



Facultad de Veterinaria  
**Universidad Zaragoza**



## **TRABAJO FIN DE GRADO**

Uso de la termografía en la clínica de caballos de deporte

**Autor:**

Judith Martínez Giménez

**Tutores:**

Antonio Fernández Casanova y Tomás Conde Ayuda

**FACULTAD DE VETERINARIA DE ZARAGOZA**

**2015**

## ÍNDICE

|   |    |
|---|----|
| RESUMEN .....   | 3  |
| INTRODUCCIÓN .....                                      | 3  |
| ¿Qué es la termografía? .....                           | 4  |
| ¿Cómo funciona la termografía?.....                     | 5  |
| Cómo realizar termografía infrarroja en el caballo..... | 5  |
| Usos de la termografía .....                            | 6  |
| Termografía en equinos .....                            | 6  |
| Recuerdo fisiológico .....                              | 8  |
| Ventajas y desventajas de la termografía equina .....   | 8  |
| El patrón térmico del caballo .....                     | 9  |
| Las condiciones patológicas .....                       | 10 |
| El pie .....  | 11 |
| Las articulaciones .....                                | 12 |
| Tendones y ligamentos .....                             | 12 |
| Los huesos largos .....                                 | 13 |
| Los músculos.....                                       | 13 |
| Artefactos termográficos .....                          | 14 |
| JUSTIFICACIÓN .....                                     | 15 |
| OBJETIVOS.....  | 16 |
| MATERIAL Y METODOS .....                                | 16 |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....                             | 17 |
| CONCLUSIÓN .....  | 27 |
| VALORACIÓN PERSONAL.....                                | 28 |
| BIBLIOGRAFÍA.....                                       | 28 |

## **RESUMEN**

### La termografía en la clínica equina

El objetivo de este trabajo fue demostrar que mediante imágenes termográficas se podía detectar dónde se encuentra el origen del problema en patologías del aparato locomotor. Se siguió la hipótesis planteada de que los caballos deben de presentar patrones térmicos simétricos en las extremidades anteriores y posteriores y que la diferencia de un grado o más, indica que existe una lesión. Para ello se evaluó las imágenes termográficas de las extremidades anteriores y posteriores en caballos de distintas razas. Se utilizaron 5 caballos con distintas patologías y empleados para distintas actividades ecuestres. Para realizar las fotos de termografía de cada miembro se utilizó una cámara térmica InfraCAM FLIR SYSTEM estandarizando las condiciones de obtención de las imágenes para que no hubiera artefactos que puedan interferir en la interpretación de las mismas. Para determinar la temperatura de cada miembro se utilizó el software FLIR y se pudo concluir que los caballos con patologías no tenían patrones simétricos de temperatura.

### **Abstract**

#### Thermography in equine clinic

The aim of this paper is to demonstrate that through the thermographic images it is possible to detect where is located the source of the problema in diseases of the locomotor system. The hypothesis was as follows: the horses must submit termal symmetrical patterns in the forelimbs and subsequent and that the difference of a degree or more, would indicate that there is an injury. For this purpose have been assessed the termographic images are taken of the fornt limbs and later in horses of different breeds. Having been used five horses with different pathologies and used for various equestrian activities. To perform the thermographic photographs of each member was used a termal camera infraCAM FLIR SYSTEM by standardizing the condition for obtaining the images to avoid artifacts that could interfere with the interpretation of the same. To determinate the temperatura of each member used the software FLIR, concluding that the horses with pathologies had abnormal termal patterns by comparing the two extremities.

## INTRODUCCIÓN

Las cámaras infrarrojas han utilizado en medicina veterinaria como un método de diagnóstico para detectar lesiones subclínicas del aparato locomotor de los équidos con aptitudes deportivas. Al mismo tiempo, también se han empleado como una herramienta para localizar procesos inflamatorios ya que es capaz de detectar cambios anormales en los patrones circulatorios de los tejidos debido al aumento de temperatura que existe en la región afectada (Turner, 1998).

