



Monitoreo del estrés por calor en vacas lecheras (II): automatización y sensores

En este segundo artículo dedicado al monitoreo del estrés por calor en nuestro rebaño describo los métodos existentes basados en sensores para monitorear las respuestas individuales al estrés por calor del ganado, a través de indicadores conductuales y fisiológicos, así como los índices climáticos.

Israel Flamenbaum
Cow Cooling Solutions Ltd, Israel

La pérdida de producción relacionada con el estrés por calor, el bienestar comprometido y la mortalidad del ganado son preocupaciones globales que están aumentando en el contexto del cambio climático y el calentamiento global. Para mantener el bienestar y el rendimiento del ganado, es importante monitorear los efectos de los extremos climáticos. Los sistemas de producción se están volviendo cada vez más automatizados y el monitoreo remoto/automatizado de los animales es una necesidad fundamental para superar

las limitaciones de la observación humana para la caracterización continua de la situación de las vacas y para el manejo de la granja. Se están evaluando varias técnicas de monitoreo remoto/automatizado, y otras ya han sido validadas para monitorear el comportamiento y la salud del ganado, entre ellos incluido el estrés por calor, y están en uso en granjas lecheras avanzadas en todo el mundo.

El objetivo de este artículo es revisar los métodos existentes basados en sensores para monitorear las respuestas individuales al estrés por

calor del ganado, a través de indicadores conductuales y fisiológicos (puntuación de jadeo y temperatura corporal central) e índices climáticos (índice de temperatura y humedad, ITH e índice de carga de calor, HLI).

Dichas tecnologías pueden ayudar a identificar individuos o grupos de vacas que sufren estrés por calor, con la finalidad de tomar medidas para mitigarlo y, asimismo, para encontrar animales susceptibles al calor para una estrategia de mitigación aislada a través de un sistema de sensores avanzado.

▶ PARA MANTENER EL BIENESTAR Y EL RENDIMIENTO DEL GANADO, ES IMPORTANTE MONITOREAR LOS EFECTOS DE LOS EXTREMOS CLIMÁTICOS

SENSORES EN ANIMALES Sensor de monitorización de la frecuencia respiratoria

Los cambios de presión asociados con el tono muscular, el movimiento del pecho y el aire exhalado se pueden monitorear de forma autónoma. La tasa de respiración registrada continuamente, utilizando sensores de presión de película delgada y una pequeña microcomputadora alimentada por batería, detectó un cambio claro en los animales sin sombra y con sombra. Un sistema de sensores

similar, con la adición de un algoritmo y un filtro de datos para eliminar las señales poco fiables, encontró que los registros monitoreados de la tasa de respiración correspondían a la temperatura corporal y las condiciones térmicas ambientales (ITH). Se desarrolló y validó un sistema automatizado de monitoreo de la tasa de respiración a largo plazo en vacas lecheras con alta asociación con el movimiento de los flancos.

El sistema microelectromecánico (MEMS) basado en sensores magnéticos proporciona señales de respiración más precisas y mayores resoluciones espaciales con menores errores de medición. Este sistema presenta una alternativa a los sensores de tasa de respiración existentes, con algunas modificaciones necesarias para el ganado en entornos comerciales.

Sensores de temperatura radiotelemétricos

Se han desarrollado biosensores para registrar la temperatura corporal del ganado y dar cuenta de

la variabilidad individual en la capacidad de termorregulación. Sin embargo, los sensores de registro de temperatura sin transmisión remota de datos limitan el monitoreo en tiempo real. Los crotales sensibles a la temperatura, los bolos reticulares del rumen, los dispositivos intrarrectales e intravaginales y los dispositivos portátiles e implantables (microchips) con capacidad de transmisión remota de datos necesitan un mayor desarrollo en cuanto a los modelos de predicción del estrés por calor, basados en la temperatura en tiempo real. Los sensores biológicos ingeribles y los sensores de identificación por radiofrecuencia (RFID) pueden monitorear la temperatura interna del ganado con identidad individual. Los datos del registrador térmico radiotelemétrico sugieren que monitorear las respuestas termorreguladoras del ganado requiere una medición continua de la temperatura corporal. Sin embargo, las mediciones telemétricas siguen siendo costosas y solo ▶▶

EXPERTOS EN VENTILACIÓN Y COWCOOLING

Con tecnología 100% italiana, combinamos sistemas de ventilación y aspersión para la mejora de las condiciones ambientales, mejorando el bienestar animal y la productividad



¿TE INTERESA DISTRIBUIR NUESTROS PRODUCTOS EN TU ZONA DE INFLUENCIA?

