

## Influencia del calor en la producción

### Aspectos a considerar en el diseño de alojamientos para vacuno

Es ampliamente conocido que el calor supone un factor de estrés para el vacuno lechero especializado, lo que limita la productividad del mismo. En este artículo se presentan brevemente las consecuencias negativas de dicho estrés y se analizan las diferentes soluciones adoptadas, desde el punto de vista de instalaciones y manejo.

**Y. MENA GUERRERO.** Dpto. de Producción Animal, Pastos y Forrajes. CIDA Córdoba.  
**A. GOMEZ CABRERA.** Dpto. de Producción Animal, Universidad de Córdoba.  
**V. ORTIZ SOMOVILLA.** Centro de Experimentación y Capacitación Agraria de Hinojosa del Duque (Córdoba).

La producción de leche a partir de ganado vacuno ha llegado a un alto grado de especialización, utilizándose casi exclusivamente la raza Frisona y en condiciones de alta intensificación. Dada la situación actual de España dentro del Mercado Común, es necesario aumentar la competitividad de nuestras explotaciones de gana-

do vacuno lechero, para lo cual se deben conocer sus limitantes y las actuaciones necesarias para superarlos.

Cuando se habla de factores limitantes de la producción inmediatamente pensamos en tres de ellos: genética, alimentación y sanidad. Hay un cuarto factor que no es menos importante y que correspondería a las condiciones de

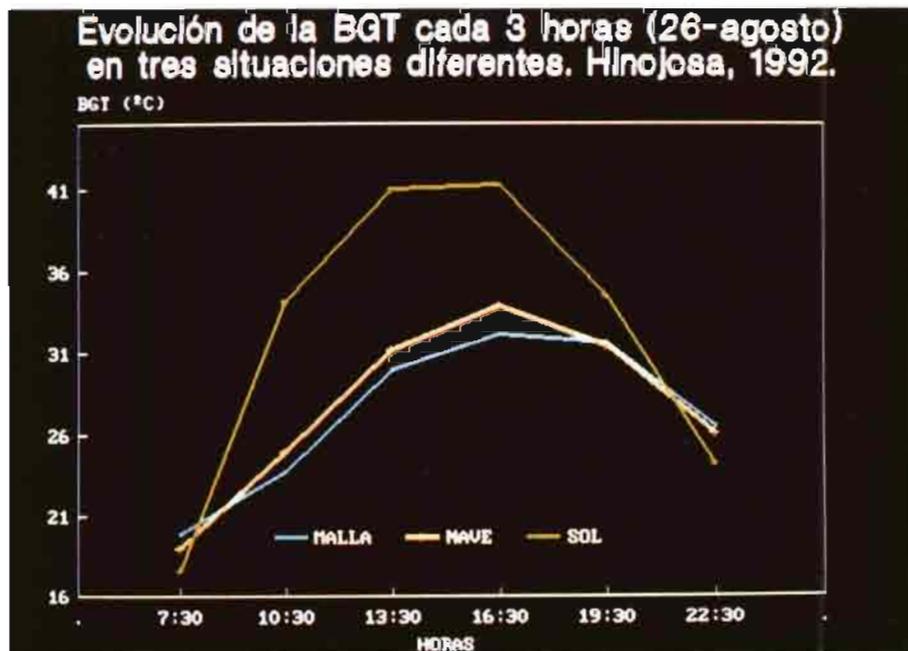
manejo y, en particular, al medio ambiente. Es necesario conocer el efecto de las condiciones ambientales sobre el animal para entender las consecuencias negativas del mismo y poder decidir la alternativa más adecuada para evitarlas o al menos paliarlas.

La vaca, como animal homeotermo, está en permanente intercambio de calor con el medio por mecanismos de conducción, convección, radiación y evaporación, lo que constituye, junto a la producción interna de calor, la base del mantenimiento de su temperatura corporal, que para el animal adulto en esta especie se sitúa alrededor de los 38,3 °C.

Estas razas especializadas tienen una elevada tasa metabólica y por tanto una alta producción interna de calor, de ahí que la zona de termoneutralidad, definida como el rango de temperaturas ambientales dentro del cual el ritmo metabólico es mínimo y la regulación de la temperatura corporal se lleva a cabo por procesos de pérdida de calor sensible (Blight y Johnson, 1973), oscile normalmente entre 1 y 15 °C. Esto implica que este tipo de ganado es mucho más sensible a las altas temperaturas que a las bajas. Así, mientras que con un suficiente aporte energético en la dieta las vacas pueden soportar sin problema temperaturas de -5 °C (Johnson, 1987), no ocurre lo mismo con las altas temperaturas, habiéndose observado un efecto negativo en vacas con una producción de 30 kg/día, cuando se superan los 24 °C (Berman y Meltzer, 1973).