Se ha demostrado que la termografía es muy útil para el diagnóstico, pronóstico y evaluación del daño ocurrido en tejidos blandos y en lesiones ortopédicas superficiales (Eddy et al., 2001). Una ventaja que presenta la termografía es que los patrones anormales de temperatura pueden detectarse 14 días antes de que surjan signos clínicos evidentes. La cámara es al menos 10 veces más sensible que la mano del veterinario (Turner et al., 2001) para detectar un cambio de temperatura. Esto es una ventaja para el diagnóstico de las lesiones que puedan inducir cojera en los caballos.

La termografía no revela patologías exactas, pero facilita la localización del aumento de la producción de calor por ejemplo por una inflamación o lesión (Eddy et al., 2001).

### ¿Qué es la termografía?

Es una técnica de imagen no invasiva que mide las emisiones infrarrojas que emiten todos los cuerpos (en la porción infrarroja del espectro electromagnético) y permite visualizar sus patrones de temperatura. La intensidad y distribución dependen de la temperatura de su masa y de las propiedades de radiación de su superficie (emisividad). La radiación medida por la cámara no solo depende de la temperatura del objeto y la reflejada, sino que están influenciadas a su vez, por la absorción de la atmósfera. Por lo tanto para medir de manera precisa la temperatura, debemos tener en cuenta la emisividad del objeto, la cámara y la humedad relativa del ambiente, (Knizkova et al., 2007) en donde se encuentra el animal.

La termografía aplicada a la medicina equina proporciona información sobre la vascularización y los patrones del flujo sanguíneo en la piel antes y después del ejercicio. Por lo tanto puede tener los siguientes usos en el ámbito ecuestre (Turner, 1999):

- Preventivo: exámenes pre compra, balance de la silla, exámenes antes de la carrera, balance de los cascos, diseño de pistas (pisos) basado en el calor de los cascos de los caballos que la usan.

- Diagnóstico: detección temprana de laminitis, dolor de la palma y talones del casco, abscesos subsolares y/o submolares, diagnóstico de capsulitis/sinovitis, tendinitis, detección de daño muscular, atrofia muscular, problemas dentales y mandibulares.
- Seguimiento: curación de la tendinitis, capsulitis/vasculitis, balance de cascos.

### **¿Cómo funciona la termografía?**

La termografía utiliza el mismo principio no invasivo de una cámara fotográfica. La cámara térmica únicamente registra las emisiones infrarrojas emitidas por los cuerpos u objetos y muestra una imagen a color que corresponde con los diferentes patrones de temperatura (Turner, 1999).

Un termograma traduce en primer término la temperatura cutánea dada por las condiciones de irrigación local de los plexos arteriales y en menor grado, la de las redes vasculares subcutáneas. Esta temperatura depende del grosor del panículo adiposo. Además, no todos los puntos del cuerpo presen tan la misma temperatura, por una parte debido a que la grasa es un mal conductor del calor y también dependiendo del punto del cuerpo que se va a examinar (Latorre et al., 2004).

La termografía nos ayuda a identificar áreas con cambios en el flujo sanguíneo superficial. Ambos lados del cuerpo deben tener el mismo patrón de temperatura o simetría térmica, por lo que cuando se obtienen áreas calientes o frías, estas pueden ser anormales o patológicas. Estos cambios en la temperatura indican procesos inflamatorios, daños neurológicos o falta de irrigación. Cuando las imágenes térmicas obtenidas de caballos se combinan con el conocimiento profundo del clínico veterinario, la termografía se convierte en una herramienta de diagnóstico muy útil.

### **Cómo realizar termografía infrarroja en el caballo**

Al usar una cámara termográfica se pueden encontrar artefactos que dificultan la interpretación de las imágenes. Por ello la experiencia clínica y del uso correcto del termógrafo es clave para el diagnóstico. Para evitar los artefactos y otros factores de confusión, hay que obtener las imágenes bajo condiciones estandarizadas

Lo situación ideal sería realizar la termografía en una habitación con una temperatura ambiental comprendida entre 20 y 25°C (Simon et al., 2006). Sin embargo según Yanmaz et al., (2007), la temperatura más adecuada para obtener las imágenes son 17°C. La normalización de la temperatura ambiente es necesaria ya que la región distal de la extremidad del caballo

tiene un importante papel termorregulador. Así, en condiciones de frío, el suministro de sangre a la piel puede reducirse drásticamente para conservar el calor (Bathe, 2011). También es importante que el caballo se aclimate en la habitación donde se tomarán las imágenes por un tiempo de 10-20 minutos. Otro aspecto a tener en cuenta es la habitación donde se tomen las imágenes puesto que tiene que estar desprovista de fuentes de calor como luz solar, bombillas, etc. (Bathe, 2011) que introducirían alteraciones en la toma del termograma. La oscuridad o un bajo nivel de luz es la condición ideal para realizar el examen termográfico. Además, es necesario que en la habitación donde se realiza el examen, el flujo de aire sea uniforme para evitar enfriamientos erróneos de las áreas a examinar (Yanmaz et al., 2007).

