

Unidad temática 3: Sistema de Producción Animal.

Capítulo II: Adaptación al ambiente

Tema 1: Adaptación de los animales al ambiente. Posibilidades productivas de los animales.

ADAPTACIÓN: CONCEPTO. GENERALIDADES

“Se denomina aclimatación al conjunto de procesos que debe experimentar todo animal trasladado a un medio diferente al de su origen.”

El término más adecuado, aunque menos generalizado, es el de **ADAPTACIÓN**, ya que, si bien los factores climáticos tienen máxima influencia, también actúan sobre el animal el resto de los factores que constituyen el ambiente.

El **medio cumple un papel pasivo**, por eso se dice que **no moldea ni modela**, sino que **"elige"** a los ejemplares con posibilidades para superar las dificultades que encuentra en él.

Por eso, cuando trasladamos un grupo de animales a un nuevo ambiente la respuesta de los mismos es variada, dependiendo de su capacidad de adaptación.

La mayoría de los animales domésticos son **“homeotermos”**, o sea que deben mantener su temperatura corporal dentro de márgenes estrechos y tienen los mecanismos apropiados para llevar adelante dicha función. Para ello deben guardar un **balance continuo** entre el **calor producido y el disipado** hacia sus contornos.

En la **producción del calor animal** influyen dos fuentes, una del propio animal, el **calor producido**, y otra del medio, el **calor adquirido**. Siendo la primera es de mayor importancia.

Mecanismos de termorregulación. Producción y disipación del calor animal.

A. PRODUCCIÓN DE CALOR

Los factores que generan el **“calor producido”** son:

- El metabolismo basal (funciones mínimas que realiza el organismo para mantenerse vivo)
- Las fermentaciones digestivas (en el caso de los rumiantes, el rumen produce una gran cantidad de calor por los procesos fermentativos que suceden en él)
- La actividad muscular (en los sistemas extensivos pastoriles, este factor es de gran importancia ya que durante el pastoreo los animales se ven obligados a recorrer grandes distancias en los potreros)
- Las diferentes producciones animales también generan calor (en primer lugar, la producción de leche, pero igualmente tienen valor los procesos reproductivos y de crecimiento).

Todas estas funciones no podrían ser llevadas a cabo si no hubiese ingestión de alimentos. Estos proveen la energía para realizar las funciones.

A su vez tenemos el calor que recibe el animal del medio, el **calor adquirido**, dado por las radiaciones solares, y la temperatura ambiental que adquiere importancia cuando iguala o supera a la temperatura confort del animal.

Se debe tener en cuenta que el **calor adquirido** puede **variar en sentido positivo o negativo**, según los factores climáticos que rodean al animal.

Para que los animales mantengan su temperatura corporal debe existir un equilibrio entre el calor producido por el animal, y el eliminado hacia el medio externo.

Calor Producido: las reservas corporales (grasa) y el alimento constituyen el aporte calórico, que se utilizará en procesos para mantener el metabolismo basal (temperatura corporal, respiración, excreción y mantener tono muscular), para los procesos digestivos, para la actividad muscular (presente para la búsqueda de alimentos), para las producciones que resultan en un aumento en el metabolismo, todas constituyen actividades que generan calor. Hasta aquí son todas fuentes endógenas de calor.

Calor adquirido: también interviene el calor del medio ambiente o temperatura ambiental que depende en gran parte de las radiaciones solares.

La suma de todas estas fuentes de calor constituye el **calor animal**. Como son homeotermos para mantener su temperatura corporal deben disipar parte del calor producido o calor sobrante. Para ello existen mecanismos de disipación de calor que son: la evaporación, radiación, convección y conducción, que son influenciados por distintas circunstancias que se explican más adelante.

PRODUCCIÓN DE CALOR = PÉRDIDA DE CALOR

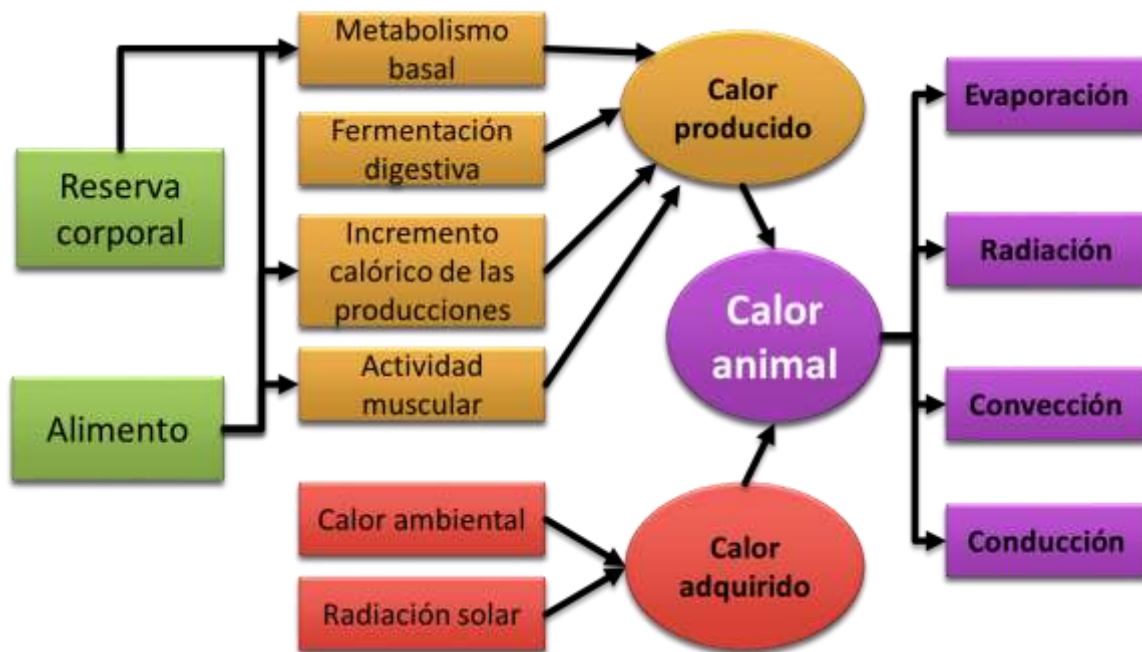


Diagrama de la producción y disipación de calor en los vacunos (Findlay) Helman, 1983.

B. DISIPACIÓN DEL CALOR ANIMAL

El animal posee **cuatro mecanismos de disipación de calor** que se describen a continuación.

1. RADIACIÓN

“Es la eliminación de calor por emisión de rayos calóricos en todas las direcciones”.

La facilidad o dificultad para la radiación se relaciona con la superficie corporal y la postura que economizan calor. El cuerpo estirado aumenta la superficie de irradiación.

El mayor o menor grado de emisibilidad depende de la superficie efectiva del animal (relacionado a la postura; y de la diferencia entre la temperatura de las superficies del contorno y de la piel).

Los factores del animal que interfieren con el efecto de las radiaciones solares son el color de la capa, la pigmentación de la piel y el espesor de la cobertura. Los pelajes claros reflejan los rayos solares, mientras los colores negros absorben el calor. Las pieles pigmentadas filtran los rayos ultravioletas y las pieles sin pigmento sufren las consecuencias de las radiaciones solares.

2. CONVECCIÓN

“Consiste en la transferencia de la energía térmica por medio de la circulación de un fluido de una temperatura no uniforme por la movilización física de sus partículas”.

Esto facilita el intercambio de calor externa e internamente. Internamente por la sangre circulante y externamente por la rapidez del flujo del aire.

La **convección**, es el pasaje de calor del cuerpo hacia las partículas gaseosas que rodean al animal. Por lo tanto, deberá haber una diferencia de temperatura entre el animal y el medio que lo rodea. También tiene importancia el movimiento del aire y la superficie corporal, ya que la delgada capa de aire en contacto con la piel alcanza fácilmente la misma temperatura que ésta. Si el aire está en calma, el intercambio de calor entre la lámina de aire de contacto y el aire más distante será muy lento. Si el aire se pone en movimiento se acelerará la transferencia de calor.