Si consideramos que en numerosas regiones de la península, durante una buena parte del año, se alcanzan temperaturas superiores a 24 °C a lo largo del día, de acuerdo con lo expresado anteriormente, se deduce que podrían existir amplias zonas en las que la producción intensiva de leche estaría potencialmente limitada desde un punto de vista climatológico.

No obstante, aunque la temperatura es el factor de mayor importancia, no podemos olvidar que existen otras variables climáticas que pueden agudizar el problema, como son la radiación



La BGT cuantifica el efecto de la radiación solar, estableciendo las diferencias existentes entre el día y la noche.



**En los meses de calor, los animales prefieren espacios aireados a naves cerradas con escasa ventilación.**

solar y la humedad relativa, o paliarlo, como es el caso del movimiento del aire. Por esta razón, la mayoría de los estudios de bioclimatología utilizan índices que recogen conjuntamente todas o algunas de estas variables, como es el índice de temperatura-humedad (McDowell, 1972) o medidas, como la temperatura de globo negro (Bond y Kelly, 1955), que consiste en una esfera hueca de cobre de unos 15 cm de diámetro con un sensor de temperatura en su interior y cuyo valor será una combinación de la temperatura del aire, el movimiento del mismo y la radiación solar. La capacidad de esta última, para discriminar el microambiente creado por la sombra, en comparación a la temperatura de bulbo seco, ha sido puesta de manifiesto en los estudios realizados en la provincia de Córdoba (Mena, 1993).

Una humedad relativa elevada agrava el problema de las altas temperaturas, de ahí que en regiones donde la humedad pueda ser un factor limitante se recomiende el uso de los índices de temperatura-humedad (THI) en vez de la temperatura, en el estudio del estrés por calor (McDowell, 1972).

Por otra parte se ha observado que los efectos del clima en condiciones naturales no son tan drásticos como los que se obtienen en los experimen-

tos hechos en cámaras climáticas (Johnson y col., 1962) lo cual es el reflejo de la variabilidad que de los ambientes climáticos existentes a lo largo del día, por lo que no basta con medidas puntuales para caracterizar su potencial estresante, sino que se debería conocer la duración del período en el que la temperatura rebasa unos determinados límites.

## Estudios en EEUU

En EEUU son numerosos los estudios realizados al respecto. En una excelente revisión que realiza Hahn (1983), este autor dice que las cuestiones que cabría plantearse son: 1.ª) en qué medida el ambiente está afectando negativamente a la productividad del animal, 2.ª) qué tecnologías y prácticas hay disponibles para combatirlo y 3.ª) en base a lo anterior, decidir si es necesario tomar alguna medida y, si lo es, ver cuáles son las bases para seleccionar una alternativa.

Respecto a la primera cuestión, es muy difícil establecer cuándo y en qué medida las condiciones climáticas son negativas desde el punto de vista productivo, ya que existen una serie de factores, entre los que cabría citar el tamaño del animal, la edad, la raza, el color de la piel, el grado de tolerancia

al calor, el estado productivo, el nivel de alimentación y producción, etc (Johnson y col., 1962; Laben, 1963; McDowell y col., 1969) que van a modificar dicho efecto. Ello determina el que existan grandes controversias en cuanto al efecto del calor sobre la producción y composición de la leche, estando más claro su efecto negativo sobre la reproducción.

En condiciones experimentales de estrés térmico, se observan disminuciones de producción de un 24-35% (Johnson y col., 1962) y hasta de un 50% (Paape y col., 1973). En experimentos de campo, Mallonee y col. (1985) también han comprobado un descenso de producción, constatándose que la principal causa del descenso de producción provocado por el calor es una disminución de la ingestión de alimentos (Wayman y col., 1962; Beede y Collier, 1986).

Así, algunos autores afirman que si se mantiene un nivel energético adecuado en la dieta y se disminuye el porcentaje de fibra de la misma, no hay disminución de la producción (Stott y Moody., 1960). Además, se ha señalado que si las temperaturas descienden durante la noche, los animales se recuperan del estrés (Bianca, 1965; Maust y col., 1972).

El porcentaje de sólidos no grasos es el componente de la leche que más claramente acusa los efectos del calor (Rodríguez y col., 1985) junto con el contenido proteico de la misma (Sharma y col., 1983). En cambio, respecto a la grasa, las alteraciones dependerán más de lo que ocurra con el nivel de producción, alimentación y capacidad de movilización de reservas corporales.