El caballo debe de estar en reposo y necesita estar tranquilo para poder hacerle las fotos termográficas. Si el caballo ha estado realizando un ejercicio muy intenso, hay que esperar al menos dos horas para poder obtener las imágenes. Tampoco es conveniente utilizar los sedantes antes de tomar las imágenes porque actúan sobre la circulación periférica, el sistema cardiovascular y favorecen la sudoración (Yanmaz et al., 2007) por lo que introducirían artefactos y harían difícil la interpretación del examen termográfico.

Por lo general no es necesario cortar el pelo al caballo. El problema se presenta si tiene el pelo muy largo, debido a que le puede quitar contraste a la imagen. Regiones sin pelo o con el pelo cortado aparecerán más calientes debido a la carencia del efecto aislante del pelo (Eddy et al., 2001).

No se deben aplicar vendajes, por lo menos 20 minutos antes de obtener las imágenes (Bathe, 2011) o 2 horas según (Yanmaz et al., 2007). Tampoco se deben aplicar soluciones tópicas o sesiones de acupuntura en la zona de la que se quiere obtener imágenes una semana antes del examen termográfico (Eddy et al., 2001).

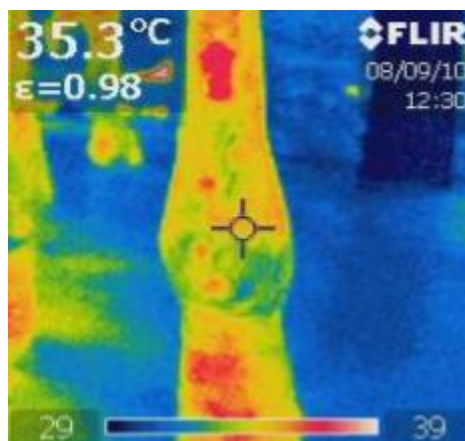
## **Usos de la termografía**

### **Termografía en equinos**

La termografía en équidos es una de las técnicas más innovadoras de diagnóstico no invasivo que permite identificar y documentar una lesión. Los cambios de temperatura en los patrones de circulación pueden indicar serios problemas, lesiones y claudicaciones. (López, 2010). La termografía infrarroja es un método rápido para detectar regiones corporales con aumento de temperatura, ya que genera una imagen de gradientes térmicos en tiempo real. Puesto que el calor es el principal signo que presentan las infecciones e inflamaciones, podemos usar la termografía para detectar estas zonas en fases iniciales. (Eter, 2009). La

termografía permite una evaluación cuantitativa de temperaturas. La cámara infrarroja mide la temperatura de manera automática, y proyecta una imagen térmica con colores diferentes para distintas temperaturas.

Los puntos calientes, por lo general, se ven directamente sobre la piel que cubre la lesión (Figura 1). Una región con disminución de temperatura, por lo general, se debe a una reducción del flujo de sangre debido a trombosis o tejido de cicatrización.



*Figura 1: Punto caliente. Lesión en la región plantar del metatarso derecho, caracterizado por un aumento de temperatura (color rojo).*

El calor es uno de los signos principales de la inflamación, y puede cuantificarse por medio de la termografía. Todas las funciones metabólicas producen calor como resultado del consumo de energía y cada área tiene un grado de calor característico (Muir y Colaham, 1998). En condiciones normales, la emisión de calor es mayor en áreas de flujo sanguíneo rápido (por ejemplo el rodete coronario). En situaciones patológicas, el calor es mayor en contusiones, inflamación y células malignas cuando se encuentran en división rápida (Eter, 2009).