¡CONTÁCTANOS!



pablo@boschserveis.com



628 162 360

www.coolibri.it

► EL SISTEMA MICROELECTROMECÁNICO (MEMS) BASADO EN SENSORES MAGNÉTICOS PROPORCIONA SEÑALES DE RESPIRACIÓN MÁS PRECISAS Y MAYORES RESOLUCIONES ESPACIALES CON MENORES ERRORES DE MEDICIÓN

pueden operar en distancias cortas, con un pequeño número de animales y por períodos cortos de tiempo. La radiofrecuencia desviada, absorbida, interferida o distorsionada puede proporcionar datos falsos en la transmisión de datos en tiempo real. La medición radiotelemétrica de la temperatura corporal central, realizada mediante la implantación de un transmisor y un registrador de datos en la cavidad abdominal del ganado lechero, mostró que el cambio en la temperatura corporal central depende de las condiciones ambientales y un retraso de la temperatura ambiente de 1 a 5 h.

Rastreadores de ubicación con sensores de temperatura y movimiento

El uso de tecnología basada en el sistema de posicionamiento global (GPS) para monitorear animales al aire libre está aumentando. Los collares receptores GPS livianos son adecuados para monitorear la posición de los animales en intervalos de 5 minutos. Las características del comportamiento animal y la utilización de los pastos se pueden evaluar importando los datos del GPS a un sistema de información geográfica (SIG). El uso de collares GPS con temperatura adicional y sensores de movimiento de doble eje (2D) en ganado vacuno manejado intensivamente reveló que las vacas pasaban un tiempo inactivo cerca de un punto de agua cuando los rangos de temperatura eran de 30 a 35 °C, y comenzaban a pastar secuencial-

mente cuando la temperatura comenzaba a disminuir. Hay potencial para continuar la investigación en esta área para estudios secuenciales en el tiempo de la respuesta conductual al estrés por calor.

Las etiquetas de orejas que integran rastreadores GPS alimentados por energía solar también están disponibles comercialmente. Están surgiendo tecnologías de cercado virtual (VF) basadas en GPS montadas en el cuello para ganado y presentan una solución en tiempo real para el monitoreo de animales, el control del movimiento de los animales e incluso la mejora específica del calor a través del aislamiento del ganado susceptible si se integra con sensores adicionales de temperatura y movimiento. Los sistemas de ubicación en tiempo real (RTLS) son sistemas de seguimiento que consisten en un receptor o lector fijo que lee la información de ubicación de un animal de forma inalámbrica desde una pequeña etiqueta de identificación adherida a ellos, que se utilizan principalmente en condiciones de interior o en un área confinada específica. La ubicación y el movimiento de un animal individual en las proximidades del sitio de alimentación, agua y refrigeración se pueden detectar y utilizar para desarrollar índices de comportamiento. Los datos de ubicación basados en RTLS se pueden usar para desarrollar algoritmos para predecir comportamientos de comer, beber y acostarse. Dichos sistemas pueden identificar animales individuales que pasan más tiempo cerca del agua, la sombra o el lugar de enfriamiento y, por lo tanto, determinar su susceptibilidad al calor.

Sensores basados en acelerómetros

Los acelerómetros son dispositivos que miden la aceleración del movimiento de una estructura en un espacio 2D o 3D. Funcionan registrando la aceleración estática y dinámica, mediante sensores electromecánicos. Estos datos de aceleración se pueden convertir a través de algoritmos efectivos para comprender el estado de un objeto. Cada comportamiento de un animal tiene un movimiento característico del cuerpo o la ociosidad. Los movimientos estáticos o dinámicos de los animales capturados en 3D se pueden utilizar

para clasificar los comportamientos principales a través de una transformación algorítmica definida. Por ejemplo, comer, beber, pastar, rumiar, acostarse/descansar, pararse y la actividad del ganado fueron detectados por acelerómetros con buenas correlaciones y especificidad de sensibilidad moderada a alta, en comparación con las observaciones visuales. Se utilizaron acelerómetros triaxiales para medir la respuesta de estremecimiento, paso y patada para evaluar el estrés y la incomodidad en vacas lecheras en un sistema basado en pastos. Además, se evaluó el jadeo, junto con otras dinámicas respiratorias, como un indicador potencial de jadeo para el monitoreo basado en acelerómetros de la respuesta al estrés por calor en ganado lechero y de engorda. Por lo tanto, los datos de monitoreo de ganado basados en acelerómetros podrían permitir un modelo multimodal de predicción/alarma de estrés por calor basado en el comportamiento para intervenciones tempranas de mitigación estratégica y, recientemente, también en la gestión de granjas lecheras comerciales a gran escala. Los sensores de acelerómetro de crotales son los más prometedores en este sentido, ya que han sido validados en condiciones moderadas a calientes para la puntuación de jadeo. Sin embargo, se requiere más trabajo para validar dichos sistemas durante los eventos de olas de calor, donde se registran puntajes de jadeo significativamente más altos. Se deben utilizar datos de sensores validados para determinar los umbrales superiores de duración del jadeo, por encima de los cuales se pueden activar las medidas de mitigación del estrés por calor. Dicho monitoreo proporcionará información práctica útil sobre el animal individual que permitirá mejoras potenciales en el bienestar del ganado en problemas de estrés por calor, salud y producción.

