

El confort del ganado lechero en épocas de calor. Manejo del estrés térmico

1. INTRODUCCIÓN

Las condiciones ambientales reinantes en un alojamiento de vacuno lechero son de la mayor importancia para el confort y bienestar de los animales allí alojados, amén de ser una condición necesaria (aunque no suficiente) para que éstos puedan expresar todo su potencial productivo.

Por otra parte, cuando las vacas están en unas condiciones de alojamiento óptimas aumenta su resistencia a las enfermedades, es decir, a la primera causa de NO BIENESTAR. En efecto, el sistema inmunitario del animal se deprime cuando estas “necesidades ambientales” no están correctamente satisfechas.

En este trabajo nos vamos a referir fundamentalmente al factor temperatura, cuyos elevados valores van a causar lo que se conoce como “estrés térmico”¹ o “estrés calórico”. No obstante, otros factores ambientales como la humedad o la velocidad del aire pueden aliviar o agravar este estrés, como señalaremos oportunamente.

Por tanto, tras describir cuáles son las necesidades térmicas de estos animales, explicaremos cuáles son sus mecanismos de producción y eliminación de calor, las consecuencias del estrés calórico y las distintas estrategias para evitar alcanzarlo o, al menos, para mitigar sus efectos.

Es preciso señalar que no es sencillo conseguir de forma óptima, en todo momento, el confort térmico de las vacas lecheras, teniendo en cuenta que, al contrario que en explotaciones intensivas de animales monogástricos, en los alojamientos bovinos el control de la temperatura es mucho menor, cuando no inexistente. Además, diversas circunstancias contribuyen a aumentar esta dificultad:

- Hay una variada tipología de alojamientos, según la edad y estado fisiológico del animal a alojar
- Las condiciones climatológicas propias de la zona donde se ubica la granja; con frecuencia, sin suficientes datos históricos que orienten sobre la solución constructiva a adoptar.
- La considerable variación de la climatología a lo largo del año en la mayor parte de nuestro país y de otras zonas de similar latitud geográfica.

- La elevada producción de calor y de vapor de agua de estos animales (dado su tamaño y nivel productivo), así como de deyecciones que, a su vez, generan gran cantidad de calor, vapor de agua y gases nocivos, cuya mayor o menor importancia en el confort ambiental también dependerá del sistema de eliminación de deyecciones que se arbitre.

Si a esto le unimos la diversidad de modelos productivos existentes, las diferentes condiciones ambientales entre distintas zonas geográficas o, incluso, la diversa reglamentación o normativa, podemos entender la dificultad que entraña ofrecer sugerencias de tipo general en las cuestiones que se van a tratar en este capítulo. Por ello, emplazamos al lector a considerar las condiciones y circunstancias particulares que haya en cada caso, tomando las decisiones que cada uno de ellos precise.

2. TEMPERATURA.

Los procesos fisiológicos en las vacas (como en todos los mamíferos) requieren, dentro de unos límites, una temperatura corporal relativamente constante. Ello se debe a su condición de animales **homeotermos**. Dado que la temperatura del ambiente que rodea al animal es variable, las vacas deben poner en funcionamiento una diversidad de mecanismos de adaptación a esa variabilidad térmica, fundamentalmente modificando aspectos etológicos (comportamiento) y fisiológicos (ver punto 4). En definitiva, se trata de que la producción y eliminación de calor por el animal se mantengan en equilibrio.

No obstante, debemos recordar que no sólo la temperatura del aire (la que medimos con el termómetro) es responsable de la **temperatura efectivamente percibida** por el animal.

Hay otros parámetros que actúan combinadamente sobre el confort térmico de los animales:

- Temperatura
- Humedad relativa
- Velocidad del aire
- Temperatura de la cama, paredes y suelo

2.1. Mecanismos de producción de calor

Las vacas disponen de los siguientes mecanismos de producción térmica:

¹ El estrés térmico también puede ser por frío intenso, pero no es habitual en ganado lechero en nuestro país

- **Tasa de metabolismo basal.** Es el calor desprendido en los procesos fisiológicos vitales más imprescindibles. Es función del peso metabólico, por lo que aumenta con la edad y el peso.
- **Ingestión de pienso.** Calor generado en los procesos de digestión. Puede aumentar hasta un 20% el calor basal.
- **La termorregulación.** Calor generado por los procesos fisiológicos puestos en marcha para mantener la T° corporal, en especial en situaciones de T° ambiental alta (aumento del ritmo cardíaco y respiratorio).

A estos procesos básicos hay que añadir el calor generado en la síntesis de los tejidos muscular y adiposo, por la actividad física y, en animales expuestos, el obtenido por radiación solar.

2.2. Mecanismos de eliminación de calor

En realidad, los mecanismos que se describen a continuación son de intercambio térmico, si bien la situación más habitual va a ser la de animales que necesitan eliminar exceso de calor en situaciones de altas temperaturas ambientales. Por tanto, la eliminación de calor corporal por parte de las vacas puede realizarse por los procesos siguientes:

- Por **radiación** a través del aire, donde la transmisión de calor entre dos cuerpos se produce por medio de ondas, del más caliente al más frío. Es proporcional a la diferencia de temperaturas y se produce a través de la piel. La radiación puede ser directa o indirecta, es decir, radiación reflejada por otro cuerpo sólido y recibida por el animal.
- Por **convección**. La transmisión de calor se produce por calentamiento del aire que rodea al animal. Al calentarse, se eleva y permite que aire más frío ocupe su lugar y se repita el proceso. Las pérdidas por esta vía son proporcionales a la velocidad del aire alrededor del animal. Esta convección puede ser forzada cuando se usa energía para mover el aire e incrementar la transmisión de calor. En ambientes calurosos no supone un porcentaje muy importante del intercambio térmico.
- Por **conducción**. Tiene lugar cuando un cuerpo caliente entra en contacto físico con otro más frío, siendo el intercambio térmico proporcional a la diferencia de temperatura entre ambos cuerpos. En las vacas se produce cuando están tumbadas.