Cuando hay una elevación de la temperatura de 1°C más de lo normal en comparación con el miembro colateral, se debe a una lesión y se le denomina “punto caliente”. La inflamación también puede representarse por un “punto frío” si un área está rodeada por zonas con temperatura aumentada. Esto puede atribuirse a edemas, disminución de la circulación capilar, trombosis capilar local y efectos locales de las sustancias vaso activas. Por ejemplo, grandes áreas de un dermatoma pueden estar más frías de lo normal debido a la presión o a la irritación sufrida por las fibras nerviosas eferentes. Esto conduce a una sobreactividad del sistema simpático, vasoconstricción y disminución de calor a lo largo del miembro afectado. Lo mismo puede suceder en los nervios periféricos y las áreas distales de la lesión. Estos cambios térmicos pueden evidenciarse dentro de las primeras 16 horas

posteriores a la lesión. Las lesiones fibrosas crónicas pueden ser más frías debido a la interferencia vascular. La comparación con las áreas contralaterales es útil porque hay un alto grado de simetría derecha e izquierda en la emisión de calor y también entre la porción distal del carpo y del tarso de los miembros torácicos y pélvicos.

Hay factores que afectan la interpretación de los termogramas y que se deben de tener en cuenta para llegar al diagnóstico. Principalmente son: cicatrices, engrosamientos o mayor longitud del manto piloso, quemaduras, ungüentos, ampollas, vendajes, anestésicos locales, tranquilizantes o corrientes de aire. No se debe recortar el pelo del área a explorar, porque la piel expuesta nos va dar una temperatura diferente a la del miembro que no se le ha rasurado el pelo (Muir y Colaham, 1998). Sí que conviene retirar el exceso de suciedad como el barro que se acumula en la parte distal de las extremidades.

Los cambios en los patrones térmicos indican anomalías localizadas pero no su causa o tipo. Una buena historia clínica del animal y el conocimiento de la anatomía local facilitan el diagnóstico (Muir y Colaham, 1998). Para alcanzar un diagnóstico preciso y un examen completo, es necesario que se cumpla la simetría termal: se compara un área anatómica con la misma área pero del otro extremo. Por ejemplo: el lado medial de un miembro con el otro. (Eter, 2009).

### Recuerdo fisiológico

Los tejidos del sistema músculo esquelético mantienen un equilibrio fisiológico constante. Al romperse dicho equilibrio, la capacidad de resistencia de un tejido es superada por un exceso de demanda física, lo cual, induce la disminución de la función tisular y la presentación de un daño en la estructura del tejido que se traduce como una lesión.

La inflamación y el dolor son los principales signos clínicos que se presentan cuando existe una lesión en un tejido, ya sea de tipo articular, ligamentosa, tendinosa o muscular (Mc Mullan, 1998).

La claudicación es la manifestación clínica más evidente del dolor en un miembro, ya sea por el efecto de compresión a terminaciones nerviosas durante un proceso inflamatorio o por un traumatismo directo a los tejidos (Mc Mullan, 1998).

### Ventajas y desventajas de la termografía equina

Un *termograma normal* no significa que el paciente no tenga una lesión que le provoque dolor. El dolor es una sensación totalmente subjetiva y no puede ser por lo tanto



observada o medida objetivamente. Un termograma normal indica que no hay evidencia de lesión subyacente nerviosa, muscular, inflamatoria o de tejidos blandos, lo suficientemente importante como para producir calor (Torres et al., 1997).

Un *termograma anormal* sugiere que existe un trastorno o lesión subyacente, el cual puede estar relacionado con el proceso patológico del paciente. El termograma revela una determinada condición, en el momento específico en el que el estudio se realiza. Sobre la base de este estudio no se puede determinar cuando ocurrieron los hallazgos anormales (Torres et al., 1997).

La alteración del termograma nos indica de manera clara que una lesión nos produce el patrón térmico anormal. Para hacer una comparación más precisa, sería interesante realizar previamente un termograma normal de la zona a examinar. Si aparece una diferencia en la temperatura antes y después, es posible sugerir con cierta seguridad, de acuerdo con la historia clínica del paciente, que la anomalía térmica se debió a la lesión, pero no se puede utilizar como prueba de esta (Torres et al., 1997).

