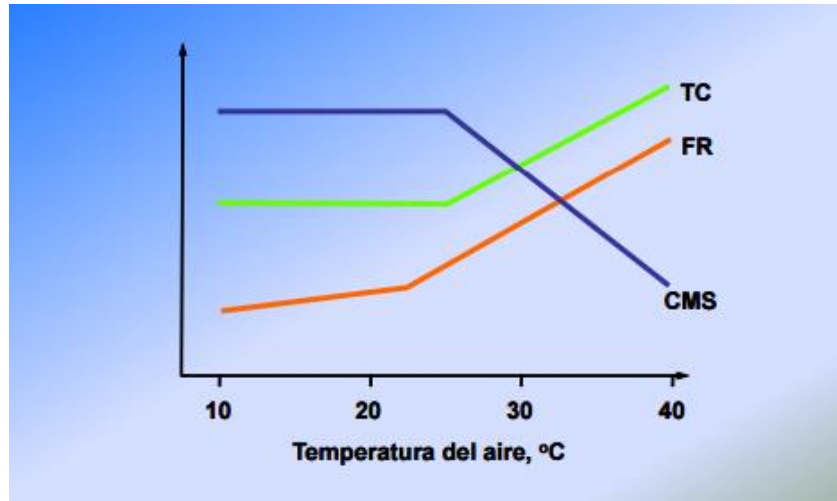
		Humedad relativa										
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
T °C	38	77	79	82	84	86	89	91	93	96	98	100
	37	76	79	81	83	85	87	90	92	94	96	99
	36	75	78	80	82	84	86	88	90	93	95	97
	35	75	77	79	81	83	85	87	89	91	93	95
	34	74	76	78	80	82	84	85	87	88	91	93
	33	73	75	77	79	80	82	84	86	86	90	91
	32	72	74	76	77	79	81	83	84	85	88	90
	31	71	73	75	76	78	80	81	83	85	86	88
	30	71	72	74	75	77	78	80	81	81	84	86
	29	70	71	73	74	76	77	78	80	80	83	84
	28	69	70	72	73	74	76	77	78	79	81	82
	27	68	69	71	72	73	74	76	77	78	79	81
	26	67	69	70	71	72	73	74	75	77	78	79
25	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	
24	66	67	68	69	70	70	71	72	73	74	75	
23	65	66	67	67	68	69	70	71	72	73	73	

Tabla 2: Relación del valor de ITH con el grado de estrés térmico

ITH	Referencia
<75	Normal
75 – 78	Alarma
79 – 83	Peligro
>83	Emergencia

Si bien entre los 24 y los 32 °C la condición de estrés se va a definir en función de la T° y la humedad, en forma práctica se puede decir que por encima de los 32°, el estrés térmico, queda casi exclusivamente definido por la temperatura. Ya que la temperatura y la humedad tienen cierto grado de correlación. (Alejandro M. *et al*, 2014).

Tabla 3: Relación entre el aumento de la temperatura corporal (TC), la frecuencia respiratoria (FR) y la consecuente disminución del consumo de materia seca (CMS) en animales que sufren estrés térmico. (Dr. Terry L Mader. UNL-Haskell Ag Lab)



Ejemplo de la escala de jadeo en ganado en engorde a corral. Escala de jadeo 3, ganado con la boca bien abierta jadeando y babeando. El cuello y la cabeza parcialmente extendidos, aun no se apresia la lengua afuera como en la escala 4. (Imagen 1) (Dr. Terry L Mader. UNL-Haskell Ag Lab)



Bebedores localizados localizados en el centro de los corrales son preferibles en relación a aquellos en la línea del alambre, para minimizar el hacinamiento. (Imagen 2) (Dr. Terry L Mader. UNL-Haskell Ag Lab)



Sombra artificial, uso de media sombra para disminuir el impacto de los rayos salares sobre los animales. (Imagen 3)