DISPOSITIVOS FUERA DE LOS ANIMALES

Aplicaciones para teléfonos inteligentes basadas en datos climáticos

Los datos climáticos se pueden obtener continuamente de las estaciones meteorológicas en el sitio y se pueden procesar para el monitoreo remoto y automatizado de las condiciones térmicas. ►►

ENERMILK® PLUS

Reduce el ESTRÉS POR CALOR

y su efecto sobre la ingesta, la producción y la fertilidad

CON TODAS LAS VENTAJAS DE ENERMILK POTENCIADO
Y TODOS LOS BENEFICIOS DE LAS LEVADURAS*

- » Aumenta la digestibilidad de la **fibra** y, por tanto, la **energía** disponible.
- » Estimula el funcionamiento del **rumen**.
- » Incrementa la **ingesta**.
- » Mejora los índices de **fertilidad**.
- » Alarga la curva de **máxima producción**.



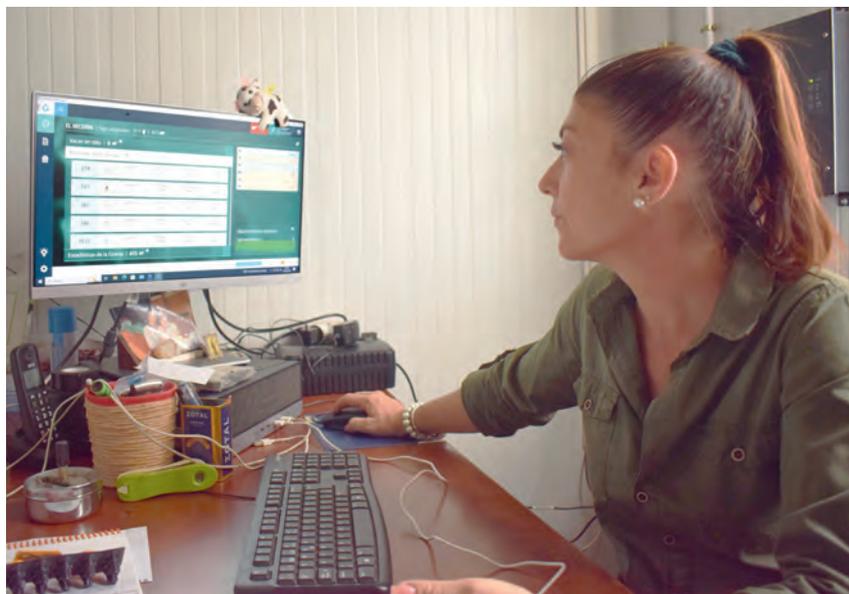
* *Saccharomyces cerevisiae* NCYC R 404
LEVADURA ESPECÍFICA VACAS LECHERAS

Aproveche toda la energía de su ración durante todo el año

GARANTÍA DE CALIDAD

DFGRUPO





► LA VIDEOVIGILANCIA BASADA EN VISIÓN POR COMPUTADORA PODRÍA SER EL ÚLTIMO DISPOSITIVO DE MONITOREO FUERA DE LOS ANIMALES EN EL FUTURO

Las estaciones meteorológicas con conectividad inalámbrica pueden transmitir datos a una red a la que se accede prácticamente desde cualquier lugar. Se han desarrollado aplicaciones basadas en teléfonos inteligentes que utilizan protocolos similares que combinan información meteorológica actual y proyectada con información animal individual, lo que ayuda al proceso de toma de decisiones mediante el envío de alertas para reducir el estrés por calor. Los dispositivos portátiles de recopilación de datos climáticos con conectividad Bluetooth pueden calcular el ITH en diferentes áreas microclimáticas en entornos agrícolas a gran escala. Sin embargo, las evaluaciones basadas en datos climáticos son medidas indirectas de la respuesta animal al estrés por calor y un umbral fijo de índices elegidos en estas aplicaciones puede servir a los granjeros para monitorear la “situación del rebaño”, pero esta información no puede ser igualmente aplicable para el ganado individual.