### **El patrón térmico del caballo**

El patrón térmico está determinado por la circulación local y el flujo sanguíneo relativo en el área. El calor suele seguir el curso de los vasos sanguíneos (Bathe, 2011), aunque la sangre de las venas es más caliente que las arterias debido a que están drenando la sangre de las áreas metabólicamente activas (Yanmaz et al., 2007). En un examen de la extremidad distal normal, la banda coronaria es la parte más caliente de la imagen ya que en dicho lugar está el plexo arteriovenoso (Yanmaz et al., 2007). También se conoce un ajuste fisiológico que puede ocurrir en la temperatura de la banda coronaria, como el aumento inmediato de temperatura que se observa después de la alimentación del caballo (Redaelli et al., 2011).

La pared del casco se hace gradualmente más fría a medida que se acerca al dedo del pie (Bathe, 2011). La ranilla aparece como un área más cálida y el área que hay entre los bultos del talón parece más caliente que las zonas cercanas a ellos (figura 2).



*Figura 2. En la imagen se puede observar como a medida que se acerca al dedo del pie, el casco se vuelve más frío (de color azul oscuro). Al contrario, que si se acerca hacia la corona que se vuelve más caliente.*

La parte dorsal de la extremidad distal, metacarpo, cuartilla y la región del menudillo aparece relativamente fría, ya que hay menos vasos sanguíneos importantes en esa parte del pie (Turner, 2011). En la región del metacarpo hay una zona más caliente entre el tercer metacarpo y los tendones flexores, debido a la vena media palmar en las patas delanteras y la vena metatarsiana en el miembro posterior (Yanmaz et al., 2007).

Los tendones y en particular los flexores, se ven bilateralmente simétricos y constan de zonas isométricas elípticas en el termograma (Turner, 2011). La temperatura más baja se encuentra en el centro sobre la cara palmar. Las zonas periféricas del carpo y el menudillo son aproximadamente 1°C más frías (Bathe, 2011).

Generalmente, la línea ventral del abdomen, la espalda, el pecho y el área entre las patas traseras son más cálidas (Yanmaz et al., 2007) y las articulaciones tienden a ser más frías que el tejido circundante, excepto cuando un vaso superficial está presente, que pasa por encima de la articulación (Bathe, 2011). Por ejemplo a lo largo de la cara medial del corvejón se puede ver un punto caliente debido a la presencia de la vena safena (Turner, 2011).

### **Las condiciones patológicas**

La termografía puede ser útil como un método diagnóstico para evaluar una cojera ya que, como una herramienta de diagnóstico, las diferencias de 1°C o más entre dos regiones simétricas indica inflamación. También una disminución de la temperatura (punto frío) es un dato importante. Por esta razón, según (Turner, 2011) la termografía se podría aplicar como método de diagnóstico por imagen en la detección o prevención de lesiones, especialmente durante el entrenamiento de los caballos.

## El pie

La región del pie es una de las áreas donde el uso de la termografía tiene más aplicaciones (Bathe, 2011).

Los caballos con signos leves de inflamación profunda o con resultados positivos a las pinzas para evaluar el dolor en el casco, son los mejores candidatos para realizar un examen termográfico. También podría ser útil para identificar la lesión en su fase temprana o cuando los hallazgos radiológicos son cuestionables. También se puede utilizar para detectar numerosos problemas de los pies tales como laminitis, enfermedad del navicular, abscesos, etc. (Eddy et al., 2001).

En los cascos de laminitis, los cascos presentan una pérdida del patrón normal de la temperatura iniciándose en la banda coronaria, la cual generalmente es más caliente en 1-2°C que el resto del casco (Yanmaz et al., 2007). Cuando un caballo tiene un episodio de laminitis hay un aumento de la temperatura de la pared y el calor aparece distribuido por igual. Durante la fase de desarrollo de la laminitis, hay cambios en las imágenes termográficas sin que aparezca ningún signo clínico lo que resulta muy útil para avanzar en el diagnóstico. En la laminitis crónica puede haber áreas de disminución de la temperatura en la cara dorsal de la banda coronaria que, en opinión de Bathe (2011), podría ser un indicador de pobre pronóstico para la recuperación del casco. Los caballos con laminitis crónica en contraste con otras condiciones inflamatorias, se caracterizan por una reducción en el flujo sanguíneo en el casco con una disminución de la temperatura (Eddy et al., 2011). Esta situación podría originar un patrón de imagen normal o una imagen más fría en la región del talón.