RADIACIÓN + CONVECCIÓN + CONDUCCIÓN = CALOR SENSIBLE

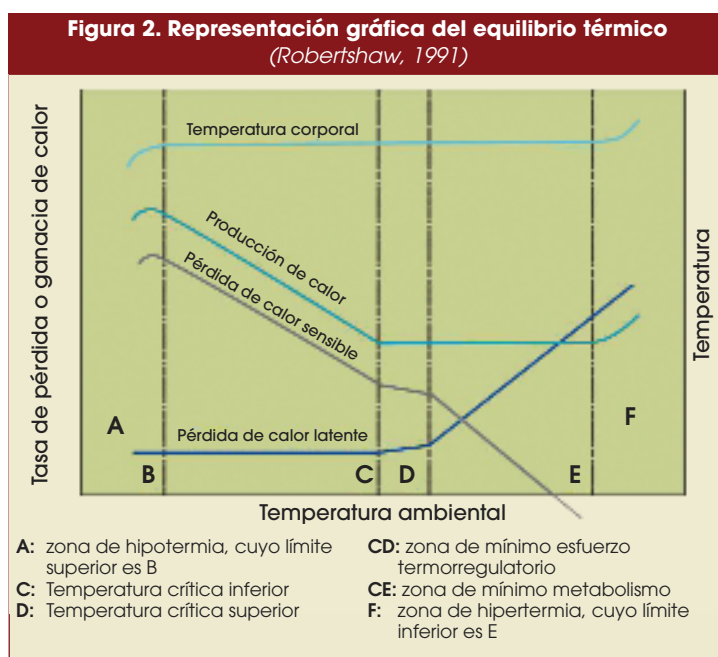
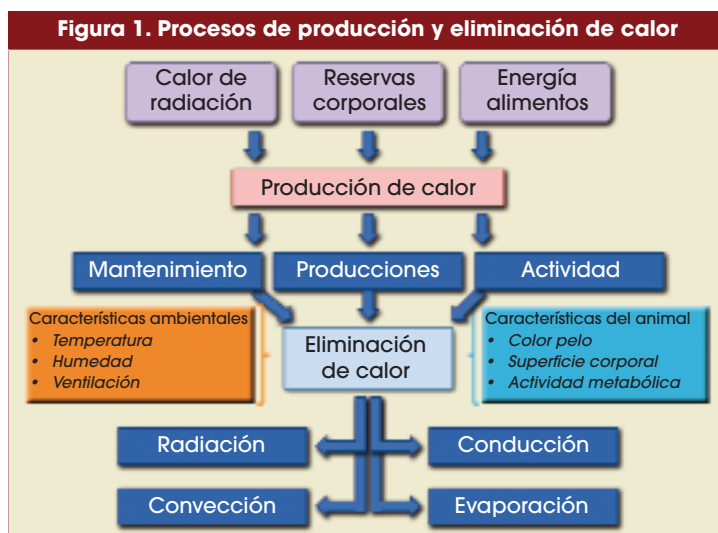
- Por **evaporación** del vapor de agua en las mucosas del aparato respiratorio, por la piel (sudoración) y por las deyecciones. Se pierden 0,54 kcal por gramo de agua evaporada. La importancia de este mecanismo aumenta conforme se eleva la temperatura ambiental.

EVAPORACIÓN DE AGUA = PÉRDIDAS DE CALOR LATENTE

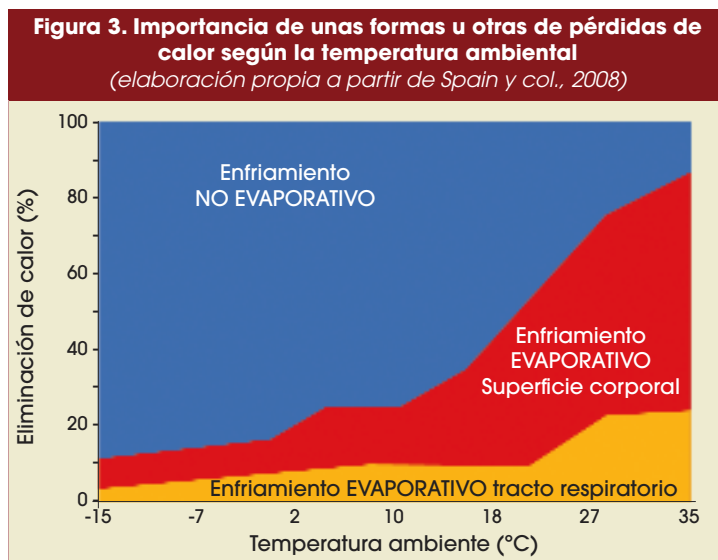
Los procesos de producción y eliminación de calor se esquematizan en la Figura 1.

Para mantener la temperatura corporal es preciso que las ganancias de calor sean iguales a las pérdidas, lo que se representa en la Figura 2.

PRODUCCIÓN DE CALOR = PÉRDIDAS DE CALOR SENSIBLE + PÉRDIDAS DE CALOR LATENTE



Conforme aumenta la temperatura ambiental, se incrementan las pérdidas de calor latente en detrimento de las de calor sensible (Figura 3) (Tabla 1, siguiente página).