Si bien la mayoría de los estudios han sido orientados a establecer qué ocurre en el producto final, es decir la leche, algunos han indagado también en la forma en que el calor afecta a su mecanismo de producción. En este sentido se ha visto que durante la gestación, el estrés térmico provoca una reducción del peso de la placenta (Alexander y Williams, 1971), del flujo sanguíneo uterino (Oakes y col.,

# NEOLAIT



*el líder en nutrición animal*

NEOLAIT, número 1 en Francia en complementos vitamínico minerales y especialidades nutricionales llega a España a través de COMERCIAL RIBA.

NEOLAIT compañía calificada con la norma europea de calidad ISO 9002, pone a disposición de los ganaderos españoles, 40 años de experiencia, innovación, métodos y tecnología de vanguardia. Todo ello reflejado en sus 3 líneas de productos.

# NEOLAIT



*el líder en nutrición animal*



## ALIMENTOS DE LACTANCIA

Gama LYSAR con incorporación del quelato de hierro como última innovación.

## COMPLEMENTOS MINERALES

Gama MULTIPHOS/MULTIPLUS y los bloques para lamer adaptables a todo tipo de raciones.

## ESPECIALIDADES NUTRICIONALES

Aceleradores de función, correctores digestivos que permiten expresar a los animales la totalidad de su potencial genético.

**NEOLAIT y COMERCIAL RIBA S.A.**

*al servicio de los ganaderos  
en la búsqueda de una mejora  
en el rendimiento de su ganado.*



# NEOLAIT



*le informa:*

Deseo recibir de forma gratuita y sin compromiso alguno, folleto y documentación NEOLAIT :

NOMBRE : \_\_\_\_\_

Calle : \_\_\_\_\_

Nº : \_\_\_\_\_

C.P. : \_\_\_\_\_

Población : \_\_\_\_\_



Remitir dentro de un sobre a  
**COMERCIAL RIBA SA**  
Ctra. L'Hospitalet 42  
08940 Cornellá de Llobregat-Barcelona  
Telf. (93) 377 31 04  
Fax (93) 377 81 55



MG

1976) y del peso del feto (Collier y col., 1982) lo cual, unido a una alteración del estatus endocrino, repercutirá negativamente en el proceso de regeneración de la glándula mamaria y en la producción de leche.

Como se ha señalado anteriormente, los efectos negativos del calor sobre la reproducción son más claros. Según Kahn (1991) es la repercusión del calor en la reproducción la que determina la variación estacional encontrada en la producción de leche en Israel. La existencia de anoestros y la disminución de la duración del estro (Pennington y col., 1985) así como fallos en el índice de concepción y aumentos de la mortalidad embrionaria (Cavestany y col., 1985) dan lugar a que el intervalo entre la primera inseminación post-parto y la concepción sea significativamente superior en los meses de verano (167 días en julio vs 99 en diciembre), lo que redundará en una disminución de la producción de leche a lo largo de la vida productiva del animal.

Para abordar el estudio de las tecnologías disponibles para combatir el estrés térmico y sus efectos, vamos a hacer una simplificación del problema, resumiendo éste como un exceso de calor ganado por el animal, frente al que es capaz de perder. En este sentido, las actuaciones podrían ir encaminadas a: 1.º) disminuir la producción interna de calor, 2.º) facilitar la ingestión de alimentos, 3.º) disminuir la carga de calor procedente del exterior y 4.º) favorecer las pérdidas de calor por parte del animal.

Dado que en España son escasos los trabajos realizados al respecto, expondremos las principales medidas utilizadas en los últimos 30 años en diferentes países, especialmente EE.UU. e Israel, haciendo referencia a algunos de los resultados obtenidos en trabajos realizados por nuestro equipo.

## **DISMINUCION DE LA PRODUCCION INTERNA DEL CALOR**

Como es sabido, a partir de la utili-

zación de los alimentos para el mantenimiento y la producción, se genera calor. Si debido a las condiciones climáticas el animal tiene dificultades para perderlo, hará todo lo posible por disminuir la producción interna del mismo. Nuestra acción en este sentido, para evitar que el animal reduzca la ingestión de alimentos, sería la de facilitarle aquellos que produzcan menos extracalor.