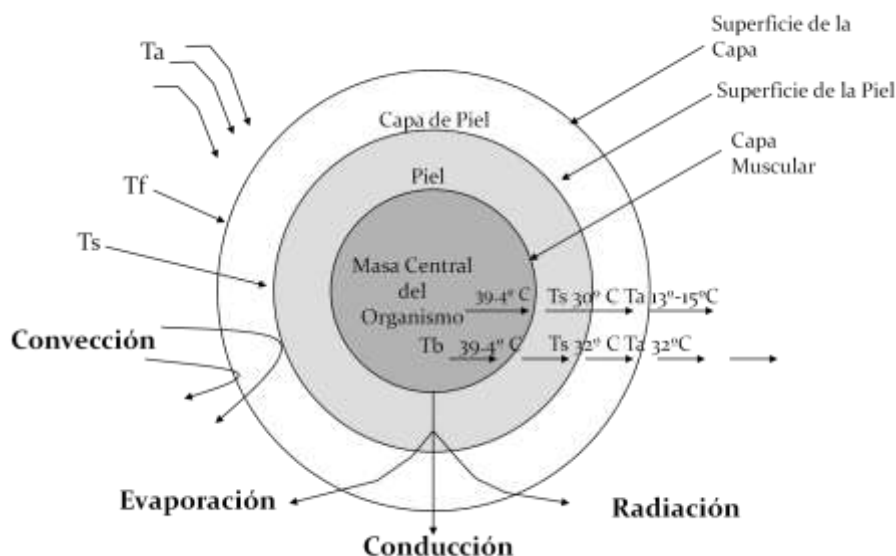
La tasa de transferencia de calor es baja por convección solamente, por lo cual, si ésta es ayudada por la conducción y la evaporación, la primera aumenta. Los procesos combinados se denominan **“conducción-convección”** - **“evaporación-convección”**.

Con respecto al primero hay que tener en cuenta que la convección aumenta la transferencia de calor en cualquiera de las direcciones. Si el calor va de piel hacia el aire fresco la convección aumenta la pérdida de calor corporal. Si la transferencia va desde el aire caliente hacia la piel fresca, se produce un aumento de la ganancia de calor corporal.

La movilización física del aire o fluidos (sus partículas) de la superficie del animal depende de: la postura; la velocidad del aire; la variación de la temperatura de la superficie cutánea y la del aire.

3. CONDUCCIÓN

“Consiste en el paso de la energía térmica de una partícula a otra como consecuencia de un gradiente de temperaturas”. Se produce por contacto físico con las superficies del medio.



Esquema de los procesos físicos de disipación del calor en el organismo animal e influencia del aire ambiente con T_a 13 – 15°C (rápida) y 32°C (baja) sobre la tasa de intercambio (T_a = temperatura del aire, T_b = temperatura del núcleo central, T_f = temperatura de la superficie pelo – capa y T_s = temperatura de la superficie de la piel) (Mc Dowell, 1975).

La conducción desempeña dos papeles en la termorregulación del animal:

- Paso del calor desde el núcleo central del organismo (masa central) hacia las superficies externas.
- Paso del calor desde la superficie de piel hacia el medio que la rodea.

El calor circula desde el núcleo central del cuerpo hacia la piel (superficie exterior), que se concentra en una temperatura más baja bastante uniforme. Tiene poco valor en la pérdida de calor superficial hacia el exterior, excepto que el animal se apoye sobre un objeto de menor temperatura. La piel a su vez cede el calor al medio ambiente a una velocidad que depende del gradiente térmico (y de la cubierta cutánea). Al aumentar la temperatura de la piel es lento el pasaje de calor de la masa corporal. Cuando la temperatura ambiente se eleva el animal trata de poner mayor superficie corporal en contacto con una superficie más fresca. La cantidad de calor que se pierde, depende de la diferencia entre la temperatura de las dos superficies y de la conductividad térmica de los materiales que se adosen al animal y del área de las superficies que se tocan.

4. EVAPORACIÓN

“Es el paso a vapor, del agua en la superficie cutánea y el tracto respiratorio, que favorecen los procesos de enfriamiento”.

El calor es disipado en virtud de la energía necesaria para evaporar el agua. Es el mecanismo más eficiente para eliminar calor del organismo, ya que un gramo de agua evaporada a 20°C libera 0,6 Kcal de Energía Calórica o para pasar un litro de agua del estado líquido al gaseoso se necesitan 580 Kcal. Cuando esto se produce sobre el animal arrastra gran cantidad de carga calórica.

Este fenómeno se produce en el animal en las siguientes circunstancias:

- El agua llega a **la superficie de la piel** por los siguientes caminos:
 - a. Por simple trasudación a través de la capa superficial de los tejidos inferiores. Tiene lugar con independencia de la temperatura externa, se denomina **“perspiración insensible”**. Se produce a través de la piel por difusión de agua de los tejidos subcutáneos sin intervención de las glándulas sudoríparas.
 - b. Por la **transpiración**. Como resultado de la actividad de las glándulas sudoríparas. Se halla bajo el control de los centros termo-reguladores.
 - c. Por **aplicaciones externas**. Es agua proveniente de mojaduras o salpicaduras (Gatos, conejos, búfalos y bovinos se llamen o salpican en condiciones de stress grave).

Depende de: **recubrimiento** (la cobertura pilosa forma una gran capa de humedad en la piel aislada de los movimientos del aire) y **humedad relativa del aire**.

- Por el **aire expirado**

Las pérdidas por evaporación en **las vías respiratorias** se relacionan con el volumen de aire que se moviliza por unidad de tiempo (frecuencia respiratoria) y con la humedad relativa del aire inspirado.

- Por **pérdida de saliva**

FACTORES A TENER EN CUENTA EN LA DISIPACIÓN DE CALOR

- La **superficie corporal**, juega un papel preponderante en la radiación y convección, a mayor superficie corporal, mayor pérdida de calor por estos mecanismos. Además, depende de la posición del animal, cuanto más superficie corporal esté en contacto, mayor será la pérdida de calor y viceversa.
- El **largo de los pelos** es otro factor a tener en cuenta. Los animales con pelos largos y enredados forman una capa de aire que actúa como aislante y no permite la pérdida de calor. Por eso los animales adaptados a climas cálidos poseen pelos cortos y bien pegados al cuerpo.
- La **cantidad de glándulas sudoríparas**, los animales adaptados a zonas calurosas poseen mayor número y son de mayor tamaño.



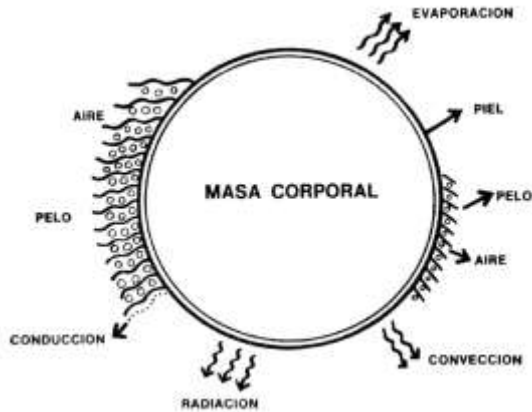
Cantidad de
glándulas
sudoríparas



Zonas de evaporación en el vacuno (Mc Lean) Helman, 1983.

La figura muestra los diferentes grados de evaporación en las distintas zonas en el vacuno. Se puede ver que la región del brazuelo es la de mayor evaporación y la papada es la de menor pérdida a través de este mecanismo. La intensidad de evaporación se correlaciona con la densidad relativa de las glándulas sudoríparas presentes en ellas.

- La **temperatura circundante**, cuando ésta iguala o supera la temperatura corporal los fenómenos de radiación y convección se ven abolidos.
- La **humedad ambiente**, cuanto más alta es más perjudicial a los procesos de evaporación.
- El **movimiento del aire**, juega un papel positivo en la pérdida de calor, por convección.



Transferencia del calor desde el cuerpo al exterior e influencia de la cobertura corporal (Blaxter) Helman, 1983.

Las contrapartidas climáticas de los procesos físicos son:

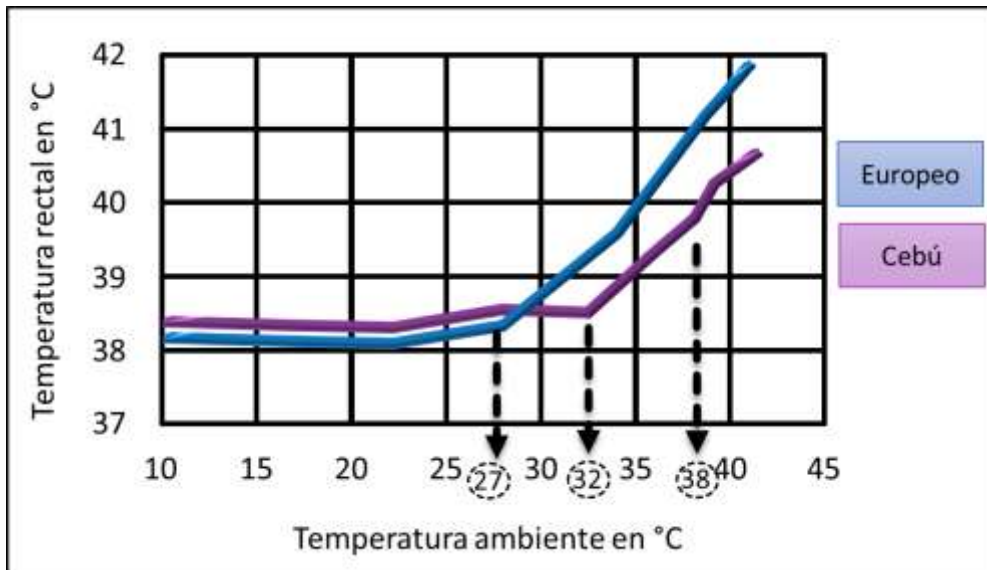
Conducción ↔ Temperatura
Evaporación ↔ Humedad

Convección ↔ Movimiento del aire
Radiación ↔ Energía radiante

SIGNOS DE DESACOMODACIÓN TÉRMICA

Son fenómenos fisiológicos de regulación térmica que revelan adaptabilidad e inciden en la producción. Se ven indicios evidentes en los animales en pastoreo.