Imágenes de profundidad, videovigilancia e inteligencia artificial

La videovigilancia basada en visión por computadora podría ser el último dispositivo de monitoreo fuera de los animales en el futuro. Se utilizó una cámara de video (video de luz roja en la noche) para observar los cambios fisiológicos y de comportamiento del ganado lechero expuesto al clima de verano y se encontró que la tasa de respiración, la temperatura de la piel y la temperatura corpo-

ral aumentaron junto con el ITH. La red neuronal artificial, el clasificador de lógica difusa y los enfoques basados en el aprendizaje automático, que utilizan la fisiología animal y las variables climáticas, han resultado prometedores para monitorear el estado térmico de los animales en condiciones experimentales. Teniendo en cuenta la velocidad del desarrollo tecnológico, es muy probable que sean útiles en condiciones prácticas en un futuro próximo. El tamaño de los datos registrados puede ser un problema para el almacenamiento y la transmisión de información. El desarrollo de métodos de compresión de datos en imágenes o videos que consuman menos memoria (o que se transformen en una señal diferente) y los métodos avanzados de extracción de características de los datos transformados, preferiblemente del almacenamiento en la nube, podrían ser posibles mejoras futuras en este espacio. El desarrollo de capacidades para el análisis instantáneo de datos *in situ* puede minimizar los requisitos de transmisión y almacenamiento de datos.

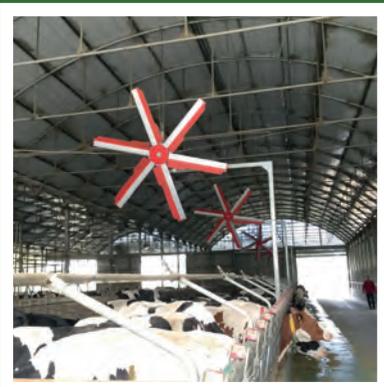
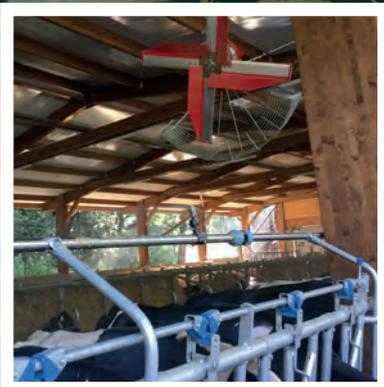
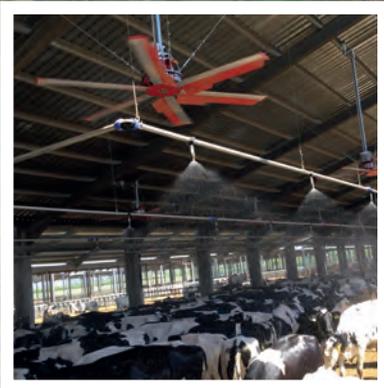
Termografía infrarroja (IRT)

La termografía infrarroja (IRT) puede estimar la temperatura de la superficie corporal del ganado. Las imágenes IRT de diferentes regiones del cuerpo se recopilaron para medir los patrones de temperatura de la superficie corporal y se encontró que estaban altamente correlacionadas con las temperaturas del ITH y del flanco derecho, el flanco izquierdo y la frente.

Además, la temperatura de la frente también mostró una buena correlación con la temperatura rectal. Se usaron imágenes infrarrojas para medir la tasa de respiración para evaluar el estrés y la incomodidad en vacas bajo un sistema basado en pastos. La tasa de respiración medida por imágenes IRT continuas del flujo de aire a través de las fosas nasales tuvo una buena concordancia con las mediciones en vivo y basadas en grabaciones de video. Este resultado sugiere que, con un mayor desarrollo, la IRT podría incorporarse para el monitoreo remoto de la respuesta al calor del ganado. Sin embargo, las imágenes y los videos de IRT requieren un entorno controlado que involucre un manejo adicional del ganado para el registro de datos y un *software* sofisticado para el análisis. Por ejemplo, la temperatura de la frente, la papada y la superficie corporal basada en imágenes de IRT variaron con un valor de ITH similar y, además, los datos de video de IRT sin procesar estaban poco correlacionados con la temperatura corporal interna y el estado térmico del ganado, y solo podían usarse después de manipulaciones extensas.

CONCLUSIÓN

Las nuevas y sofisticadas tecnologías de “detección y transmisión” que se están desarrollando en estos días ayudarán a los productores lecheros a identificar individuos o grupos de vacas que sufren estrés por calor y activar medios de mitigación de calor a tiempo y de manera eficiente, así como encontrar animales susceptibles al calor para tratamientos de mitigación aislados. ■



TRABAJAMOS POR EL BIENESTAR ANIMAL

EMPORVET, expertos en estrés por calor

Nuestras innovadoras soluciones le ofrecen:

- Mojado eficaz
- Distribución de aire eficiente
- Tiempo de enfriamiento adaptable a las necesidades del animal



Soluciones de automatismos



Proyectos personalizados



Consultas a domicilio



Certificados UL i CE



Tecnología de eficiencia energética



Control de acceso remoto