Según Wayman y col. (1962), las vacas de leche muestran una mayor tolerancia a las altas temperaturas cuando son alimentadas con una ración baja en fibra y alta en energía rápidamente disponible. En este sentido, Beede y Collier (1986) recomiendan que, para reducir el incremento de calor provocado por la fermentación y el metabolismo, se debe reducir el contenido en forraje con respecto al de concentrado, añadir grasa a ser posible protegida, e incrementar el contenido y calidad de la proteína de la dieta (Chen y col., 1993), esto último debido a que, en situación de estrés térmico, se produce un balance negativo de nitrógeno.

## **FACILITAR LA INGESTION DE ALIMENTOS**

La respuesta más inmediata y visible al estrés por calor es la reducción de la ingesta, como un intento de adaptar la producción metabólica de calor a la capacidad de disipación del mismo. Para evitar este efecto es interesante realizar un cambio de la estrategia alimentaria, facilitando la ingestión de alimentos a las horas más frescas del día (proporcionar alimento por la noche, suministrar iluminación nocturna, etc.) y por tanto, evitar los efectos negativos derivados de un déficit alimentario.

En ensayos realizados en Córdoba, cuando se ofreció una hora de iluminación nocturna a vacas sometidas a estrés por calor, se observó un ligero aumento de la producción de leche en el ordeño de la mañana (Mena Guerrero, 1993). No obstante, las dificultades en el control de otras variables no

nos permitieron establecer una relación directa entre la iluminación y el aumento de producción, si bien deja una puerta abierta a futuras investigaciones, que podrían resultar de gran interés desde el punto de vista de su aplicación práctica.

Es evidente que los animales consumen más agua durante la época de calor (McDowell, 1972). Proporcionar abundante agua fresca en un lugar accesible, conlleva un aumento del consumo de alimentos (Lanham y col., 1986), lo que puede traducirse en un aumento de producción.

Por último, la accesibilidad a los lugares más frescos es también un aspecto a tener en cuenta. Las zonas desprotegidas de sombra deben reducirse con respecto al área total, y los comederos y bebederos deben estar fácilmente accesibles, para evitar en lo posible el movimiento de los animales y por tanto el incremento de calor producido por el ejercicio.

## **DISMINUCION DE LA CARGA EXTERIOR DE CALOR**

La carga de calor que recibe el animal del exterior viene determinada fundamentalmente por la temperatura ambiental y la radiación. La forma más eficaz de reducir esta carga de calor es proporcionando una buena sombra.

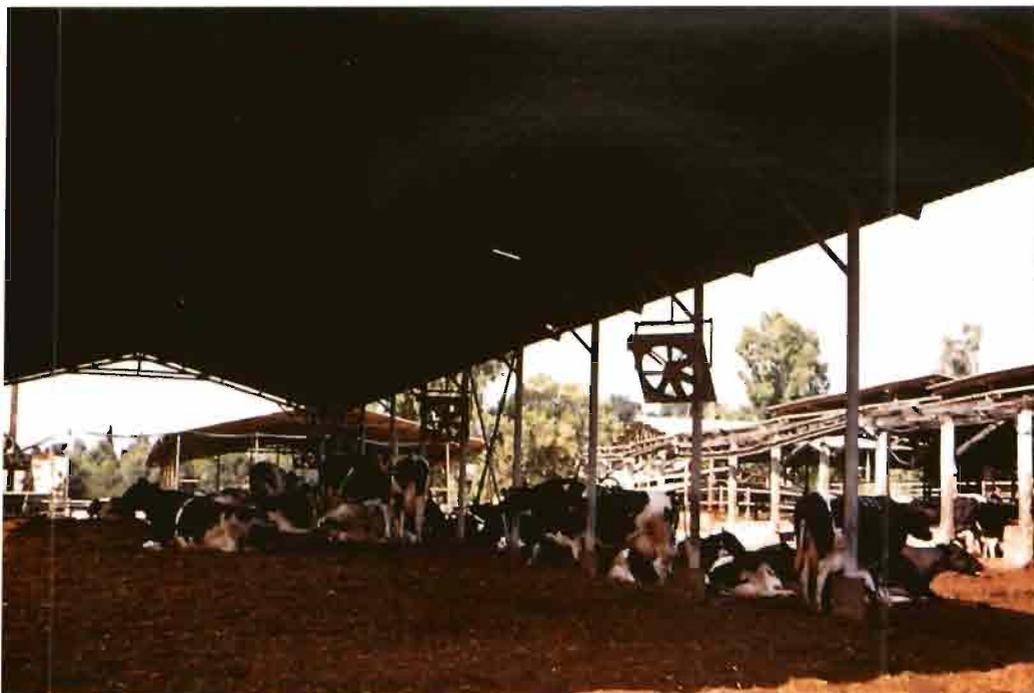
Aunque numerosos autores encuentran producciones más altas en animales con acceso a una sombra, respecto a aquellos que permanecen al sol (Román Ponce y col., 1977; Ingraham y col., 1979; Ngwerume, 1992), no siempre es así. Nosotros, coincidiendo con Guthrie y col. (1967) no encontramos diferencias significativas de producción cuando comparamos vacas sometidas a radiación solar directa y vacas con acceso a sombra (Mena Guerrero, 1993).