La alteración de la temperatura rectal es el índice de desequilibrio térmico por excelencia (influye en la fertilidad, crecimiento de los animales, etc.).

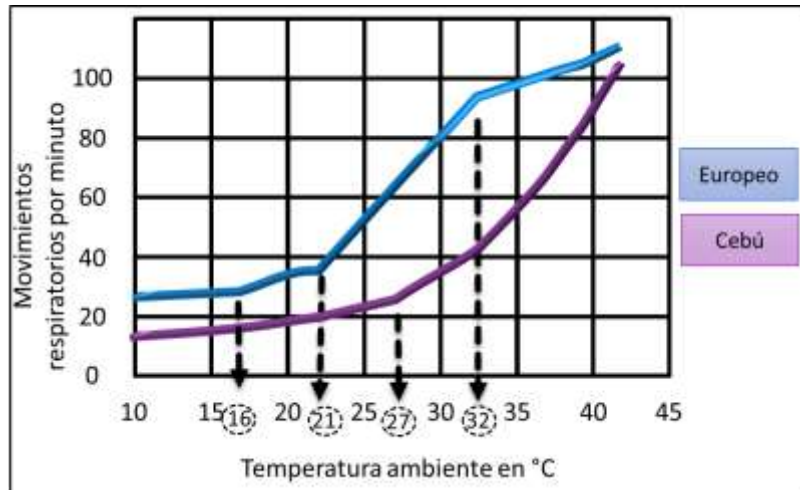


Variación de la temperatura rectal frente a diferentes marcas térmicas ambientales (Brody) Helman, 1983.

Variación de la temperatura rectal frente a diferentes marcas térmicas ambientales. La línea entera corresponde a las temperaturas rectales de ejemplares de origen europeo y la línea punteada corresponde a individuos cebú. Se observa que, en los dos tipos de ganado, sus temperaturas se mantienen uniformes hasta llegar a los 27°C, a partir de aquí la temperatura rectal del ganado tipo europeo asciende rápidamente hasta alcanzar su máximo superior a 42°C, cuando el animal se halla en un ambiente de 41°C. Por su parte, el ganado cebú mantiene uniforme la temperatura rectal hasta los 32°C, luego sube lentamente hasta los 38°C a partir de cuya marca se registra un rápido aumento, hasta los 40,8°C, cuando el ambiente tiene 41°C. Por

lo tanto, se deduce que en el ganado europeo hay un fracaso de los mecanismos termorreguladores, cuando la temperatura del medio supera los 27°C, por su parte el ganado tipo indiano experimenta dicho fracaso termorregulador a partir de los 32°C, aunque el aumento de la temperatura rectal es poco pronunciado hasta los 38°C.

También la actividad respiratoria que regula la ventilación pulmonar, ritmo cardíaco y circulación periférica.



Variación de los movimientos respiratorios frente a diferentes temperaturas ambientales en animales adaptados a distintos ambientes

La línea entera, corresponde a los ejemplares de origen europeo, demuestra que a partir de los 16°C comienza un incremento gradual del número de movimientos respiratorios, que se hacen más acentuados al sobrepasar los 21°C. El aumento sigue en forma continua hasta los 32°C, desde donde es más pausado como consecuencia de la posible fatiga muscular. En los cebúes el aumento se inicia por encima de los 27°C y sigue un ritmo ascendente continuo.

A. Frente al calor se revelan las siguientes actitudes

1) Búsqueda de sombra.

Ya que se elimina la incorporación de calor proveniente de las radiaciones solares.

2) Mayor consumo de agua.

Hay absorción de calorías para llevar el agua absorbida a la temperatura del cuerpo. Por el aumento de la actividad renal hay eliminación térmica por la orina.

3) Menor ingesta de alimentos (inapetencia fisiológica)

Se elimina la principal fuente de abastecimiento térmico. Ésta anorexia involuntaria trae aparejado una fuerte disminución en la producción (crecimiento, menores ganancias de peso vivo, menor producción láctea). El subtrópico inhibe lo que el animal trae en su potencial genético.

4) Polipnea (aumento de tasa respiratoria, jadeo)

Aumenta la masa de aire que se contacta con la superficie pulmonar. Esto es más evidente en las especies que no transpiran. El jadeo arrastra más cantidad de vapor de agua.

5) Sudoración.

B. Frente al frío se revelan los siguientes signos o actitudes

- 1) **Aumento del apetito** y de la capacidad de ingesta (fundamento de la esquila pre-parto y de los galpones sobreelevados de las antiguas cabañas).
- 2) **Formación de depósitos grasos subcutáneos** que facilitan la conservación del calor.
- 3) Esto es ayudado por el **mayor crecimiento de los tejidos de cobertura** (pelos, lana).
- 4) **Vasoconstricción cutánea**, trae ahorro de calor, inhibe la radiación y la convección. La mayor irrigación de la hipodermis activaría el funcionamiento de los bulbos pilosos aumentando el desarrollo de pelos.
- 5) **Contracción del músculo erector Pili**, los coloca en ángulo recto (perpendicular a piel) formando una capa aislante por el aire contenido en los espacios generados.
- 6) **Producción de escalofríos**, cercano al punto C' del gráfico de Giaja, visto en la unidad anterior, la producción de movimientos musculares involuntarios, intensifica la producción de calor.
- 7) **Postura**: Los animales encogidos, reducen la superficie radiante y de conducción.

TIPOS DE ADAPTACIÓN:

Absoluta o Perfecta.

Naturalización.

Degenerativa o de Acomodación.

Fracaso de raza.

Cuando tratamos de adaptar animales a distintos ambientes, podemos obtener resultados positivos o negativos.

Es **positivo cuando mantiene o incrementa la capacidad productiva**. Aquí pueden darse dos posibilidades, que él o los animales provengan de un **clima similar**, en este caso no habrá mayores problemas y se denomina "**naturalización**".

La otra posibilidad es que el animal provenga de un **clima distinto**, pero se adapte perfectamente. En este caso estamos en presencia de una "**adaptación absoluta**".

La adaptación es **negativa** cuando su capacidad fisiológica está alterada, **disminuyendo su capacidad productiva**. Puede suceder que coloquemos al animal en un **clima diferente** al de su origen, debiendo realizar un esfuerzo violento para alcanzar la **acomodación del organismo y poder sobrevivir** sacrificando parte de su capacidad productiva. Esto se denomina "**adaptación degenerativa**", que desde el punto de vista zootécnico es un fracaso, por más que el animal sobreviva.

La otra situación que se puede dar es que **ninguno de los animales trasladados sobreviva**, es el denominado "**fracaso de raza**".



La aclimatación responde a dos tipos: es positiva, si resulta absoluta o existe naturalización y es negativa o fracasa, si se determina un proceso degenerativo en el crecimiento y la reproducción (Helman, 1983).

Las razas que se adaptan a varios climas se denominan razas "*cosmopolitas*" y las que sobreviven solamente en un medio "*topopolitas*".

Se ha tratado de mejorar la adaptación de las razas realizando cruzamientos entre ellas. Sobre todo, tratando de aprovechar el vigor híbrido y la complementariedad. Esto ha sido muy utilizado en zonas de clima subtropical donde se ha tratado de complementar las razas tropicales con las templadas.

Para tener **éxito en la adaptación hay que tener en cuenta varios factores:**

- Por lo general las razas de clima cálido se adaptan mejor a los climas fríos que viceversa.
- Conviene realizar el traslado de animales en la época de mayor coincidencia térmica, si vamos hacia el norte en invierno si vamos hacia el sur en verano. Siempre y cuando no pasemos el Ecuador.
- Cuando hay diferencia de altura el traspaso debemos hacerlo en forma progresiva

CLIMÓGRAFOS E HITERÓGRAFOS

La **comparación de climas de dos regiones diferentes** puede ser llevada a cabo por medio de **climógrafos e hiterógrafos**.

Esto nos sirve para poder determinar cuáles son las diferencias climáticas que van a tener que soportar los animales trasladados de una región a otra.

En los "*climógrafos*" se toma en cuenta la **temperatura ambiente** y el **porcentaje de humedad promedio** de cada mes. Estos datos son transpolados a un cuadro de coordenadas cartesianas, dándonos una figura geométrica característica de cada región.