Manejo del estrés térmico

Tabla 1. Producción de humedad y de calor sensible de una vaca lechera de 600 kg (Tyson, 2005)		
Temperatura del aire (°C)	Producción de humedad (kg de agua/hora)	Producción de calor sensible (Kcal/hora)
1	0,5	960
10	0,6	760
15	0,8	600
21	0,8	550
27	1,1	300

2.3. Temperatura ambiental óptima

Cada especie animal posee una temperatura ambiental óptima. Esta temperatura es la que exige el mínimo gasto energético para mantener la temperatura del organismo dentro de los límites normales.

Para que las tres funciones orgánicas principales (mantenimiento, crecimiento y producción) sean posibles en un nivel óptimo, el animal debe encontrarse expuesto a una temperatura ambiental incluida en el *intervalo termoneutro* o *zona de confort térmico*. Este intervalo está limitado por la *temperatura crítica superior* (t_{cs}) y por la *temperatura crítica inferior* (t_{ci}), cuyos valores dependen de factores ambientales y productivos y que se exponen en la Tabla 2 y en la Figura 4:

- El peso vivo (edad)
 - Nivel de producción
 - Condiciones climáticas (en animales expuestos al exterior)
 - Velocidad del aire
 - Humedad relativa
 - Posición del animal (levantado o acostado)
 - Grado de humedad de la piel
- Como podemos observar, los rumiantes adultos son mucho más tolerantes al frío que al calor

Grandes variaciones de temperatura respecto a la óptima, tanto por exceso como por defecto, así como la duración de las mismas, pueden ocasionar graves alteraciones, dando lugar a situaciones de estrés térmico (por calor o frío, respectivamente). En estas circunstancias, los animales ponen en funcionamiento mecanismos termorreguladores para que la temperatura del cuerpo se mantenga constante, y que serán comentados cuando hablemos de estrés calórico, puesto que el estrés por frío es muy poco frecuente en nuestro país y en vacas lecheras.

El valor térmico marcado por el termómetro no tiene por qué coincidir con la temperatura realmente percibida por los animales o *temperatura efectiva*. Factores como la humedad relativa, la velocidad del aire o la temperatura de la cama y del agua de bebida modifican la sensación térmica del animal (Tabla 3).

En efecto, la humedad es otro factor determinante del confort ambiental de las vacas. La principal fuente de humedad de la nave son los animales, bien a través de las deyecciones o, en situaciones de estrés por calor, por el jadeo. Esta humedad debe eliminarse mediante la ventilación si no se quiere que sea absorbida por el material de cama y aumenten los problemas por exceso de amoníaco.

Si la temperatura ambiental es correcta, la HR aceptable en los alojamientos ganaderos se sitúa entre el 40 y el 70 %, aproximadamente, y la más aconsejable, entre el 50 y el 60%.

Por no extendernos demasiado, simplemente señalaremos que la humedad relativa excesivamente alta agrava los problemas de estrés por calor cuando coincide con temperaturas elevadas, al reducir las posibilidades de eliminación del calor corporal a través del incremento del ritmo respiratorio (y, en animales que sudan, de la sudoración).

Tabla 2. Temperaturas críticas en ganado vacuno según condiciones ambientales (López Pardo, 1987)								
Tipos de ganado	Temperaturas críticas (°C)							
	TCI				TCS			
	Pelo Seco Sin viento		Pelo mojado Con viento		Pelo Seco Sin viento		Pelo mojado Con viento	
	En pie	Acostado	En pie	Acostado	HR alta	HR baja	HR alta	HR baja
Terneros nacimiento	+5	+10	+10	+15	+20	+22	+25	+28
Terneros 8-20 días	-5	0	+5	+10	+22	+25	+28	+30
Terneros > 20 días	-12	-5	0	+5	+25	+28	+30	+35
Cebo GMD baja	-20	-9	-1	+3	+28	+30	+35	+40
Cebo GMD alta	-25	-15	-3	0	+25	+28	+30	+35
Vacas lecheras	-20	-10	-2	0	+25	+28	+30	+35
Vacas de carne lactación	-20	-12	-5	-2	+28	+30	+35	+40

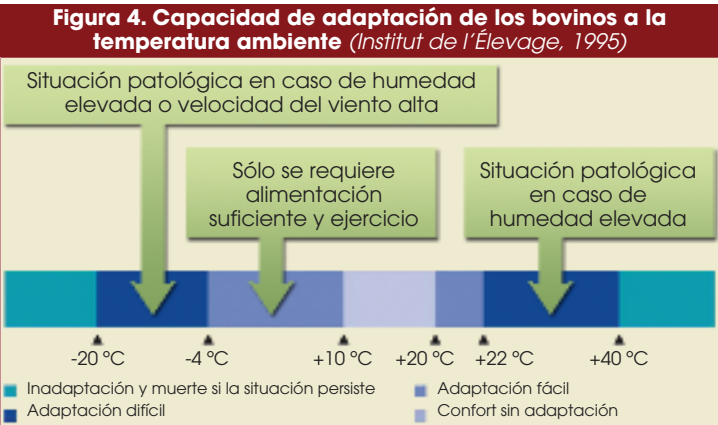
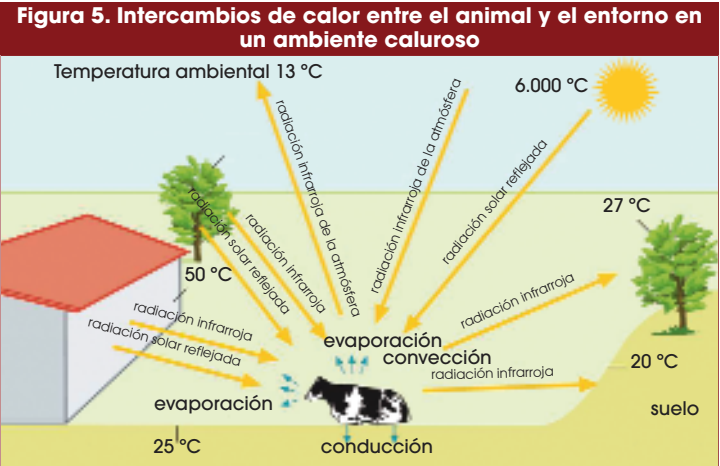