Esto posiblemente fue debido a las circunstancias del ensayo, ya que se trataba de animales bien adaptados a este clima, que tenían la posibilidad de perder el calor acumulado durante el día a lo largo de la noche, ya que las temperaturas bajaban sustancialmente;

# VACUNO

ALOJAMIENTOS

MG



El área de descanso debe disponer de un techado amplio y bien orientado con fácil acceso al comedero.

su producción de leche no era muy elevada y la sombra no era la más adecuada. En este sentido habíamos observado previamente que los animales preferían estar al sol, mejor que dentro de un establo con escasa ventilación.

## Disminución de la carga externa de calor utilizando techados completamente abiertos

En ambientes cálidos, los intercambios de energía por radiación son los dominantes (Bond y col., 1967). El principal efecto de la sombra es disminuir la carga radiante de calor (Ittner y Kelly, 1951), así como favorecer las pérdidas de calor sensible por parte del animal, pero no cambia la temperatura del aire ni su humedad relativa (Buffington y col., 1981). Una simple sombra puede reducir la carga radiante de calor entre un 30 (Bond y col., 1954) y un 40% (Hahn y col., 1963).

Un animal situado al aire libre recibirá distintos tipos de radiación que, para simplificar, podemos dividir en radiación de onda corta (procedente del sol) y radiación de onda larga (procedente del resto de objetos que le rodean, incluidos el suelo, el techo, etc).

El tamaño, orientación, situación y altura de la sombra van a determinar la importancia relativa de cada tipo y fuente de radiación (Kelly et al, 1950). Asimismo, el tipo y color del material van a jugar un papel importante (Bond y col., 1954).

Respecto al material, dado que el blanco refleja gran cantidad de radiación solar, la mejor solución es un techo de metal, pintado por la parte superior de blanco y por la inferior de negro. El hierro galvanizado pintado de blanco es más efectivo que el aluminio (Bond y col., 1954). Si el techo de metal se cubre por la parte inferior con un capa de polietileno de 38 mm, se obtienen mejoras significativas (Buffington y col., 1983).

Las mallas disponibles en el mercado pueden proveer una sombra entre un 30-90%, siendo la más usual y efectiva la del 80%. La principal ventaja es su bajo costo y la posibilidad de facilitar la ventilación (Buffington y col., 1983; Bennett y col., 1985).

La orientación y situación del techado tienen una gran importancia. Si se quiere maximizar el uso de la sombra, el eje mayor de la misma debe tener una orientación este-oeste (Buffington y col., 1983). Sólo sería deseable

la orientación norte-sur en el caso de que haya problemas de humedad y se desee mantener el suelo lo más seco posible.

Asimismo, todo aquello que contribuya a aumentar la ventilación, será recomendable. Por tanto, el lugar donde se sitúe el techado debe ser un espacio abierto (Buffington y col. 1983), siendo preferible usar cercos de alambre o metal en vez de muros sólidos (Ittner y col. 1955); su altura no debe ser inferior a 3,6 m y debe tener una forma rectangular.