La infección de la banda coronaria generalmente resulta en un aumento de la temperatura, y también se encuentra este incremento en hematomas subsolares o callos (Bathe, 2011). Sin embargo, en algunas situaciones un absceso, antes de drenar, podría aparecer como una zona relativamente fría, debido a la presión que ejerce el absceso y que hace disminuir la circulación de la sangre en el área donde la infección está localizada (Turner, 2011).

Después del ejercicio, la temperatura normal del pie del caballo se incrementa 0,5 ° C. Por el contrario, el 40% de los caballos con el síndrome de dolor en la cara palmar del pie, no tiene un aumento de temperatura por termografía (Turner, 2011), lo cual se puede deber a la disminución de la carga en el área en lugar de una enfermedad isquémica (Bathe, 2011).

La termografía también serviría para identificar un desequilibrio en el pie. Si un caballo herrado está trotando sobre una superficie dura y se toma una fotografía termográfica inmediatamente después, el lado con la mayor carga aparece más cálida. Con un desequilibrio medio-lateral, aumentará la temperatura de la cara medial de la banda coronaria (Bathe, 2011).

### Las articulaciones

La inflamación aguda de vez en cuando puede dar un aumento en el patrón de calor, pero la termografía de las patologías crónicas generalmente no se detectan. Los primeros signos de la inflamación articular, se pueden apreciar por termografía dos semanas antes de que se manifieste la cojera (Bathe, 2011) lo cual supone otra vez una ventaja en el diagnóstico de cojeras y que proporciona importancia como técnica diagnóstica a la termografía.

Cuando se produce la inflamación, en la imagen termográfica se observa una gran área ovalada de forma horizontal de medial a lateral (Turner, 2011), debido a la mayor temperatura de la zona inflamada. Esta área se centra en las articulaciones que se ve mejor utilizando imágenes de la cara dorsal de la misma (Yanmaz et al., 2007).

En el caso de la inflamación en las articulaciones de la extremidad distal, la zona alterada en las imágenes tiene un patrón circular. Aunque no siempre se cumple esta regla, ya que depende de la naturaleza crónica del problema, la participación del componente sinovial, la circulación y la presencia de fragmentos osteocondrales (Turner, 2011).

### Tendones y ligamentos

En el caso de una inflamación del tendón, se podría ver un punto caliente sobre el sitio de la inflamación hasta incluso dos semanas antes de pruebas físicas (como los test de flexión o la palpación) que provoca la hinchazón o dolor (Yanmaz et al., 2007).

Según Bathe (2011) la imagen termográfica tiene una mayor capacidad para detectar lesiones en el tendón y esto podría ser útil en la prevención de daños mayores, adaptando los regímenes de entrenamiento o la modulación de la reintroducción de caballos con tendinitis recurrentes para volver al trabajo. Algunas lesiones de ligamentos tales como desmitis del suspensor del menudillo también pueden producir puntos calientes (Eddy et al., 2001) que se evidencia por la termografía.

Las imágenes de termografía del suspensor del menudillo, deben ser bilateralmente simétricas, donde las regiones cálidas son generalmente la zona medial y lateral debido a la

ubicación de los vasos palmares. La zona palmar normalmente tiene la temperatura más baja, ya que está más lejos de los vasos superficiales.

Según Van Hoogmoed y Snyder (2002) las vistas laterales detectan con mayor precisión las diferencias entre los miembros en comparación con la vista palmar. Esto sólo es posible si la inflamación del ligamento suspensor del menudillo es lo suficientemente grave para que se encuentre reflejada a través de los tendones flexores.

### **Los huesos largos**

La mayoría de los huesos largos están cubiertos por el músculo y no pueden ser fotografiados termográficamente (Bañese, 2011). Sin embargo, la termografía si podría ser útil, en la identificación de la enfermedad del metacarpiano dorsal o sobrecaña que es una periostitis y osteítis que afecta la cara dorsal del tercio medio del hueso metacarpiano y también de fracturas del radio y de la tibia. La enfermedad del metacarpiano dorsal es común en los caballos de carreras jóvenes de dos años en su primera temporada de entrenamiento (Yanmaz et al., 2007), y se divide en tres grados de acuerdo con la gravedad de la enfermedad.