Tabla 3. Temperaturas percibidas por las aves en función de la HR y de la velocidad del aire (Bellés, 2006)							
T° (°C)	HR (%)	Velocidad del aire (m/s)					
		0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5
35	50	35.0	32.2	26.6	24.4	23.3	22.2
	70	38.3	35.5	30.5	28.8	26.1	24.4
29.4	50	29.4	26.6	24.4	22.8	21.1	20.0
	70	31.6	30.0	27.2	25.5	24.4	23.3
23.9	50	23.9	22.8	21.1	20.0	17.7	16.6
	70	25.5	24.4	23.3	22.2	20.0	18.8
21.1	50	21.1	18.9	18.3	17.7	16.6	16.1
	70	23.3	20.5	19.4	18.8	18.3	17.2

Manejo del estrés térmico

3. EVALUACIÓN DEL ESTRÉS CALÓRICO

Como quedó expuesto al principio de este trabajo, las vacas lecheras prefieren temperaturas entre 0 y 24 °C, pudiendo mantener su producción incluso a temperaturas de -10 °C. Sin embargo, las vacas empiezan a experimentar estrés por calor a una temperatura de 25 °C, con niveles normales de humedad relativa.



El estrés por calor se produce por combinación de diversos factores ambientales que provocan que la temperatura ambiental efectiva sea mayor que la temperatura crítica superior que delimita la zona termoneutra. Aunque la temperatura del aire es el factor más importante de la temperatura efectiva², también influyen el contenido en humedad, el movimiento del aire y el intercambio de calor por radiación con el sol y con otros elementos cercanos como suelo, paredes, etc.

Dicho de otro modo, cuando la ganancia de calor del animal supera su capacidad de perderlo. La figura 5 muestra los modos de transferencia de calor en una zona calurosa típica.

La tabla 4 muestra los parámetros que controlan esta transferencia térmica para cada una de los cuatro mecanismos de transmisión.

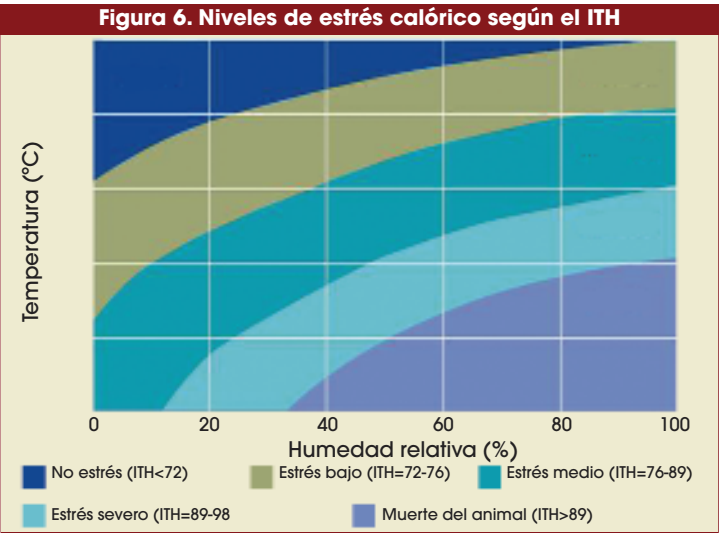
En ambientes calurosos y en animales expuestos, el intercambio por radiación es el mayoritario (> 75% de la energía absorbida y más del 50% de la emitida). Por ello, la sombra protege a los animales de la radiación solar directa, aunque proporciona otras fuentes de radiación infrarroja.

Por tanto, para alterar el microclima de un animal a través de modificaciones del ambiente que le rodea o de su alojamiento es preciso alterar uno o más factores de los señalados en la tabla 4:

Tabla 4. Factores físicos que influyen en la transmisión de calor desde la superficie corporal del animal¹ (tomado de Bucklin y col., (1999))

Factor	Modo de transferencia de calor			
	Radiación	Convección	Conducción	Evaporación
Superficie corporal del animal	X ²	X	X ³	X ⁴
Temperatura de la superficie del animal	X	X	X	X ⁵
Temperatura de superficies próximas al animal	X		X ⁶	
Temperatura del aire		X		X
Velocidad del aire		X		X
Presión parcial de vapor en el aire				X
Forma de la fuente o sumidero de radiación	X			
Emisividad de la superficie del animal	X			
Conductividad de superficies próximas al animal			X ⁶	
Emisividad de superficies próximas al animal	X			

¹ Factores biológicos como aislamiento tisular, vasodilatación y posición del animal influyen en la transmisión de calor, pero son muy variables.
² Superficie del animal directamente expuesta a la fuente o sumidero de radiación.
³ En animales levantados, la transmisión de calor es insignificante; en animales tumbados, dependerá de la superficie del animal en contacto.
⁴ La superficie húmeda del animal, incluyendo el tracto respiratorio.
⁵ La temperatura del animal es un factor indirecto, ya que la presión de vapor es función de la temperatura.
⁶ Únicamente la superficie en contacto con el animal.