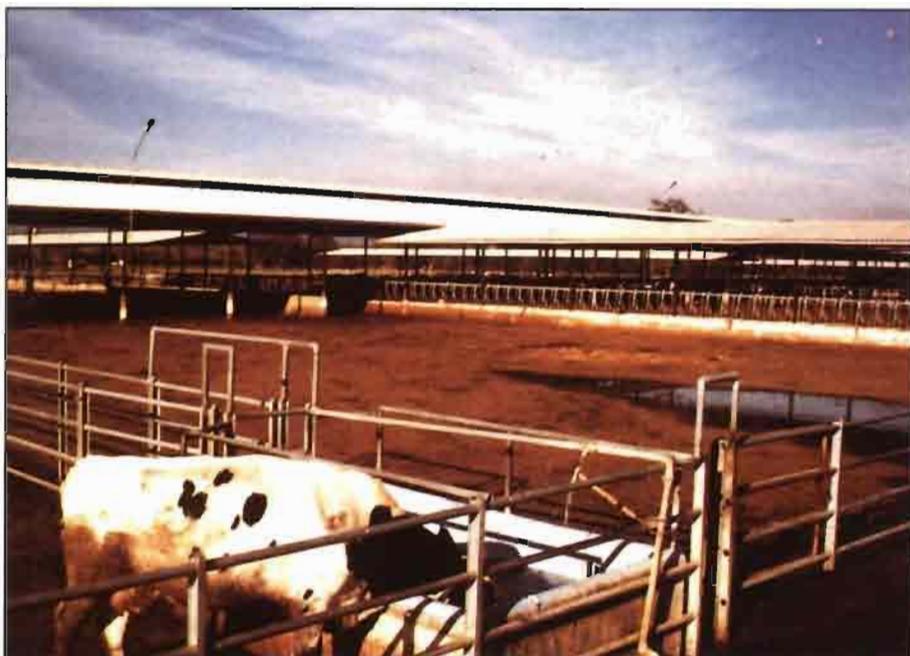
Respecto a la densidad de animales se dan valores muy diferentes; así, para Buffington y col. (1983) es conveniente que oscile alrededor de 5,6 m<sup>2</sup> por animal, mientras que según Hahn (1983) sólo serían necesar-

ios de 1,8 a 2,5 m<sup>2</sup> por animal. Estas diferencias son debidas a la gran variedad de situaciones que nos podemos encontrar, tanto desde el punto de vista de condiciones climáticas como de construcciones y manejo.

## Disminución de la temperatura exterior por otros medios

Cuando las condiciones climáticas son severas y el nivel productivo del rebaño es alto, un simple techado puede resultar insuficiente para reducir la carga de calor que soporta el animal. En este caso, además, puede ser necesario disminuir la temperatura ambiental.

En un ensayo realizado en California (Ittner y Kelly, 1951), se estudió la efectividad de diferentes modificaciones de un techado totalmente abierto. El que servía de referencia era de metal y las modificaciones consistían en poner doble techo, de forma que en el espacio entre ambos se colocaban aspersores. Aunque se encontró un ligero beneficio con este sistema, los mejores resultados se obtuvieron cuando el techo inferior estaba formado por sacos que se humedecían, comprobándose que este beneficio era debido fundamentalmente a que los sacos goteaban y los animales se mojaban.



Una amplia área de descanso sin sombra y un exceso de insolación sobre los comederos tendrán efectos negativos.

En aquellos lugares donde se disponga de naves cerradas, podría usarse un sistema de refrigeración por evaporación de agua. Este sistema, más conocido por su terminología inglesa «evaporative cooling», consiste en favorecer el movimiento del aire dentro de la nave, aire que previamente, al pasar por un panel húmedo o una capa de agua nebulizada, evapora el agua y reduce su temperatura (Hahn y Osburn, 1969). Los grados que consiga rebajar dependerán de la temperatura exterior, la potencia del sistema y el aislamiento de la nave.

Con este sistema, ampliamente difundido en algunas regiones de EE.UU. (Hahn, 1983), se evitó el descenso de producción provocado por el calor, consiguiéndose también mejoras sustanciales desde el punto de vista reproductivo.

En Arizona se ha empleado una modificación del sistema tradicional de refrigeración con paneles húmedos que merece la pena comentar. En un doble techo colocan aspersores y hacen pasar aire forzado a través del agua nebulizada que sale de los mismo. Esta modificación reduce el costo inicial del sistema, al ser más barato instalar los aspersores que los paneles, y evita los problemas de deterioro de estos últimos. El inconveniente es que hay que vigilar que la

distribución del agua sea homogénea (Hahn, 1983).

El mismo efecto de refrigeración se puede conseguir utilizando nebulizadores colocados en el interior de la nave, normalmente en el techo sobre el pasillo o en los comederos. El agua sale en gotas finísimas y al ser evaporada con el aire (el cual puede ser forzado) disminuye la temperatura ambiente (Igono y col., 1987).

El inconveniente de los sistemas de refrigeración por evaporación es que la reducción de la temperatura ambiental se hace a costa de un aumento de la humedad relativa, lo cual limita capacidad de realizar pérdidas evaporativas de calor por parte del animal, siendo ésta la vía más importante cuando se superan los 29 °C de temperatura ambiental (McDowell, 1972). Por ello, este sistema sólo ha sido recomendado en regiones muy secas, como es el caso de California y Arabia Saudí (Abdalla y Narendran, 1988).