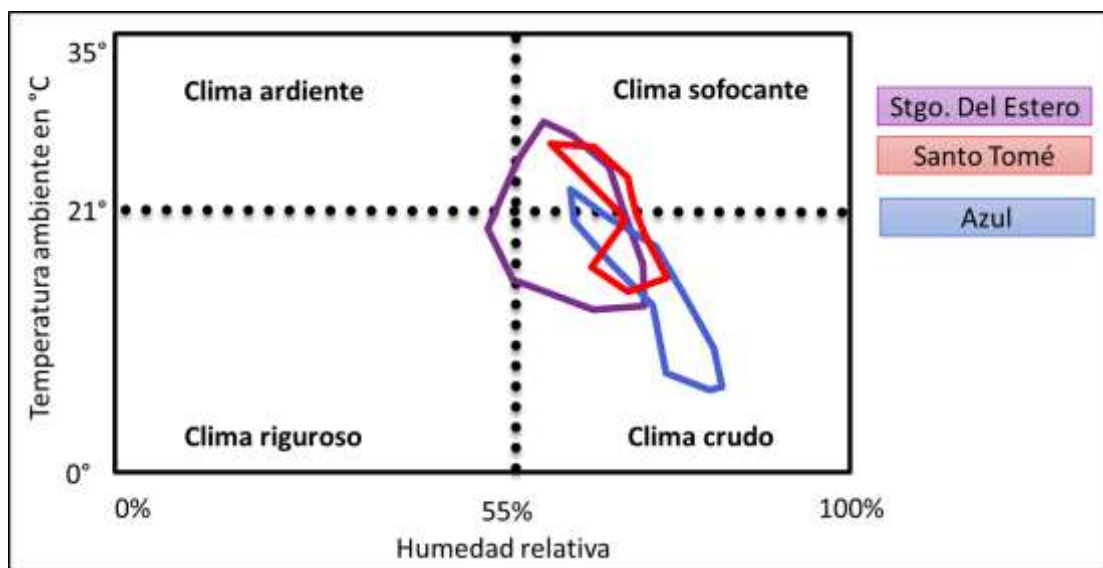
Sobre la abscisa se representan los valores de porcentaje de humedad y sobre la ordenada los de temperatura ambiente.

A su vez se divide el cuadro en cuadrantes, una línea que está a la altura de los **21°C**, que se halla unos grados por sobre el **clima confort del ganado europeo**. Otra a la altura de **55% de humedad relativa del ambiente**, lo que divide en clima seco y húmedo.

Queda así en el **cuadrante superior izquierdo, un clima cálido ardiente**, en el **superior derecho cálido sofocante**, en el **inferior izquierdo clima riguroso** e **inferior derecho clima crudo**.

Con solo observar el climógrafo podemos tener una idea de que clima se trata, por ejemplo: si el eje vertical es mayor que el horizontal estamos en presencia de un clima con mucha variación térmica, o si la figura está desplazada hacia la derecha estamos en presencia de un clima húmedo.

Si conocemos el clima confort de los animales que estamos trabajando, sabremos cuanto tiempo deberá soportar una temperatura superior y en que época del año.



Climatógrafos correspondiente a las localidades de Azul (Buenos Aires), Santo Tomé (Corrientes) y Santiago del Estero (Capital). Se percibe que el de la parte central de la Provincia de Buenos Aires se dirige hacia un clima templado frío con escasas variantes en la humedad relativa. El de Santo Tomé, marca más de la mitad del año sobre el nivel crítico de los 21°C, con dos insinuaciones de relativa sequedad de ambiente en pleno verano y hacia la parte invernal. La forma redondeada del polígono correspondiente a Santiago del Estero delata un período muy seco, perteneciente al tiempo primaveral, más de siete meses por encima de los 21°C y manifiesta sequedad del ambiente. Por clima ardiente se entiende las altas temperaturas con bajo tenor de humedad relativa. La elevada temperatura acompañada con alta humedad relativa da un clima sofocante para los bovinos.

En los "**hiterógrafos**" lo que se compara son las **precipitaciones y la temperatura**. En la abscisa van las lluvias caídas y en la ordenada la temperatura.

Estos dos parámetros tienen gran importancia en la disponibilidad forrajera, ya que actúan en forma directa sobre el crecimiento de los vegetales.

Por ejemplo: si tenemos un hiterógrafo donde predomina el largo horizontal sobre el vertical estamos en presencia de un clima con estación seca.

BIBLIOGRAFIA

- Mc Dowell, R.E. 1972. Bases Biológicas de la Producción Animal en Zonas Subtropicales. Primera Edición. Editorial Acribia.
- Helman, M. 1983. Ganadería Subtropical. Editorial El Ateneo. Tercera Edición.
- Helman, M. 1986. Cebutecnia. Segunda Edición. Editorial El Ateneo.
- Domingues, O. 1994. Introducao a Zootecnia. 2° Ed. Ministerio da Agricultura. Servicio de Información Agrícola de Rio de Janeiro, Brasil.
- Valtorta, S.; Gallardo, M.; De la Sota, L.; 1995. El estrés por calor y su impacto en rodeos de alta producción lechera. Conferencias presentadas en las jornadas realizadas en la EEA. Rafaela del INTA.
- Gallardo, M. y Valtorta, S. 2011. Producción y bienestar animal. Estrés por calor en ganado lechero. Impactos y mitigación. 1° Ed. Hemisferio Sur, Buenos Aires.
- Hansen, W. 1994. Importancia de la pigmentación en la piel y el color del pelaje en las especies pecuarias expuestas a las radiaciones solares en el Noroeste Argentino. Resistencia de la raza bovina Criolla a las radiaciones actínicas. Comunicación personal.

ESTRÉS

Síndrome de adaptación general, Reacción de alarma Simpática

Respuestas de los animales en su adaptación al ambiente (estrés térmico):

Noxas: Hay una gran variedad de ellas, pero aquí trataremos las temperaturas extremas.

Descarga simpática: Causa la liberación de catecolaminas por medio de las terminaciones nerviosas que provocarán la liberación de un factor hipotalámico (CRF) y de adrenalina meduloadrenal, por medio del sistema porta (rápida alarma simpática). Más lentamente, el sistema nervioso central (y/o liberaciones de ADH (antidiurética), serotonina y VIP) obliga al hipotálamo a enviar Factor hipotalámico (CRF) hacia la adenohipófisis, provocando la liberación de Adrenocorticotrofina (ACTH).

Excitación de la corteza adrenal: Esta hormona se dirige hacia la glándula adrenal y activa la síntesis y liberación de glucocorticoides, cortisol y corticosterona. Normalmente éstos realizan una retroalimentación negativa, pero durante el estrés, en el intento a adaptar al organismo para resistir la noxa, las secreciones de ACTH (adrenocorticotrofina) y glucocorticoides serán sostenidas y prolongadas (pérdida del ritmo nictameral).

El principal glucocorticoide en los mamíferos es el cortisol, en las aves predomina la corticoesterona. Se segregan en las zonas fascicular y reticular de las glándulas adrenales ubicadas en los polos craneales de ambos riñones.

Liberación de corticoesteroides y reacción orgánica:

- **Cambios hormonales:** se producen aumentos de ACTH (adrenocorticotrofina) cortisol, catecolaminas, aldosterona y glucagón, así como disminución de TSH o Tiroestimulante (T_3 y T_4), STH (somatotrofina), insulina, ADH (antidiurética) y actividad de vitamina D_3 . El aumento de cortisol sería un confiable "indicador de estrés", pues se eliminaría su retroalimentación negativa sobre ACTH debido a que el sistema nervioso central retransmitiría e modo continuo

señales “estresantes”. El cortisol provocaría hiperglucemia al antagonizar a la insulina en su tarea de ingresar glucosa a las células. También se citan alteraciones del nivel plasmático de estrógenos y hormona luteinizante y prolactina, disminuciones de testosterona, así como aumentos de adrenalina, renina y parathormona.