- Temperatura de las superficies próximas (p.ej., proporcionando sombras)
- Temperatura del aire (p.ej., refrigerando el aire)
- Velocidad del aire (p.ej., mediante el uso de ventiladores)
- Aumentando la presión de vapor del aire (p.ej., evaporando agua)
- Conductividad de las superficies de contacto con el animal

Como quiera que las pérdidas de calor sensible (por evaporación) se dificultan cuanto mayor es el grado de humedad relativa ambiental, el estrés calórico debe vincularse tanto a la temperatura como a esta humedad relativa. El ITH (índice $t^{\circ}\text{H-R}$) relaciona ambos parámetros y puede estimarse a partir de la ecuación siguiente:

$$\text{ITH} = 0,81 * t^{\circ} + \text{HR} * (t^{\circ} - 14,4) + 46,4$$

expresándose la temperatura en °C y la HR en valor decimal, y debiéndose medir a una altura de 1,20 m, en el lugar donde se encuentre el ganado (Figura 6).

² La realmente percibida por el animal

Sin embargo, estos valores de ITH datan de los años sesenta, cuando la producción de las vacas era notablemente más baja que en la actualidad. Por ello, hoy día el umbral de estrés calórico se sitúa en una ITH de 65 a 68 en vacas de alta producción. Debemos recordar, por tanto, que las vacas lecheras empiezan a tener sensación de calor mucho antes que nosotros.

4. CONSECUENCIAS DEL ESTRÉS CALÓRICO

Los principales efectos de este estrés son de tres tipos:

Fisiológicos:

- Aumento de ritmo respiratorio, es decir, jadeo, provocando pérdida de saliva y menor poder tampón en el rumen (riesgo de acidosis ruminal).
- Mayor sudoración del ganado. Junto con lo anterior, mayor pérdida de calor latente. En todo caso, este efecto es beneficioso al contribuir a la eliminación de calor.
- Aumento de la T° corporal.
- Aumento considerable del consumo de agua.
- Menor consumo, limitándose la actividad ruminal para no generar más calor endógeno
- Menor rendimiento productivo
- Mayor incidencia de cojeras por estar los animales más tiempo de pie y la mayor incidencia de acidosis ruminal.
- Empeoramiento de los parámetros reproductivos (celos silenciosos, muertes embrionarias, menor tasa de concepción, menor peso del ternero al nacimiento, etc.)
- Cambios en las concentraciones hormonales en

sangre

- Redistribución del flujo global de sangre, dirigiéndose hacia la piel para paliar los efectos del calor.

Inmunológicos:

- Reducción de la tasa de formación de leucocitos y linfocitos, lo que supone una pérdida de capacidad inmunológica y, en definitiva, un debilitamiento del estado de salud.

Etológicos:

- Desplazamiento hacia zonas frescas o de vientos dominantes
- Búsqueda de zonas sombreadas
- Adopción de posturas en extensión (de pie o tumbadas)
- Contacto con superficies y/o suelos fríos
- Dispersión entre animales
- Autohumedecimiento de la superficie corporal

Podemos decir que la vaca sufre estrés calórico y necesita refrigeración cuando se da alguna de las siguientes circunstancias:

- El ritmo respiratorio es superior a 80 respiraciones por minuto³ en, al menos, el 70% de las vacas.
- La temperatura rectal es superior a 39 °C en, al menos, el 70% de las vacas.
- La ingestión de materia seca desciende un 10% o más.
- La producción láctea desciende un 10% o más.

³ Lo normal son 40-50.



¿Estrés térmico THI?

Sistemas de climatización personalizada y computerizada. La solución para el bienestar de sus animales



Con los cambios climatológicos, los animales sufren el denominado "estrés térmico THI", esto se refleja en un descenso de la producción. Nuestra máquina ha nacido para relacionar la humedad relativa con la temperatura ambiental y poder gestionar el sistema de climatización.



¡NOVEDAD!
Ventiladores
ZEFIRO

www.emporvet.com

Manejo del estrés térmico

Los efectos negativos del calor se ven incrementados cuando:

- Los animales no cuentan con agua fresca a libre disposición.
- No disponen de áreas sombreadas en los patios de ejercicio y patios de espera al ordeño.
- El desplazamiento del ganado por las instalaciones es grande.
- Los tiempos de espera al ordeño son prolongados.
- Las instalaciones están mal diseñadas, con ventilación natural deficiente.

Esto nos da ya una idea de cuáles deben ser las medidas a tomar para evitar el estrés calórico.

5. MÉTODOS PARA REDUCIR EL ESTRÉS CALÓRICO

La "receta", *a priori*, es sencilla: reducir la transmisión de calor desde el ambiente hacia la vaca y aumentarla en sentido inverso, de la vaca hacia el ambiente. Las ganancias de calor por parte del animal las podemos reducir proporcionando sombras y limitando la radiación directa e indirecta. Las pérdidas de calor del animal las aumentaremos, por un lado incrementando la velocidad del aire y, por otro, a través del agua de bebida y de la evaporación de agua, de forma directa o indirecta.

5.1. Sombreo

En una buena parte de las explotaciones lecheras de nuestro país las vacas disponen de una nave cubierta donde permanecen constantemente o a la que pueden acceder libremente en el caso de que dispongan de patios o corrales de ejercicio. Es

la nave donde se ubica la zona de reposo, bien de cama caliente, bien con cubículos. Por tanto, quizá la única observación que habría de hacerse es que el comedero esté también cubierto cuando éste se coloca fuera de la nave principal.

Sin embargo, aquellas granjas donde las vacas permanecen mucho tiempo en el exterior y, por la razón que sea (de manejo, excesiva distancia, etc.) no descansan en dicha nave, es preciso proporcionarles una zona sombreada bajo la que poder mitigar los efectos del calor.

La sombra puede ser natural o artificial. Aunque la sombra natural proporcionada por los árboles es de gran calidad, no suele ser un sistema práctico ni aplicable a grandes rebaños.