El uso de aire acondicionado en las naves para vacuno lechero ha sido también evaluado. A pesar de que algunos autores obtienen beneficios productivos y reproductivos (Wiersma y Stott, 1966), numerosos autores coinciden en que la utilización del aire acondicionado resulta antieconómica (Ittner y Kelly,

1951, Hahn, 1969, Thatcher y col., 1974).

## MÉTODOS ORIENTADOS A FAVORECER LAS PERDIDAS DE CALOR

Si la carga interna de calor es demasiado alta y no es suficiente con disminuir la carga externa de calor, es necesario favorecer las pérdidas del mismo por parte del animal. Para ello hay una serie de técnicas que utilizan la ventilación forzada y/o la evaporación de agua.

Usando ventiladores, Ittner y col. (1955) y Bond y col. (1957), concluyen que el aumento del movimiento del aire favorece la ganancia de peso en vacas de carne, aunque estos últimos recomiendan que los ventiladores deberían apagarse cuando la temperatura exterior supera los 39,4 °C, ya que en este caso, en vez de perder calor el animal lo estaría ganando.

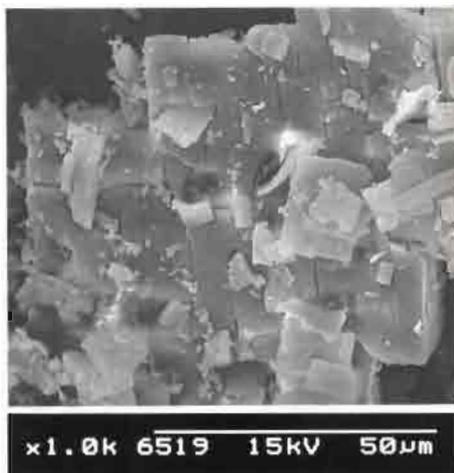
En un estudio realizado con vacas de leche, utilizando ventiladores que proporcionaban una velocidad de aire sobre el animal de 1,5-3 m/s., Berman y col. (1985) observan que, en un rango de temperaturas ambientales de 26-36 °C, la ventilación forzada evita el aumento de temperatura corporal, en un grupo de vacas de alta producción.

No obstante, Garret y col. (1960) no encuentran grandes beneficios desde el punto de vista de termorregulación, cuando comparan ventilación forzada con lugares sombreados y con buena ventilación natural.

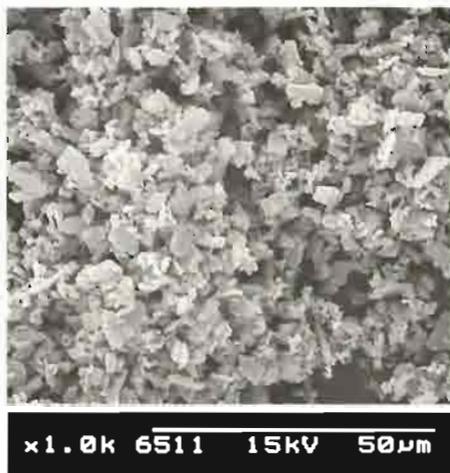
Como se ha indicado, a partir de 29 °C de temperatura ambiente, las pérdidas evaporativas (tracto respiratorio o piel) empiezan a ser la vía más efectiva de pérdida de calor. Dada la importancia que adquiere esta vía y dadas las dificultades que a veces plantea modificar el tipo de instalaciones, favorecer artificialmente las pérdidas evaporativas de calor podría ser una solución.

Entre los primeros estudios realizados para comprobar la efectividad de mojar a los animales, destacan los que Seath y Miller (1948) realizaron en

# Dipenisol Retard por dentro



Partículas de tamaño heterogéneo (algunas de tamaño superior a las 50 micras) correspondientes a la Penicilina-G-Benzatina contenida en una combinación penicilina-estreptomicina. El gran tamaño de las partículas disminuye su superficie de contacto.



Partículas de tamaño visiblemente homogéneo (90% de 5 micras, y 10% hasta 10 micras), correspondientes a la Penicilina-G-Benzatina contenida en Dipenisol Retard. La superficie de contacto puede ser de 5 a 10 veces superior al otro producto.

**La Penicilina-G-Benzatina, sustancia responsable del efecto retard, es la de más difícil micronización, por lo que requiere un proceso tecnológicamente avanzado, que hoy por hoy sólo puede ofrecer Dipenisol Retard ■**



**Nuestro prestigio, ganado con salud**



Instituto Bayer de Terapéutica Experimental, S.A.

