

**APLICACIÓN DE LA TERMOGRAFÍA EN EL ESTUDIO DE LA UBRE DE LOS
GRANDES RUMIANTES Y EN SUS POSIBLES COMPLICACIONES
PATOLÓGICAS**

**APPLICATION OF THE THERMOGRAFY IN THE STUDY OF BIG RUMIANTS'
UDDER AND ITS POSSIBLE PATHOLOGICAL COMPLICATIONS**

**P. del Carmen Rodríguez, A. Sánchez Matamoros, J. Carvajal Valilla, J. Blanco Murcia
y J.M. Sánchez-Vizcaíno**

Departamento de Sanidad Animal y Departamento de Medicina y Cirugía Animal, Facultad
de Veterinaria, Universidad Complutense de Madrid

Resumen

Se ha estudiado la aplicación de la termografía en la ubre sana y con mastitis, en ganado vacuno Frisón y de carne ecológica mestizo. Se han valorado distintos factores que influyen en la aplicación de esta técnica, tanto del animal (pelo, pliegue inguinal) como externos a éste (suciedad, ambiente). Se ha establecido la relación entre la temperatura superficial de la ubre y sus patologías, centrando el estudio en mastitis.

Summary

The application of the thermography has been studied in healthy and mastitic udder, both in dairy Holstein and organic beef mixed-breed cattle. Different factors that may influence the application of this technology have been evaluated, both animal (hair, inguinal fold) and external factors (dirt, environment). The aim of this study was to establish a relation between the superficial temperature of the udder and its pathologies, focusing he study on mastitis.

Palabras clave: rumiantes, termografía, mastitis, ubres.

Key words: ruminants, thermography, mastitis, udders.

Introducción

En el estudio de nuevas técnicas de diagnóstico por imagen, la termografía es una técnica emergente que puede ser de gran ayuda en relación a aquellos procesos que transcurren con un aumento o descenso de temperatura de la zona estudiada.

La termografía, aplicada en el campo veterinario, se basa en la captación de la radiación de tipo infrarroja que emiten y reflejan (emisividad) los animales.

Cuando se realiza una fotografía termográfica, se obtiene una imagen que representa la temperatura superficial del animal. Cada región del animal que es captada por la cámara,

emite una radiación infrarroja diferente que es interpretada como un color acorde a una banda de distintas tonalidades asociadas a las variaciones de la temperatura.

El objetivo de este trabajo ha sido estudiar la posible aplicación de esta técnica en la determinación de un patrón termográfico de la ubre sana de una vaca en lactación y la potencial utilización de la técnica para obtener diferentes patrones de imágenes termográficas de los posibles procesos patológicos y, más concretamente, de las mamitis.

Material y métodos

1.1. Animales:

1.1.1. Se analizaron noventa vacas de la raza frisona-holstein de la explotación “El Chicharrón”, localizada en el término municipal de San Lorenzo de El Escorial y que cuenta con doscientos ejemplares en distintas fases de lactación.

1.1.2. Se completó el estudio con veinte vacas de carne ecológica de la explotación San Martín de Hoyos, en la Comunidad de Cantabria, que cuenta con sesenta ejemplares de vacas Asturiana de los valles.

1.2. Cámaras:

1.2.1. Cámara termográfica FLIR ThermaCAM™ E45.

1.2.2. Cámaras digitales: SONY Cybershot® y Olympus E440SP.

1.3. Software:

1.3.1. Para el análisis de las imágenes se utilizó el programa FLIR ThermaCAM Quick Report™1.0

Con este material se llevó a cabo el estudio termográfico de las ubres. Se visitaron las dos explotaciones en las que se realizaron fotografías termográficas y digitales de los animales. Las fotografías fueron analizadas en los programas informáticos antes citados, obteniendo una serie de temperaturas. El análisis de estas temperaturas permite obtener el patrón termográfico normal de la ubre, influencia de los factores que lo alteran y relación entre las ubres mamíticas y su patrón termográfico.