Lo más efectivo es construir estructuras que protejan al ganado de la radiación solar. La orientación de estas estructuras es fundamental. La orientación este-oeste del eje longitudinal de la estructura permite una sombra más estable a lo largo del día, en diferentes estaciones del año. En zonas de clima seco, esta orientación puede resultar recomendable. En cambio, en áreas húmedas puede preferirse la orientación Norte-Sur, porque el desplazamiento de la sombra proyectada a lo largo del día permite el secado del suelo (Figura 7).

Se pueden instalar estructuras fijas, con cubierta convencional de fibrocemento o chapa (Figura 8), o estructuras de cubierta temporal, elaborada con red material plástico (rafia). El éxito y durabilidad de estas últimas depende, en gran medida, de que la colocación de la red sea hecha con muy buen tensado y evitando todo tipo de roces entre la malla y los alambres que se utilicen para su confección.

La consolidación del suelo (tanto si es de tierra como si es de hormigón) debe extenderse más allá del área cubierta por el tejado, debido a que el área sombreada no está enteramente bajo la estructura y es esta área la que van a ocupar los animales. Esta extensión debe cifrarse en unos 2,5 m hacia el norte, 1,25 hacia el sur y unos 6 m hacia el este y hacia el oeste si la altura del alero es de unos 3,5 m. Mayor altura de éste precisa una mayor extensión de suelo firme (Figura 9).

El suelo de tierra es más cómodo para las vacas que el de hormigón, pero en zonas húmedas puede tener graves problemas de enlodamiento, por lo que en climas húmedos, el suelo bajo la sombra debe estar bien drenado o elevado respecto al terreno circundante.

Una cuestión importante es decidir la altura de la estructura de sombreado. Es verdad que el movimiento del aire es mejor según se incrementa la altura, pero también lo hace el coste económico debido al peso de la estructura y a la necesidad de consolidar una mayor superficie de suelo.

La recomendación es de un mínimo de 3,5 m de altura en alero para estructuras de menos de 12 m de anchura. Estructuras de más de 12 m de anchura

Figura 7. Representación esquemática de sombras con diferentes orientaciones en dos momentos del año, para el hemisferio norte, indicando la proyección de la sombra en diferentes horarios (área gris) (adaptado de Taverna, 2005)

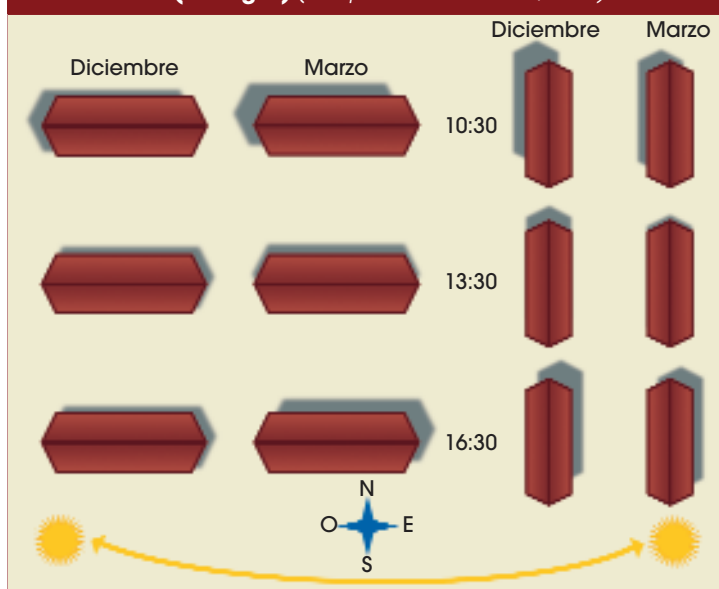


Figura 8. Estructura fija para proporcionar sombra



Figura 9. Las vacas se desplazan con la sombra proyectada por la estructura



Manejo del estrés térmico

y menos de 3,5 m de altura en el alero presentan un reducido movimiento del aire en el centro de las mismas. Estas instalaciones de más de 12 m de ancho deberían contar con una altura mínima de 4 m en el alero. La distancia entre estas estructuras sombreadoras y otros elementos como árboles, edificios, etc., debería ser, al menos, de 15 m.

Para reducir la radiación solar, la cubierta debería ser blanca, pero esto suele estar prohibido por las normas urbanísticas y las de aviación civil. Suele ser más práctico colocar un aislante bajo la cubierta, bien espuma de poliestireno proyectada o que dicha cubierta sea una placa tipo "sándwich", con el aislante incorporado, reduciendo así el calor de radiación que reciben las vacas.

Figura 10. Comedero con gran exposición al sol



La temperatura de la cubierta puede reducirse también mediante riego de la misma (y posterior evaporación del agua). Este método puede aportar alguna ventaja en estructuras mal ventiladas, de escasa altura, pero nula en instalaciones con correcta ventilación.

5.2. Comederos y bebederos cubiertos

Es importante que las zonas donde beben y comen los animales estén protegidas de la radiación solar. Ello redundará en una mayor confortabilidad de los animales y también mejora la calidad del agua y de los alimentos ingeridos, más frescos y palatables.

Si ello no es así, las vacas suelen preferir perma-

Figura 11. Malla de sombreado bien colocada protegiendo del sol al comedero



Figura 12. Alojamiento de frente abierto. Protección eficaz contra los vientos dominantes e insolación máxima en invierno (BTPL, 2006)



necer tumbadas a la sombra que ir a beber y a comer, sobre todo en las horas de más calor. En consecuencia, se reduce la ingestión de alimentos y de agua y la producción de leche.