Las imágenes termográficas podrían ayudar a distinguir las lesiones de grado 3 más pronto que una radiografía cuando se produce una fisura de la caña y graves claudicaciones. Las lesiones de grado 2 y 3 no se distinguen fácilmente mediante termografía. Las de grado 1 y 2 se describen por un eje medio con un punto caliente sobre el hueso de la caña dorsal. En el grado 2 el punto caliente no es central y se observa típicamente en las imágenes lateral y medial, además de la vista dorsal. Estas áreas son de 2-3°C más caliente que el tejido cercano (Turner, 2011).

### **Los músculos**

La inflamación asociada con el músculo genera puntos calientes en las imágenes de termografía. Un músculo lesionado afectado con edema e inflamación, puede inhibir el flujo de sangre a través del músculo y generar un punto frío (Yanmaz et al., 2007). Esta imagen puede ofrecer una información importante sobre la lesión muscular, ya que se puede utilizar para localizar el área de inflamación en el músculo o grupo muscular y puede ilustrar la atrofia muscular antes de que sea aparente (Turner, 1996). La causa más importante de la inflamación muscular es la tensión del músculo, debido a un ejercicio intenso. Lo importante es verificar si existe una asimetría derecha-izquierda (Bathe, 2011). Las imágenes comparativas deben ser prácticamente idénticas en el supuesto de no existir lesión. Después de examinar las zonas de

inflamación la termografía puede utilizarse para observar el progreso de la recuperación del músculo lesionado (Turner, 1996).

### Artefactos termográficos

Un artefacto es una imagen o un hallazgo anormal en un procedimiento diagnóstico que no es producido por el problema médico del paciente. Los artefactos termográficos proceden de dos orígenes: el paciente y el equipo termográfico. (Torres et al. 1997)

Los artefactos no intencionados son los que se producen por causa del paciente. La presencia de edema, anomalías de la piel debidas a inflamación, cicatrices, marcas de nacimiento, quemaduras por el sol, rasguños, enfermedades dérmicas, cáncer, etc., producen cambios en los resultados termográficos y deben ser tenidos en cuenta (figura 3). Los tatuajes de identificación no parece que alteren la imagen termográfica. Como ya se ha comentado, el exceso de pelo bloquea la imagen térmica de la piel, dando lugar a una zona de disminución de la temperatura al compararla con la de la piel sin pelo. (Torres et al., 1997).

Una corriente de aire en el lugar donde se lleva a cabo la toma de la imagen dará lugar a una asimetría de la temperatura de la piel, ya que el cuerpo intenta conservar la temperatura en la zona expuesta a la corriente de aire por medio de vasoconstricción.

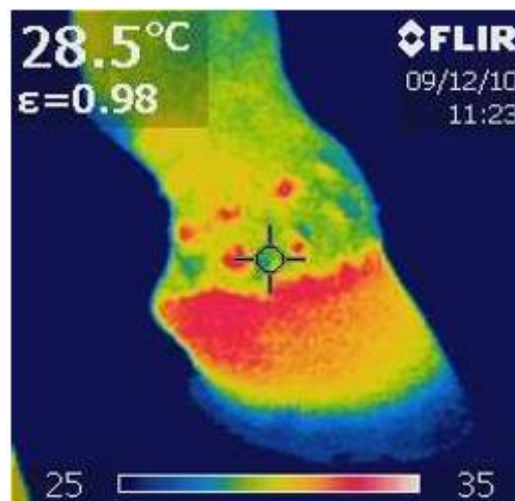
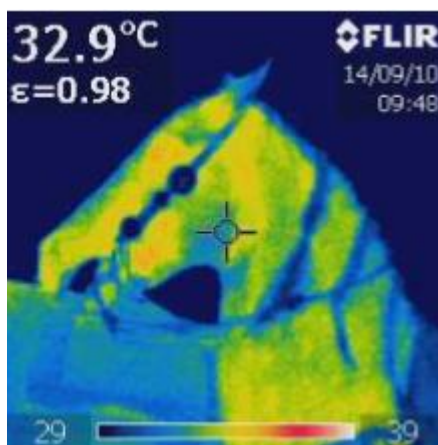


Figura 3. Artefacto por cicatrices por puntos calientes en la región del rodete coronario

La aplicación de un medicamento o vacuna, produce un área de calor que dura cierto tiempo, dependiendo del material inyectado (Torres et al., 1997). No se debe someter al caballo a estudios en los que intervengan inserción de agujas al menos 24 horas antes de la exploración termográfica. Tampoco debe realizarse un estudio termográfico sino han

transcurrido por lo menos 12 horas desde el último tratamiento físico que requiera masaje o aplicación de calor en el área afectadas (Torres et al., 1997).