Para realizar el estudio de las mamitis desde un punto de vista apropiado al enfoque de la termografía, las clasificamos en crónicas, subclínicas y agudas. Las agudas dan una sintomatología clínica durante un periodo de tiempo corto (de entre 24 y 72 horas) mientras que las subclínicas y crónicas, ambas asintomáticas, pueden presentar altos recuentos de células somáticas (RCS), superiores a 2 millones de células/ml, sin incremento de la temperatura.

En la actualidad la prueba de referencia para el diagnóstico de mamitis es el RCS, realizado mediante citometría de flujo en contadores celulares. Se toma como valor diagnóstico de mamitis aquellos recuentos que se encuentren por encima de las 200.000 células somáticas/ml de leche (Pérez *et al.* (2008)), valor que se tomó como referencia en este estudio para establecer una relación entre la imagen termográfica y las mamitis.

Resultados

Patrón termográfico de ubres sanas (normal):

- La ubre presenta un aumento de temperatura superficial con respecto al resto del cuerpo.
- La temperatura máxima media de la ubre es de 33,19° C a una temperatura mínima media del suelo de 5,5° C.

La temperatura superficial varía en función de los factores externos, ya que estos animales se encuentran en un ambiente no controlado.

Factores que alteran la temperatura superficial de la ubre:

Tras el análisis de las imágenes, se pudieron observar diferentes factores que podrían alterar los valores de la temperatura en la fotografía termográfica.

Pliegue inguinal:

La región del pliegue inguinal, área de contacto entre la ubre y la extremidad posterior, presenta en todos los individuos estudiados un aumento de la temperatura superficial en relación al resto de la temperatura de la ubre.

Pelo:

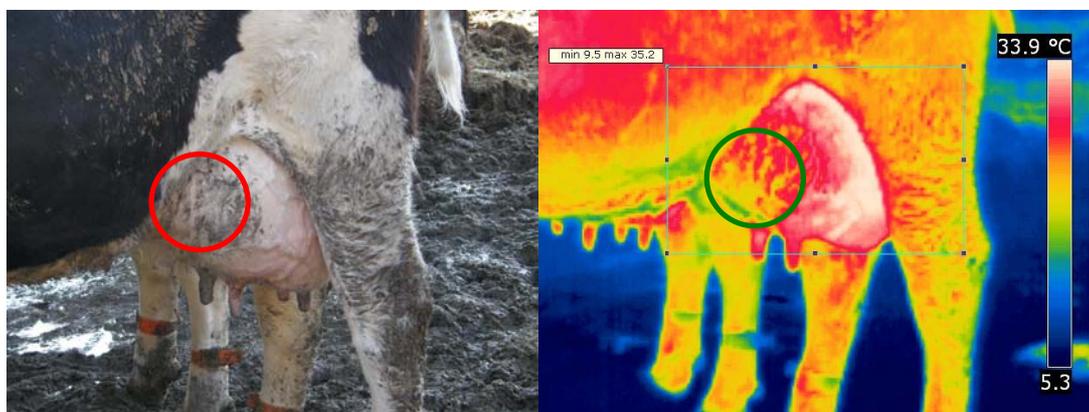
Las áreas de ubre con pelo se caracterizan por no seguir un patrón homogéneo, ni en diferentes zonas del mismo animal o entre diferentes animales, interfiriendo en la imagen termográfica y, por tanto, impidiendo la visualización de la temperatura superficial real del área con pelo (figura 1).



Figura 1. Influencia del pelo en la imagen termográfica. En la imagen de la izquierda se puede observar una zona con pelo, que se corresponde en la imagen de la derecha con la zona que presenta una temperatura inferior al resto de la ubre.

Suciedad:

Las zonas con suciedad presentaron un patrón similar al de las áreas con pelo, en cuanto a su distribución irregular, aunque más variable en función de las condiciones higiénicas de la explotación. La suciedad capta el frío o el calor ambiental, y de esta forma actúa igualmente como un artefacto que nos impide la visualización de la temperatura superficial de ese área (figura 2).



Fig

ura 2. En estas imágenes se muestra la influencia de la suciedad en la imagen termográfica.

En la imagen de la izquierda se puede observar la presencia de suciedad en la ubre, que se corresponde en la imagen de la derecha, con la zona que presenta una temperatura inferior al resto de la ubre.