Algunos comederos están cubiertos por la propia estructura de la nave, pero su orientación puede provocar que, en algún momento del día, reciban una intensa radiación solar (Figura 10), por lo que debería proporcionárseles sombras bien colocadas (Figura 11).

Adicionalmente, debemos considerar estimular el consumo suministrando el alimento en las horas más frescas del día y facilitando el acceso al comedero, el cual debe proporcionar espacio suficiente para que todos los animales puedan comer en el momento que lo deseen, sin esperas.

5.3. Disminución de la radiación directa e indirecta

La orientación de los alojamientos debe tener en consideración tres aspectos principales:

- La protección contra los vientos dominantes
- La insolación óptima del edificio
- La situación con relación a cualquier edificio cercano o a todo obstáculo natural que pueda suponer un problema a la libre circulación del aire o que ayude a generar corrientes (efecto pasillo).

La parte abierta se orientará, generalmente, hacia el Sureste, lo que sitúa el eje longitudinal de la nave en dirección noreste-sudeste (Figura 12). Esta disposición, así como la Este-Oeste, permite una buena ventilación y una óptima radiación solar (Figura 13). Como es lógico, habrá que estudiar en cada caso la mejor solución, pues existen a veces severos condicionantes (forma de la parcela, del edificio, movimientos de tierra, vientos dominantes, etc.) que obligan a buscar otra solución distinta a la citada.

Figura 13. La orientación Este-Oeste minimiza la insolación en verano



Con nuestras condiciones climáticas, resulta muy comprometido orientar las naves abiertas en dirección norte-sur, pues permitirá una inaceptable entrada de radiación solar tanto durante la mañana como durante la tarde (Figura 14), aunque la colocación de un peto o cortina (Figura 15) o la prolongación del alero puede minimizar esta circunstancia.

5.4. Ventilación

La ventilación de las naves se tratará en un posterior trabajo para no hacer demasiado extenso el que usted está leyendo. Simplemente comentaremos que el aumento de la velocidad del aire aumenta la sensación de confort térmico (al aumentar la pérdida de calor por convección), por tanto, el estrés calórico. Sin embargo, la instalación de ventiladores es costosa y no proporciona una adecuada reducción térmica del animal salvo que se combine con una refrigeración del aire que mueven.

5.5. Otras medidas

El manejo general de la explotación también puede contribuir considerablemente a reducir el estrés calórico. Así, debe procurarse evitar aglomeraciones:

- Reduciendo los tiempos de espera al ordeño
- Ordeñando en las horas más frescas, si ello es posible
- Proporcionando superficie de descanso suficiente
- Combatiendo a los insectos

6. REFRIGERACIÓN

6.1. Refrigeración evaporativa.

Este sistema trabaja aprovechando el calor de evaporación (o vaporización) del agua, el cual pasa de estado líquido a gaseoso captando calor del aire, reduciéndose la temperatura de éste y aumentando su nivel de humedad. Por esta razón, este sistema funciona con mayor rendimiento (en términos de reducción de temperatura) cuando la humedad relativa del aire es baja.

En el sistema de refrigeración evaporativa, se refrigera el aire, no la piel del animal. El agua se pulveriza a alta presión sobre las vacas en forma de niebla, es decir, de gotas de agua muy pequeñas que enfrían el aire según se evaporan⁴. Los ventiladores, instalados sobre los inyectores cada 6 metros y bajo la estructura de sombreo, crean la corriente de aire necesaria para distribuir esta agua. Las vacas inhalan aire más frío y pueden cederle el calor que tienen que eliminar. Este sistema se ha utilizado con gran eficacia en las zonas áridas del sur de EE.UU, logrando un aumento de la producción de unos 3 kg/día y una mejora considerable de los resultados reproductivos.

Sin embargo:

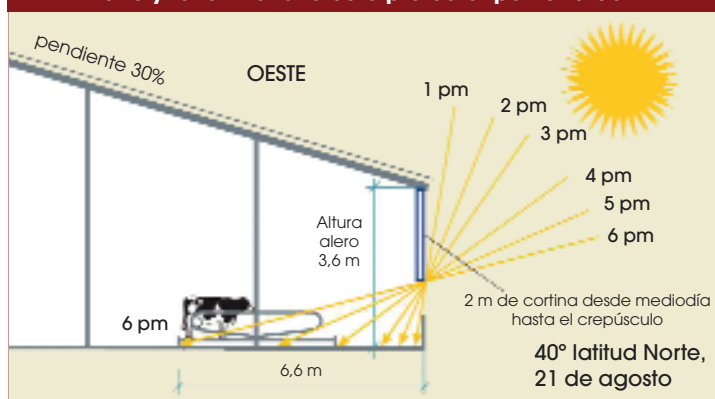
- la presencia de viento (o el propio flujo generado de aire generado por los ventiladores) arrastra estas gotas de agua fuera de la zona donde se ubican los animales.
- Si estas gotas no se evaporan antes de llegar a la superficie del animal, puede formarse una capa de agua entre esta "niebla" y el cuerpo del animal que le dificulta la eliminación de calor.
- Si la ventilación no es adecuada, este sistema puede dar lugar a problemas respiratorios.

⁴ Al no llegar las gotas al suelo, este sistema puede instalarse para refrigerar aquellas zonas que no deben mojarse; p.ej., la cama o el comedero

Figura 14. La orientación Norte-Sur permite una excesiva entrada de radiación solar durante muchas horas en verano.



Figura 15. Con una orientación Norte-Sur es necesario instalar elementos de protección, aunque pueden limitar la entrada de aire y tener menor efecto protector por la tarde.



- El sistema es más complejo y costoso que otros. También se han utilizado muy satisfactoriamente paneles de refrigeración y ventiladores, similares a los usados en naves de animales monogástricos pero son costosos de mantener, y sólo se justifican en zonas muy áridas.