- *Modificaciones del hemograma:* El leucograma del estrés, consistente en aumento de leucocitos y neutrófilos, a la par de disminuciones de linfocitos y eosinófilos (quizá también de monocitos y basófilos). El eritrograma adquiriría carácter policitémico (aumentos de hematocrito y eritrocitos) por la acción eritropoyética local del cortisol.
- *La hiperglucemia en el estrés:* El cortisol provoca hiperglucemia desfosforilando la glucosa hepática, coadyuvado por la gluconeogénesis hepática y disminución del uso celular de glucosa.
- *Alteraciones de lípidos y lipoproteínas:* Los aumentos de lípidos, colesterol y triglicéridos comunican hiperlipemia y colesterol normal o aumentado. Los residuos de combustión lipídica (cuerpos cetónicos acidogénicos) se neutralizan siempre que existieran concentraciones fisiológicas de Na, K y NH₄.
- *Proteínas, nitrógeno no proteico, inmunoglobulinas, enzimas:* Provoca disproteinemia, balance nitrogenado negativo, las albúminas incrementarían su síntesis por acción del cortisol, pero paralelamente aumentaría su tasa de degradación, el nitrógeno no proteico, especialmente la urea, aumentaría, el ácido úrico decrecería en sangre. Las inmunoglobulinas disminuirían sus tasas hemáticas especialmente las IgG. En un principio podrían aumentar debido a la lisis de linfocitos, pero luego decaerían al suprimirse la mitosis de dichas células.
- *Minerales y oligoelementos:* Disminuye la absorción intestinal del calcio de forma indirecta a los fosfatos y magnesio, dando como resultado hipokalemia, no se reportan mayores variaciones en las concentraciones de Na, hipocalcemia, hipofosfatemia, hipomagnesemia, hipocloremia, hipoferremia, hipercupremia, hipocincemia. El estrés potenciaría negativamente las deficiencias de macro y microelementos, agravando el cuadro de desnutrición. También se altera el equilibrio ácido-base.
- *Cambios urinarios:* La poliuria promovida por los esteroides suprarrenales prevalecería sobre la disminución de filtración glomerular inducida por las catecolaminas, lo cual sumado por la inhibición de ADH provocaría mayor diuresis. (Dantzer, Mermáde; Temas Teórico-Prácticos de Fisiología, 1984, Tesis Doctoral Coppo, 2000).

Reacciones de los animales frente a las altas temperaturas (estrés térmico)

El estrés térmico se produce cuando los animales son sometidos a una “carga térmica” demasiado elevada y no pueden regular su temperatura interna para mantenerla dentro de los límites que permitan índices satisfactorios de producción y de reproducción. La carga térmica, en condiciones de producción, depende de muchos factores ligados al medio ambiente, como la radiación solar, la temperatura, la humedad, la circulación del aire y disminuye por la noche. Esto también está vinculado con el animal mismo a través de su genotipo o su nivel de producción, no todos los animales responden de igual manera a un mismo medio térmico; las razas locales son generalmente más resistentes o están mejor equipadas para la termólisis, mientras que los animales de altas producciones de leche o de carne tienen que eliminar más calor metabólico (www.fao.org).

Mecanismos de termorregulación

Ante una variación de temperatura de solamente 1°C o menos los procesos fisiológicos se alteran viéndose reflejado en el comportamiento y rendimiento del animal lo cuál ocurre constantemente. Para ello existen procesos de termorregulación que varían con cada animal.

Todas las especies domésticas son homeotermas debido a una regulación por parte del hipotálamo, que posee los centros de control del equilibrio térmico del organismo. Ellos reciben estímulos internos y externos para después dar origen a respuestas (el centro simpático para el calor y parasimpático para el frío) que son enviadas hacia los órganos y tejidos a través de sus correspondientes fibras.

Es un mecanismo por el cual el animal realiza el balance entre ganancia y pérdida de calor.

La ganancia calórica tiene dos fuentes: *el ambiente y el metabolismo*.

Durante el día, el calor se toma de la radiación solar y es ganado por convección o por conducción, si la temperatura del aire es mayor que la de la piel o el animal está descansando sobre una superficie más caliente que su piel, esto se llama “calor adquirido” y puede ocurrir en sentido negativo o positivo.

El calor metabólico deriva de una serie de actividades físicas y fisiológicas que hacen al mantenimiento y producción animal: ejercicio, alimentación, crecimiento, lactación, gestación, digestión de alimentos (sobre todo los fibrosos) lo que produce el calor de fermentación, entre otras constituyen el “calor producido”.

Las pérdidas de calor ocurren por eliminación de subproductos del metabolismo y por factores ambientales. La radiación es una de las formas que permiten la disipación del calor, cuando los alrededores del animal, están más fríos que su cuerpo. En general, durante las horas nocturnas, éste efecto es más notorio. Con alta humedad atmosférica, se reduce ésta posibilidad de enfriamiento. Las otras formas de pérdida de calor son por conducción y/o por convección, pero tienen pocas magnitudes en ambientes tropicales y subtropicales.

Un mecanismo animal muy eficiente para la pérdida calórica, es la evaporación. Esto ocurre cuando la temperatura de la humedad alrededor del animal, es menor que la de las superficies evaporativas de su piel y sus vías respiratorias. Una mayor velocidad del aire y una baja humedad atmosférica, son factores que facilitan éstas pérdidas. A medida que la temperatura ambiente se eleva, la pérdida calórica por evaporación se vuelve la vía principal, debido a que no depende del gradiente térmico.

Cuando en el ambiente hay altas temperaturas el animal trata de restablecer la propia disminuyendo el consumo y actividades. Pero hay que tener en cuenta el calor extra producido por los esfuerzos de termocompensación (calor adicional producido al aumentar la actividad de los órganos, principalmente corazón y pulmones, para promover la pérdida de calor). El comportamiento basal representa el 35-70 % de la producción media de calor que se debe eliminar para mantener la temperatura constante. Una forma de controlar es disminuir la tasa de rendimiento basal, pero esto es contraproducente para la producción. En el caso de querer medir todo esto se lo puede hacer mediante los productos obtenidos.

Todos los procesos digestivos que agregan calor al organismo y se denominan “acción dinámica específica” dependen del nivel general de nutrición, tipo y calidad del alimento. Ej.: Los heno y hierbas conducen a la mayor producción de calor que los concentrados.

Otros factores que modifican la producción de calor son:

El comportamiento (que cambia con las diferentes temperaturas externas) puede influir mediante el temperamento.

El rendimiento que a través de los diversos productos obtenidos de los animales produce calor. Cuando aumentan las temperaturas disminuyen el consumo y como necesita mayor cantidad de energía disminuye las utilidades.

El manejo a través del control de la producción diaria de calor en los animales. Ej.: distribución de los comederos y bebederos, control de calidad de alimentos, de parásitos externos e internos, aplicaciones externas de agua y sombras.

Los intentos por compensar las variaciones en la temperatura del cuerpo se dan en el siguiente orden:

✓ **Cambios vasculares:** hay dos mecanismos principales de eliminación de calor, conducción y convección. La primera se da desde el núcleo central a la superficie y la segunda, que ocurre cuando la temperatura ambiental es de confort inclusive, es a través de la corriente sanguínea. En ambientes calurosos disminuye el gradiente de temperatura entre la piel y el aire que rodea al sujeto. Aunque la temperatura de la piel aumente el pasaje de calor hacia el ambiente también disminuye la difusión del mismo desde el centro del cuerpo hacia la superficie, porque se ve afectada la conducción, entonces se produce una **vasodilatación periférica** por estímulos nerviosos a partir de los centros termorreguladores. En los bovinos la máxima presión sanguínea se obtiene cuando la temperatura rectal es de 40,5°C y la actividad cardiaca a los 41,5°C.

✓ **Sudor:** Primero aumenta la perspiración insensible o trasudación, luego empieza la sudoración, que es el mecanismo más importante en bovinos y ovinos. Su temperatura de estimulación varía con las especies, en los bovinos se da a los 25°C cuyas glándulas son adrenérgicas y se estimulan por impulsos del Sistema Nervioso Simpático de los centros termorreguladores.

La secreción de sudor varía de una parte a la otra:

Composición química: en equinos y asnos presenta mucho cloruro de sodio por lo tanto se debe reemplazar periódicamente, en cambio en los bovinos éste se encuentra en muy poca cantidad (todos los minerales tienen bajos niveles) al contrario de la urea que es su principal constituyente.

En ovinos no se sabe muy bien la cantidad de la sal ya mencionada, pero se puede asegurar que hay poca necesidad de reposición.

Con respecto a las glándulas en bovinos hay una por cada folículo piloso en todo el cuerpo. El número por unidad de superficie depende de la edad, tamaño corporal y raza. Ej.: Las razas cebuinas tienen 50-100% más glándulas sudoríparas por unidad de superficie que las europeas. En búfalos su tamaño es casi el doble de las de los bovinos, pero se encuentran en menor cantidad. Los ovinos tienen una glándula activa por folículo primario y una glándula rudimentaria por folículo secundario siempre variando con respecto a las razas. Ej.: En la raza Merino Australiano se encuentra mayor cantidad de glándulas activas que en las razas británicas productoras de carne.

En resumen, se puede mencionar que la secreción de sudor es un mecanismo importante de pérdida de calor en equinos, bovinos, cabras, ovejas y búfalos de agua y menos importante en cerdos.

✓ **Respiración:** Su aumento es el primer síntoma visible de stress ya que los anteriores no se ven. Su aceleración aumenta el volumen de aire capaz de ser calentado y humedecido para así eliminar calor. El aumento en la frecuencia es más acentuado a los 29°C, y la humedad tiene un efecto muy similar en condiciones experimentales, pero con menor influencia en la producción.