Factores ambientales:

Se realizaron fotografías en diferente horario, permitiéndonos observar grandes diferencias entre imágenes correspondientes a los mismos animales. A horas más tempranas,

las imágenes termográficas se relacionan con temperaturas superficiales más bajas y por el contrario, a horas de más luz, las temperaturas superficiales aumentaban (figura 3).

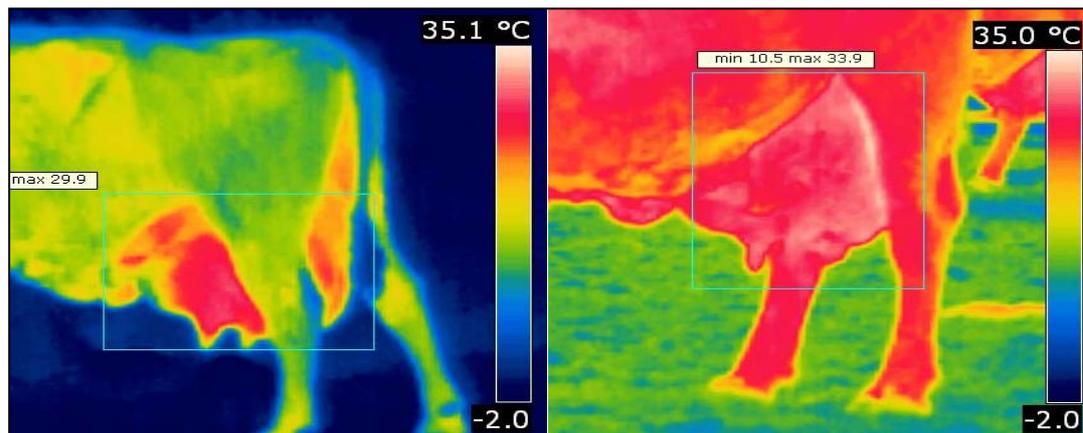


Figura 3. En estas imágenes se muestra la influencia de los factores ambientales en la imagen termográfica.

Ambas imágenes pertenecen a un mismo animal y tienen el mismo rango de temperaturas (-2°C/35°C).

La imagen de la izquierda fue realizada a las 7:00 AM (temperatura:29.9°C), y la de la derecha (temperatura:33.9°C) se realizó a las 11:00 AM.

Para solventar el problema de la diferencia de temperaturas en distinto horario, desarrollamos un factor de corrección que relaciona la temperatura mínima del suelo y la temperatura máxima de la ubre de tal forma que, el aumento de 1° centígrado en la temperatura mínima del suelo, supone un aumento de 0,4° centígrados en la temperatura máxima de la ubre. Se estableció así una fórmula matemática para relacionar todas las temperaturas de las ubres estudiadas, a una temperatura mínima media del suelo.

$$[(T^a \text{ mín media suelo} - T^a \text{ mín suelo}) \times 0,4] + T^a \text{ máx ubre}$$

De esta manera, igualamos las condiciones ambientales para todas las fotografías.

Patrón termográfico de ubres con mastitis (patológico):

Tras relacionar los recuentos de células somáticas con las temperaturas máximas de la ubre obtenidas por imagen termográfica se observa que no hay una correlación entre ambos valores. Temperaturas superiores a la media pueden coincidir con RCS tanto altos como bajos (figura 4); temperaturas de 35.8 °C se correspondieron con RCS de 139.000 y temperaturas de 35.06 con RCS de 2.540.900. Del mismo modo temperaturas inferiores a la media dieron también recuentos tanto altos como bajos.