La Forja, 54-56 - Tel. (93) 637 05 10 - 08840 VILADECANS (Barcelona)

# VACUNO

MG

ALOJAMIENTOS



**El sistema permite la correcta refrigeración de un gran número de animales favoreciendo además la ingestión.**

Louisiana. A raíz de estos trabajos se ha extendido la utilización de este sistema para combatir el calor. Así, Morrison y col. (1973), obtienen un aumento del consumo de alimentos y mayores ganancias de peso en vacas de carne al mojarlas.

Como alternativa al costo que supone instalar el sistema en toda la nave, algunos autores proponen el uso del agua en lugares determinados, como podría ser un recinto especialmente preparado para ello o la sala de espera al ordeño en el caso de vacas lecheras (Wiersma y Armstrong, 1983), de forma que los animales acudirían allí un determinado número de veces al día.

Frente a la doble ventaja de que nos aseguraríamos que todos los animales recibieran la ducha y que no habría problemas de acumulación de agua en el área de descanso, presenta el inconveniente del aumento de mano de obra, al tener que desplazar a los animales hasta allí, sobre todo si el calor es especialmente severo (lo que obligaría a utilizarlo numerosas veces a lo largo del día).

En Israel ha sido ampliamente desarrollado el sistema de aspersión, con muy buenos resultados desde el punto de vista fisiológico, de la producción y la reproducción.

En primer lugar se instaló el sistema en la sala de espera, usando aspersores

(760 l/h) y ventiladores (12.000 m<sup>3</sup>/h.) que funcionaban de manera alternativa. La combinación mejor resultó ser 30 seg. agua/4,5 min. aire, durante 30 min., varias veces al día y con un espacio disponible de 3,47 m<sup>2</sup>/vaca (Flamenbaum y col., 1986). A los 30 min. del tratamiento, la temperatura rectal alcanzaba su punto mínimo, pudiendo disminuir hasta 1 °C, aunque comprobaron que a las 3 h. volvía a subir, lo que implicaba la repetición de la ducha a lo largo del día mientras hiciese calor. La duración, intensidad y frecuencia del tratamiento dependerá de la densidad de animales y de la severidad del estrés.

En días muy calurosos y especialmente en climas húmedos, es necesaria también una ducha al final de la tarde para evitar un aumento de la temperatura rectal por la noche.

Aplicando este tratamiento 9 veces al día (Her y col., 1988), durante 10 días (del día anterior al estro a 8 días después) consiguen mayor manifestación de celos y una menor incidencia de anoestros, aunque las diferencias de concepción no fueron significativas, indicando esto que son necesarios más de diez días de refrigeración para obtener mejoras de fertilidad. Respecto a la producción de leche, consiguieron un aumento de 2,6 Kg por vaca y día.

En el Valle del Guadalquivir se hicieron una serie de experimentos en

los que se trataba de poner de manifiesto la efectividad del uso del agua en la reducción de la temperatura corporal, observándose una disminución significativa con el uso de aspersores, pero no con la nebulización (Mena y col., 1993a y Mena y col. 1993b).

El hecho de tener que desplazar a los animales varias veces al día puede suponer un problema desde el punto de vista de manejo. En este sentido, sería interesante instalar el sistema en un lugar donde los animales pudieran acceder libremente. El lugar idóneo podría ser el comedero, ya que eso supondría además un estímulo para que los animales acudieran a comer.

El equipo del Departamento de Ciencias Animales de la Escuela de Agricultura de Israel ha utilizado aspersores cuya descarga oscila entre 45 y 125 l/h, que producen una gota de agua capaz de llegar hasta la piel y mojar al animal. De esta forma el calor para evaporarla procederá del propio animal y no del medio ambiente. El ritmo de descarga de agua debe estar acorde con las condiciones locales y con la capacidad de evacuar la misma. No obstante, el uso de ventiladores podría favorecer la evaporación de gran parte del agua.

El inconveniente podría estar en que los animales no lo usen con la frecuencia necesaria para que suponga una pérdida importante de calor. El aprendizaje de los animales, la incidencia de radiación solar en el lugar donde se instalen los comederos pueden determinar de manera sustancial la frecuencia con que acudan los animales a mojarse (Mena Guerrero, 1993).

Es por tanto necesario realizar estudios de comportamiento, termorregulación y productividad con el uso de este sistema de refrigeración, así como establecer una serie de variables microclimáticas, que nos lleven a una correcta aplicación del sistema y a la obtención de beneficios sustanciales que justifiquen su utilización.

## BIBLIOGRAFIA

Existe una amplia bibliografía a disposición del lector interesado.