Su papel en la termorregulación es primordial entre los 10-27°C, aunque disminuye marcadamente cuando se sobrepasan los 30°C. También es mucho más importante durante periodos cortos porque puede ocasionar problemas graves.

En los bovinos y ovinos se pueden dar dos tipos de aceleración en la frecuencia respiratoria según las diferentes amplitudes en los movimientos de los flancos: Inspiración profunda, consiste en el ingreso de gran volumen de aire a los pulmones (3 litros o más en bovinos). La hiperventilación puede conducir a alcalosis respiratoria y alterar otros procesos fisiológicos. Jadeo superficial, es el menor volumen de aire renovado, aunque el aire intercambiado por minuto será igual o superior que con la inspiración profunda, así evapora más agua y tiene menor riesgo de alcalosis.

Vacas, ovejas y cerdos pueden respirar “a boca abierta” donde se puede observar una salivación copiosa, la que puede indicar una tolerancia mínima al calor. Esto también puede determinarse por las frecuencias respiratorias bajas.

✓ **Funciones endocrinas:** Todavía no se ha comprobado si hay una disminución funcional de la tiroides que sea la responsable de la disminución del apetito o el proceso ocurre de una forma inversa, pero sí se puede asegurar que los niveles de su hormona influyen en el crecimiento y la producción.

Temperaturas mayores a 30°C inducen a las adrenales a disminuir la tasa de esteroides sanguíneos, además influyen sobre la adenohipófisis la que comienza a secretar menos cantidades de prolactina y gonadotropina que a su vez disminuye la liberación de estrógenos y progesterona y así se verá afectado el rendimiento funcional reproductivo.

La neurohipófisis interviene en el equilibrio térmico mediante la variación de electrolitos durante la movilización de agua para ser evaporada en el organismo.

✓ **Comportamiento:** todas las modificaciones de los procesos fisiológicos para regular el intercambio de calor podrán clasificarse como modificaciones en el comportamiento. El comportamiento hace referencia al cambio de postura, movimientos y consumo de alimentos que se produce en el stress intentando reducir la pérdida de calor y evitar su acumulación aumentando la conducción o conservación del agua corporal. Los animales tienden a adoptar una postura relajada, por ejemplo, los rumiantes dejan de pastar, buscan superficies frescas o buscan el agua, para tenderse y así mejoran la pérdida de calor por la conducción-convección.

✓ **Consumo de agua:** cuando debe aumentarse la tasa de evaporación en el organismo, el agua procede inicialmente de la sangre, que debe reponerse con la movilización de agua de otra procedencia, por ejemplo, del estomago, intestino, fluidos intersticiales, heces y probablemente de la oxidación de algunos carbohidratos, grasas o proteínas almacenadas. Cuando el agua de estas fuentes se extrae se ejerce una acción sobre el centro de la sed, para reponer los niveles de agua orgánica. Esto sucede cuando se ha perdido el equivalente de 1 % del peso corporal. Cuando la temperatura ambiente aumenta se produce la consiguiente elevación en el consumo de agua libre, por ejemplo, una vaca consume unos 50 litros de agua diarios con una temperatura de 21°C, aunque puede incrementarse el agua de bebida del 25 al 100 % a 32° C.

✓ **Temperatura corporal:** el exceso de temperatura corporal origina una disminución en los niveles de hormonas calorigénicas (TSH, ACTH, e hidroxiesteroideos). Un incremento de la temperatura corporal suele considerarse como un síntoma de que el animal no ha logrado desarrollar o poner en marcha las adaptaciones precisas para mantener el equilibrio térmico. En el caso de ovejas, vacas y cerdos, a veces puede ser ventajoso porque pueden perder calor por conducción ya que no poseen glándulas sudoríparas, tan eficaces como las del hombre,

conservando además el agua orgánica, disminuyendo la necesidad de evaporar agua en las superficies.

✓ **Uso del agua corporal:** entre 13-18° C, las principales vías de pérdida de agua corporal son las heces, orina, respiración y evaporación sobre la superficie de la piel. Con temperaturas elevadas (27°C o más) el orden de las pérdidas resulta de manera inversa perdiendo algo de agua por el babeo intenso de saliva. Algunos animales aumentan la producción de orina por lo tanto de agua que trae acarreado la disminución en el consumo de alimentos. Este tipo de pérdida de calor no es tan eficiente como el sudor.

✓ **Estado de hidratación:** cuando el animal no logra mantener el contenido acuoso del organismo en un nivel normal o casi normal (deshidratación) se verá afectado en primer lugar el volumen sanguíneo. Si los animales pueden beber con facilidad y no resulta extremo el nivel de stress térmico, la mayoría de los animales son capaces de evitar la deshidratación antes de alcanzar la etapa en la que se alteren las funciones corporales (Mc Dowell, 1972).

Efectos del estrés térmico sobre los niveles de producción

En la zona de bienestar general se logra las producciones más altas y económicamente más eficientes. Si los mecanismos de regulación deben realizar grandes esfuerzos para mantener la temperatura corporal, a causa de temperaturas ambientales muy altas o bajas, estos pueden hacer que el organismo deje de contar con las reservas suficientes tanto para la reproducción, como para la producción de leche carne, etc.

Manejo

Las condiciones de manejo crean numerosas circunstancias estresantes, en muchos casos porque impiden, limitan o exigen ajustes anormales en la fisiología o comportamiento propios de cada animal.

- **Reproductivo**

Las temperaturas ambientales elevadas pueden reducir la eficiencia de la reproducción tanto en los machos como en las hembras mediante un descenso de la gametogénesis, libido, estro, ovulación, fertilización, implantación, supervivencia embrionaria, duración de la gestación y capacidad materna de las hembras, así como por un aumento de los problemas en los momentos de parto (Mc Dowell, 1972).

Alteraciones del ciclo sexual en la hembra:

Las altas temperaturas producen un retardo sobre la iniciación de la pubertad, atribuido a un índice de crecimiento menor motivado por el calor.

En hembras adultas ciclantes pueden provocar la desaparición del estro o incluso la ovulación en vacunos y ovinos, en esta especie la exposición a una fuerte radiación del día 10 al día 15 del ciclo estral provoca una disminución considerable de celo en una majada, alrededor del 30 % acompañado de una reducción del mismo a unas 8 horas aproximadamente.

En vacas se observa principalmente, disminución de los síntomas de celo dificultando su detección y el cual se presenta en periodos cortos.

Todo esto es acompañado de variaciones en las concentraciones de hormonas relacionadas con la reproducción. A través del desequilibrio hormonal que se produce se afecta al completo desarrollo del tracto reproductor, si éste persiste puede determinar la producción de cuerpos

lúteos pequeños que mantendrán el estro pero éstos no se desarrollarán totalmente por lo que no habrá ovulación. Dicho cuerpo lúteo también secretará progesterona, pero será insuficiente para mantener la gestación.

Otra consecuencia del desequilibrio hormonal o endocrino son los partos distócicos que se producen en las últimas fases de la gestación.

Trastornos durante la preñez

Hay que tener en cuenta que en condiciones normales los embriones son muy sensibles a las altas temperaturas, durante las primeras fases de su desarrollo. En bovinos expuestos a 32°C durante 72 horas después del servicio impide cualquier desarrollo embrionario, no así en hembras mantenidas a 21°C las cuales quedan preñadas. En cambio, si el estrés térmico tiene lugar después del décimo día en que se realizó el servicio, la fertilidad no se modifica.

Los embriones que se encuentran en ovejas expuestas a temperaturas superiores a 1°C de la normal no serán capaces de sobrevivir.

En cerdas el periodo comprendido entre el día 2 y 16 después de la fecundación parece ser aquel durante el cual los animales son más sensibles a las variaciones térmicas. En oveja se demostró que este periodo ocurre de igual manera. Ello demuestra que, durante los estados precoces de desarrollo del embrión, antes de su implantación, este es sensible a un aumento de la temperatura uterina inducida por el estrés térmico. Después de la implantación hasta la mitad de la gestación se vuelve menos sensible a las variaciones térmicas del tracto genital, y a partir de este momento el desarrollo fetal puede ser afectado de nuevo por las altas temperaturas.

También se conocen graves trastornos que se producen durante la gestación sobre él o los fetos, a cuya muerte llevan especialmente en ovinos. Este caso es muy común en Corrientes, en ovejas que reciben servicio en primavera-verano y que por lo tanto presentan la mayor parte de su periodo de gestación en la época estival calurosa, los porcentajes de muerte embrionaria y fetal son muy elevados, en consecuencia, cuando en esa zona se practica servicio de otoño sobre las ovejas los porcentajes de procreación son mayores, ya que es su época normal y fisiológica de celo y monta.

La exposición a un estrés térmico únicamente durante el último mes de la gestación es suficiente para disminuir el peso al nacimiento de corderos y lechones. Esto produce un aumento en la tasa de mortalidad en proporciones importantes y merma la producción de leche, probablemente por la disminución del tamaño de la placenta y de sus cotiledones.