6.2. Ventiladores y aspersores

Los sistemas más utilizados son los que rebajan la temperatura corporal de las vacas mojando directamente el dorso del animal mediante ventiladores y difusión o aspersión de agua, con posterior evaporación de esa agua, por lo que también funciona mejor en climas secos.

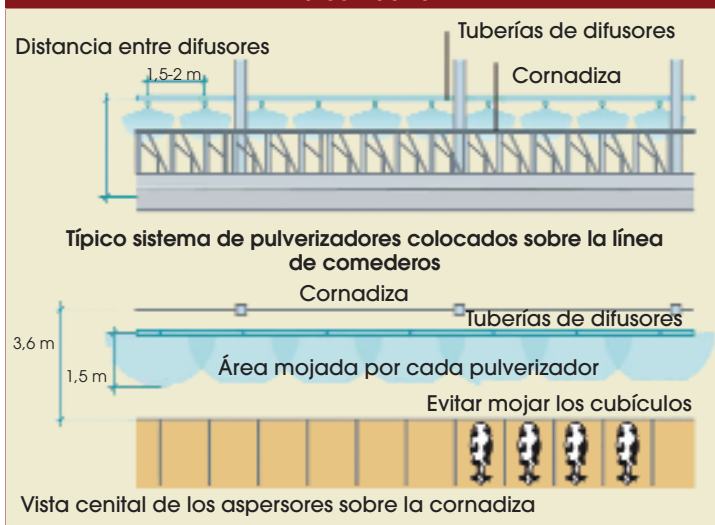
Los difusores o los aspersores se colocan sobre la línea del comedero de alimentación a una altura de 2-2,5 m y dejan caer el agua pulverizada sobre las vacas que están comiendo y procurando no mojar el alimento ni los cubículos (Figuras 16 y 17).

Figura 16. Colocación de los emisores de agua sobre la cornadiza



Manejo del estrés térmico

Figura 17. Colocación de los emisores de agua sobre la cornadiza



Los difusores funcionan entre 1 y 3 minutos cada ciclo de 15, de forma que la cantidad de agua expulsada sea de 1,2-1,5 mm por ciclo. El sistema se completa con un regulador de presión, un termostato y un programador.

Los ventiladores se colocan en línea y en sentido longitudinal a la nave, de forma que lancen el aire en el sentido de los vientos dominantes de la zona. Se disponen a una altura de 2,5-3 m, por encima de los difusores, y con una inclinación de 30° hacia el suelo.

Los ventiladores se colocan a una distancia 10 veces su diámetro. Como los más habituales son de 90 y 120 cm, se colocan a una distancia de 9 y 12

m, respectivamente. El caudal respectivo habitual es de 390 y 700 m³/min.

También se pueden colocar ventiladores (aunque no difusores, para no mojar la cama) encima de las filas de cubículos. Los mejores resultados se han obtenido con una línea de difusores y ventiladores sobre el comedero y una línea de ventiladores en medio de la nave en sentido longitudinal (Figuras 18 y 19).

Deben recordarse las necesidades que deben cubrirse para el buen funcionamiento del sistema:

- Amplio suministro de agua (175-265 l/vaca y día)
- Estructura cubierta
- Alojamiento diseñado para recoger y manejar el agua no evaporada (suelo de hormigón y con adecuada pendiente).
- Adecuado suministro eléctrico. Para evitar un pico excesivo de demanda eléctrica, los ventiladores deben ponerse en marcha de forma secuencial, no simultánea.
- Alimento y agua en las proximidades del área que se enfría. El sistema sólo es eficaz si las vacas comen y producen más.

Otra zona donde conviene instalar estos sistemas de refrigeración es en el corral de espera al ordeño, dado el hacinamiento y la escasa ventilación que en él suelen soportar las vacas.

En muchas zonas de nuestro país, las temperaturas en verano sobrepasan con facilidad los 30 °C. Sin embargo, las producciones no se ven afectadas cuando el ambiente refresca por la noche.

Por lo tanto, a la hora de plantear inversiones para paliar los efectos del estrés calórico, deberemos tener en cuenta los datos termométricos medios de los meses de verano en la zona donde se ubique la explotación. Una vez revisados estos datos, deberemos determinar el número de días al año que potencialmente producirían estrés calórico en el ganado.

Con estas premisas y teniendo en cuenta el tamaño del rebaño, nivel de producción, ventilación de las naves, etc., se estimarían la cantidad de pérdidas económicas producidas por el calor. A continuación se plantearían las posibles inversiones para evitar estas pérdidas y mejorar el bienestar de los animales y determinar su rentabilidad.

Si nos tenemos que plantear por dónde empezar, nuestra opinión es que deben instalarse primero los aspersores, pues mojando la piel del animal conseguimos que éste pierda calor a través de la piel. En una segunda fase se instalarían los ventiladores, con los que se incrementaría la evaporación en la piel de las vacas y aumentamos aún más la pérdida de calor de éstas.

También podemos preguntarnos acerca de cuál sería el lugar de la explotación por donde empezaríamos a instalar refrigeración, si nuestra capacidad económica nos obliga a establecer un calendario de actuaciones. En este asunto hay disparidad de opiniones. Nosotros nos permitimos dar la nuestra:

1. Corral de espera al ordeño y duchas a la salida de la sala
2. Vacas en maternidad
3. Vacas pre-parto (21 días)
4. Vacas en lactación
5. Vacas secas, novillas y en tratamiento veterinario
6. Áreas de tratamiento
7. Zonas de tránsito (sombrear)

Figuras 18 y 19. Colocación de los ventiladores