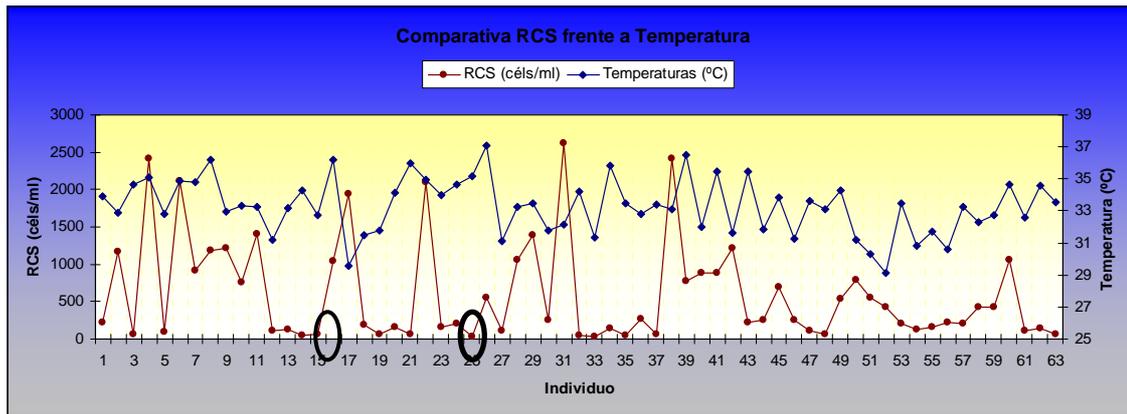


Figura 4. Relación entre los RCS y las temperaturas. En esta gráfica se observa una falta de relación entre la temperatura y el RCS. Como se observa entre los datos resaltados con un círculo (animales 16 y 25).

Discusión:

El aumento de temperatura del pliegue inguinal es debido al continuo contacto entre las dos superficies, de tal forma que el calor queda retenido en la región, siendo interpretado por la cámara como un aumento de la temperatura superficial en la zona.

Se puede decir que la termografía no es aplicable al diagnóstico de mamitis según las pruebas de referencia utilizadas en la actualidad.

Para evitar las alteraciones en las imágenes causadas por la suciedad y el pelo, se podría utilizar la termografía de fusión que permite obtener en una sola fotografía la imagen termográfica y digital.

Asimismo, en un ambiente controlado podríamos evitar las interferencias del ambiente.

La falta de correlación entre los RCS y las temperaturas obtenidas puede deberse a que las mamitis agudas tienen un periodo clínico de unas 24-72 horas. Por tanto, es posible que en el estudio no se detectaran o pasaran desapercibidas mamitis agudas en fase clínica. Por otra parte, al realizar una revisión de los agentes causales de las mamitis, se encuentra que diversos agentes ambientales (*Escherichia .coli*, *Streptococcus uberis*) producen grandes aumentos de temperatura y una clínica muy exacerbada sin que se den aumentos de los RCS. Por último, hay que destacar el caso de las mamitis subclínicas en las que se pueden ver aumentados de forma muy notable los RCS sin producir apenas síntomas en la ubre

Conclusiones

La termografía de la ubre en vacuno lechero en extensivo presenta una serie de inconvenientes, como la presencia de pelo o suciedad, la zona del pliegue inguinal y factores ambientales, que pueden alterar sus resultados.

La ubre presenta mayor temperatura superficial que el resto del cuerpo.

En las mamitis estudiadas los datos termográficos obtenidos no guardan correlación con los valores tomados como referencia de calidad de leche (RCS), por lo que esta técnica no se puede aplicar actualmente en el diagnóstico de las mamitis.

Agradecimientos

Agradecemos a Concepción y José y a Inmaculada por permitirnos llevar a cabo el estudio en sus explotaciones y por el excelente trato que nos dieron. Por último, agradecemos a toda la gente que nos ha ayudado y apoyado a lo largo de la realización del estudio.

Bibliografía

Radostis, O.M., Gay, C.C., Blood, D.C., Hinchcliff, K.W. Medicina Veterinaria. Tratado de las enfermedades del ganado bovino, ovino, porcino, caprino y equino. 9ª edición Vol I. Madrid. McGraw-Hill-Interamericana, 2002, 711-738

Pérez M.A., Coya M.B., Muniz R. y Ortega 2008. Mastitis en vacas: un diagnóstico complejo. Cría y Salud 18: 30 - 36.

aulrud, C.O., Clausen S., Andersen, P.E., and Rasmussen, M.D. 2005. Infrared Thermography and Ultrasonography to Indirectly Monitor the Influence on Limer Type and Overmilking on Teat Tissue Recovery. Acta Vet. Scand. 46:137-147. **FLIR Systems, Inc. 2005** Manual de usuario de FLIR ThermoCAM™ E45.