El peso al nacimiento de los terneros también se encuentra afectado, siendo más livianos y pequeños en zonas tropicales y subtropicales tratándose de razas europeas. En cambio, en las razas índicas no presentan variaciones.

Se observaron casos de terneros llamados "miniatura" ya que presentaron un peso entre 8,06 y 18,14 Kg al nacimiento, y cuyas madres poseían una poca tolerancia al calor. Lo curioso de esto fue encontrar invertida la relación de peso entre machos y hembras, siendo los primeros más livianos. Esto se debería a que el feto macho tiene un índice metabólico mucho más alto que la hembra y por ende exige más de la madre, por lo cual las vacas afectadas de hipertermia y gestantes con un feto macho sufren mucho más por la alta temperatura ambiente que las que gestan una hembra.

Trastornos en la función testicular y calidad del semen:

En el macho la temperatura ambiente ejerce un profundo efecto sobre la función testicular. Es sabido que para su maduración los espermatozoides necesitan una temperatura inferior a la corporal. Por ello los testículos se encuentran alojados dentro de la bolsa escrotal, que pende fuera del cuerpo ejerciendo una función termorreguladora. En carneros y toros esta función se cumple por medio de tres mecanismos: el primero consiste en que los músculos suspensores se contraen y acercan ambos testículos al cuerpo cuando hace frío. En un ambiente caluroso estos se relajan y permite el descenso testicular, a su vez se distiende el escroto, para aumentar la superficie y permite un mayor intercambio de calor. Esto en ciertas circunstancias es contraproducente ya que dificulta la marcha, para ello los Cebú tienden a relajar los músculos cremaster, no así el dartos, logrando que el escroto bascule en lugar de colgar bajo como en los europeos. En el segundo las glándulas sudoríparas del escroto producen transpiración, que al evaporarse provoca frío y baja la temperatura. Finalmente, en el tercer mecanismo las arterias y las venas de los testículos y sus anexos poseen una disposición particular, una extraordinaria longitud y recorrido flexuoso. Las venas se encuentran en la superficie del órgano rodeando a la arteria correspondiente, lo que hace que la sangre que fluye por las arterias hacia los testículos sea enfriada antes de llegar a este, ya que en ellas la sangre es menos caliente.

Muchos toros, y sobre todo los no adaptados a las altas temperaturas se vuelven infértiles por la acción del calor sobre la función testicular, esto no es permanente a menos que el animal siga sometido a estrés térmico. Las razas tropicales son generalmente menos sensibles a las altas temperaturas que las razas templadas.

La exposición directa del testículo a temperaturas altas (superiores a 29°C) provoca alteraciones en ciertas etapas críticas del ciclo espermatogénico. Este efecto, limitado solo al proceso de elaboración de las células sexuales y la relativa insensibilidad de los espermatozoides epididimarios explica el largo plazo necesario para la aparición de las alteraciones en el semen eyaculado.

Una breve exposición al estrés térmico alrededor de 6 horas a 41°C puede ser suficiente para inducir degeneraciones celulares durante el ciclo espermatogénico.

En el toro, verracos y chivo además disminuye el número de eyaculados. También afecta la calidad del semen, si persiste durante la segunda semana afectará la motilidad y aumentará el porcentaje de espermatozoides anormales y muertos, lo cual se potencia con la humedad cuando ésta es superior a 70%.

La duración y la intensidad de la exposición al estrés térmico determinan el retorno a la calidad normal del semen que demanda de 40 a 60 días

Las temperaturas bajas del ambiente no representan un problema tan serio, en cuanto a la regulación como las altas temperaturas ambientales, en consecuencia, en el organismo animal aparecen una serie de trastornos que se pueden resumir en “degeneración tropical” y subfertilidad e infertilidad según el caso. Es muy probable que en temperaturas muy altas se vea afectada la función tiroidea y esta a su vez influye sobre la libido, ya que a causa del calor que siente el animal se preocupa por su malestar general sin importarle la presencia de vacas en celo, aunque ésta en realidad no se perjudica gravemente en toros, búfalos y caprinos, pero sí se anula en los carneros sin esquilarse (Helman, 1977; www.fao.org).

- **Productivo**

Las vacas de mayor potencial productivo son las más afectadas, a su vez las vaquillonas son menos afectadas que las vacas, hecho relacionado posiblemente con el menor nivel de producción.

Producción lechera

Cabe destacar que no solo la producción de leche se ve afectada, sino también su composición y el efecto más importante se produce sobre el contenido de proteína en la leche, que presenta una marcada disminución durante la época estival. En comparación con la estación fresca también se observa un aumento de: NNP y ácido palmítico y esteárico; una disminución de grasa butírica, sólidos totales, sólidos no grasos, nitrógeno total, lactosa, ácidos grasos de cadena corta y ácido oleico.

Producción y calidad de carne

En la producción de carne se tiene muy presente el aspecto en que se encuentra la media res al gancho. Los agentes estresantes previo a la faena provocan la liberación de hormonas adrenales, disminución del glucógeno de reserva y por lo tanto de ascensos anormales de pH en los casos de estrés crónico, o acidificación rápida en casos de estrés intensos. Es así, que animales transportados a larga distancia con temperaturas extremas, aumentan la probabilidad de que sus carnes presenten valores de pH altos, superiores a 5,8 que generan luego los denominados “cortes DFD” (cortes secos, duros y oscuros) esto se da mayormente en el cerdo y el vacuno o “cortes PSE” (cortes pálidos blandos y exudativos) en el cerdo, en el caso que posean en los 45 minutos post mortem un pH inferior a 5,8. Estos son los dos principales problemas de calidad con los que se encuentra la industria cárnica ya que en los cortes PSE además de la apariencia indeseable, se produce una pérdida de peso y por lo tanto reduce el rendimiento tanto de la carne fresca como de los productos procesados. Las carnes DFD presentan un alto potencial de alteración por lo que tienen una vida comercial corta, esto se debe a la depleción de glucógeno en el músculo, además el alto pH promueve al crecimiento bacteriano (www.agromeat.com).

Las elevadas temperaturas en las explotaciones porcinas pueden provocar un efecto negativo sobre la productividad de los animales. Durante el engorde resultan muy susceptibles a las altas temperaturas en la etapa final, reduciéndose la ingestión y por lo tanto el crecimiento. El calor provoca un incremento del período destete-cubrición, una disminución del crecimiento de los lechones por poca producción de leche y una pérdida de peso muy importante que dará una disminución de tamaño de camada en el próximo parto (www.portalveterinaria.com).

Con respecto a las aves en Argentina se prefieren que sean de gran tamaño, por lo tanto, son más susceptibles al estrés por calor. La temperatura óptima o apropiada que debe conservarse dentro del galpón se encuentra entre los 32°C cuando tenemos pollitos de un día de vida, hasta los 18°C si tenemos pollos adultos.

En las aves ponedoras la postura de huevo comienza a declinar cuando la temperatura llega a los 27°C, mientras que el tamaño del huevo disminuye a los 24°C. La conversión alimenticia mejora cuando la temperatura es superior a los 16°C.

Sanidad

La importancia del estrés en rasgos generales es que puede:

- conducir a la aparición de enfermedad psicosomática
- aumentar la susceptibilidad a la infección
- representar un nivel inaceptable considerando el bienestar de los animales
- reducir la eficiencia de la producción

Exposiciones al estrés por calor y frío durante largos periodos o durante varios meses producen una supresión general de la respuesta del sistema inmune (Blood, 1992).

Trastornos digestivos:

Muchos problemas digestivos derivan de modificaciones en la microflora gastrointestinal. La flora normal se vuelve patógena o proviene de cepas transitorias ingeridas con el alimento y con capacidad de colonización. El estrés cumple una función significativa en el desarrollo de enfermedades gastrointestinales, en relación con alteraciones en ella. A su vez induce cambios motores que producen diarrea, la anormalidad en la motilidad modifica también la microflora y su resultado es la aparición de signos clínicos. Una vez colonizado los microorganismos se multiplican y producen diarrea (Stronbeck y Guilford; 1995).

Un proceso frecuente que se cree sería un reflejo del stress, es la ulceración gástrica. En los terneros recién nacidos se presenta la diarrea con enteritis coliforme. También se presenta en los cerdos después del destete. En ambos casos los factores determinantes de stress actúan disminuyendo la resistencia orgánica a los agentes patógenos específicos.

Las parasitosis internas encuentran la oportunidad de manifestarse debido a las particularidades del clima donde hallan medios favorables para su desarrollo.

Los helmintos, vermes, gusanos o lombrices gastrointestinales del bovino poseen alto grado de difusión. El animal con una gran carga de parásitos experimenta marcados trastornos en su desarrollo y por ende un atraso en su crecimiento. También disminuye el índice de producción de leche y carne.

Con respecto a la temperatura corporal, ésta puede verse aumentada de una manera patológica por encima de la media normal de cada especie en cuestión, lo que se denomina hipertermia y unas de sus causas son insolación y acaloramientos.

También interfiere en la concentración de sodio y potasio lo que produce enfermedades metabólicas y tóxicas caracterizadas por alteraciones en la regulación osmótica lo que lleva a un edema cerebral generalizado (Jubb y col., 1988).

El "síndrome del estrés agudo" es el responsable de la mayoría de las muertes súbitas en cerdos que se produce como consecuencia de transportar a los animales, tratamientos rutinarios, entre otros. El examen a la necropsia no revela la presencia de ningún proceso infeccioso o de daño físico.

Genética

Para evitar los problemas que acarrea el estrés térmico es conveniente llevar a cabo una buena selección de las razas que estén más o menos adaptadas al clima de la zona. Esto consiste en observar sus méritos relativos, en esencial considerando su influencia, no solo en su capacidad para mantener constante su temperatura sino también en su habilidad por aliviar los efectos del estrés térmico durante su crecimiento, lactancia y reproducción.

Un ejemplo característico es el caso del *Bos indicus*, que al permanecer en áreas intertropicales fueron influenciados por numerosos factores que les permitieron modificar tanto su genotipo

como su fenotipo para desarrollar una conformación corporal que se ajuste y desempeñe roles de auto-defensa, desarrollando mecanismos fisiológicos de alta capacidad sensorial y regulatoria.

Alimentación

Durante el verano los animales disminuyen el consumo de alimentos y aumentan el consumo de agua, que se transforma en uno de los nutrientes de mayor importancia. Se pueden observar efectos negativos en esta situación, ya que el animal precisa un aumento en los requerimientos para mantenimiento, pero comen menos para producir menos calor y gastan más energía en eliminar el calor de su cuerpo (www.agromeat.com).

Además, disminuye la eficiencia de utilización de la ración. El clima cálido disminuye, fundamentalmente, el consumo de alimentos con alta proporción de pared celular, la parte indigestible de la planta. La calidad de los forrajes también se ve afectada, debido a la alta cantidad de horas luz, junto con la elevada temperatura y radiación solar causan una más rápida madurez de la planta y un alto contenido de pared celular (Valtorta y Gallardo, 1995).

Medidas a tener en cuenta

Nutrición: La fermentación y el metabolismo de la fibra en el tracto digestivo aumentan la producción de calor. Una mayor densidad energética en las raciones, por ejemplo, cuando se incluyen concentrados, mejora el consumo voluntario y disminuye el calor metabólico.

En relación con los minerales, las vacas estresadas aumentan sus necesidades de sodio y potasio, debido a un desequilibrio electrolítico. La ingestión de altos volúmenes de agua en verano contribuirá a producir un efecto de confort al disminuir las temperaturas del retículo-rumen. Numerosos factores afectan las necesidades de agua del ganado, entre ellos el nivel de consumo de materia seca, la forma física de la dieta, el estado fisiológico y la cantidad y calidad del agua de bebida.

La disponibilidad de agua de bebida en ambientes cálidos puede ser una de las principales limitantes para la producción lechera. La calidad del agua de bebida es una de las causas que limita su ingestión, se mide en términos químicos (pH, dureza, Sólidos Totales Disueltos, nitratos, nitritos, calcio, magnesio, sulfato, entre otros), bacteriológicos (conteo total de bacterias, presencia o ausencia de coliformes) y físicos (olor, color, turbidez) a través de pruebas de laboratorio.

Las **dietas frías** son aquellas que generan una alta proporción de nutrientes netos para la síntesis y disminuye el incremento calórico originado durante la fermentación y el metabolismo. Sus características son:

- Mayor contenido energético por unidad de volumen.
- Fibra de alta fermentación.
- Menor digestibilidad de las proteínas.
- Alto contenido de nutrientes que "puentean" el rumen. (nutrientes by pass)

Se obtienen con pasturas tiernas, silajes con alto grano, concentrados ricos en aceites y grasas.

Sombras: Se usan para tratar de disminuir la carga radiactiva por intercepción de la radiación solar.

Existen diferentes tipos: natural y artificial la cual incluye a su vez sombras sólidas y de red plástica.

La sombra de los árboles es una de las más efectivas ya que además de disminuir la radiación reduce la temperatura del aire por la evaporación desde las hojas.

Las sombras de materiales compactos, como las láminas de zinc, son muy útiles en zonas donde el estrés se presenta durante todo el año, por su durabilidad. Los techos deben tener las siguientes propiedades: alta capacidad de reflexión, baja conductividad, baja emisividad hacia el interior. Su orientación debe ser en sentido este-oeste para permitir que el sombreado dure todo el día y se aconseja una altura de por lo menos 4 metros.

Las estructuras basadas en el uso de redes plásticas son más adecuadas para zonas de estación cálida definida. Las sombras pueden ser móviles lo que es muy útil en el caso de los suelos que pueden sufrir deterioro.

Ventilación forzada: Consiste en el uso de ventiladores y se basa en el aumento de las pérdidas de calor por convección, utilizado mayormente en ambos de alta producción y producción de aves.

Humedecimiento del animal: Su fundamento es aumentar la evaporación por medio de aspersores o rociadores que aplican una lluvia de gotas pequeñas sobre el animal. Estas gotas toman la energía necesaria del cuerpo del animal para la evaporación, aumentando su confort. Es muy útil en climas secos y funciona mejor cuando la humedad relativa del aire es baja y el flujo de aire es suficiente.

Sistemas combinados: Se trata de combinar aspersores y ventiladores, muy útil en corrales de encierre en los sistemas estabulados y para el corral de espera a la sala de ordeño (Andreo y col.; 1996).

Bibliografía citada y consultada

- Andreo, N. y cols.; INTA Temas de producción lechera; Publicación Miscelánea N°81; 1996; Rafaela, Santa Fé, Argentina.
- Blood D. C. y col.; Medicina Veterinaria; 1992; Séptima Edición; Editorial Interamericana; Madrid, España.
- Calvo, César A.; Ovinos; 1979; Orientación Gráfica Editora, Buenos Aires, Argentina; Tomo II.
- Calvo, César A.; Ovinos; 1982; Orientación Gráfica Editora, Buenos Aires, Argentina; Tomo I.
- Coppo, José Antonio; Fisiología Comparada del Medio Interno; 2001; Primera Edición; Editorial Dunken; Buenos Aires, Argentina.
- Coppo, José Antonio y cols.; Temas Teórico-Prácticos de Fisiología; 1984.
- Dantzer, R. y col.; El stress en la cría intensiva del ganado; Primera Edición; Editorial Acribia; Zaragoza, España.
- El bienestar animal y la rentabilidad; Forrajes y granos agribusiness journal.
- Fraser, Andrew F.; Comportamiento de los Animales de Granja; 1980; Segunda Edición; Editorial Acribia; Zaragoza, España.
- Helman, Mauricio B.; Cebutecnia; 1986; Primera Edición; Editorial "El Ateneo"; Buenos Aires, Argentina.
- Helman, Mauricio B.; Ganadería Tropical; 1977; Segunda Edición; Editorial "El Ateneo"; Buenos Aires, Argentina.
- Jubb, K.B.F. y cols.; Patología de los animales domésticos; 1988; Tercera Edición; Editorial Hemisferio Sur; Uruguay.
- Kolb, Erich; Fisiología Veterinaria; 1971; Primera Edición; Editorial Acribia; Zaragoza, España.
- Marek, Josef; Tratado de Diagnostico Clínico de las Enfermedades Internas de los Animales Domésticos; 1973; Cuarta Edición; Editorial Labor S.A.; Barcelona, España; Volumen I.
- Revidatti, María A. y cols.; Zootecnia general, guía de estudio.
- Strombeck, R.R., Guilford, N.G.; Enfermedades digestivas de los animales pequeños; 1995; Segunda edición; Editorial Intermédica; Colombia.
- Valtorta, Silvia; Ambiente y estrés térmico en la producción de leche.
- Valtorta, Silvia, Gallardo, Miriam; El estrés por calor y su impacto en rodeos de alta producción lechera, Conferencias; 1995.
- <http://rafaela.inta.gov.ar/revistas/pxx11200.htm>
- www.agromeat.com
- www.argentinaworld.com.ar/Provincia/Formosa/index-xdata.php
- www.avicultura.com/docsav/SA2004Jul423-426.pdf
- www.billiken.com.ar/secciones/argentina/bsa_02.phtml
- www.e-campo.com/secciones/news/display.php/uuid
- www.engormix.com/nuevo/prueba/areadeavicultural.asp?valor=210
- www.fao.org/documents/show-cdr.asp
- www.portalveterinaria.com/secciones.php?op=viewarticle
- www.tucumanproductivo.com.ar/doc/contenido/%5CEstresCalorProdLechera.doc