Los objetos metálicos, como arneses, bocados, cabezadas pueden interferir con la imagen termográfica y por lo tanto deben quitarse antes de hacer la exploración (Figura 4). Los ungüentos, aceites, polvos y otras sustancias aplicadas a la piel pueden cambiar y alterar los resultados del estudio y no deben utilizarse antes del mismo. (Torres et al., 1997).



*Figura 4. Objetos metálicos del freno del equino que alteran la imagen*

Para valorar si una imagen es un artefacto se pueden realizar estudios seriados durante una hora. Un artefacto será transitorio o si la imagen es consistente o no con el paso del tiempo, mientras que la imagen de un hallazgo real, seguirá siendo constante y estará presente durante el tiempo de la exploración. La mayoría de las lesiones oscilan con un incremento o disminución entre 1° y 2° C, mientras que los artefactos producidos por cremas, aceites, etc., dan una mayor diferencia de temperatura entre 3° y 6°C, disminuyendo con el paso del tiempo y pueden reconocerse perfectamente con estudios seriados.

## **JUSTIFICACIÓN**

Las claudicaciones en los caballos son debidas normalmente al dolor procedente de una estructura tendinosa, ligamentosa, muscular, ósea o articular inflamada. Por medio del uso de la termografía se pueden detectar aumentos iniciales de la circulación local debido a procesos inflamatorios, los cuales nos permiten observar diferentes patrones térmicos en las regiones afectadas. Ello permite identificar lesiones antes de que sean evidentes por rayos X o ultrasonido.

La termografía es una técnica muy poco utilizada entre los clínicos de caballos, probablemente debido al desconocimiento que se tiene de su utilidad como herramienta

diagnóstica. La realización de este TFG va a permitir concederle la importancia que realmente tiene en la clínica.

## **OBJETIVOS**

Los objetivos del presente TFG son tres:

1. Realización de termografías en caballos sanos para conocer el patrón de normalidad de las extremidades.
2. Realizar termografías en caballos que presenten patologías, especialmente cojeras.
3. Determinar la utilidad clínica de la termografía para el diagnóstico de las cojeras en caballos.

## **MATERIAL Y METODOS**

Para llevar a cabo este TFG se exploraron 6 caballos de diversas razas ubicados en el picadero Yeguada Aragón (Utebo, Zaragoza) y que presentaban lesiones en las extremidades que les ocasionaban cojeras.

El peso de los caballos se determinó midiendo la circunferencia torácica y la longitud del caballo con una cinta métrica, empleando la siguiente fórmula:

$\text{Peso} = (\text{Circunferencia torácica})^2 (\text{Longitud}) / 11877$ . (Ellis y Hollands, 1998).

A cada uno de los caballos se le tomaron imágenes termográficas de las extremidades y/o casco dependiendo de la patología que padecían. Para esto se utilizó una cámara termográfica InfraCAM FLIR SYSTEM, con la que se tomaron dos vistas termográficas de cada extremidad: Latero-Medial, Dorso Palmar / Dorso Plantar y Palmo Dorsal / Planto Dorsal.

Se recogieron un total de 2 a 4 imágenes por caballo, de las cuales se obtuvo el patrón térmico de las siguientes regiones anatómicas: de los carpos; metacarpo/metatarso; de la articulación metacarpo-falángica; y del casco.

Para estandarizar las condiciones del examen, las imágenes se tomaron por la tarde (16:00-18:00h), por ser en este horario el momento de mejor disponibilidad para los propietarios de los caballos. La exploración y las imágenes termográficas se tomaron en un quirófano de campo en la parte de derribo de los caballos y en campo, dejándolos en reposo durante 15 minutos en la zona donde se iban a tomar las imágenes.

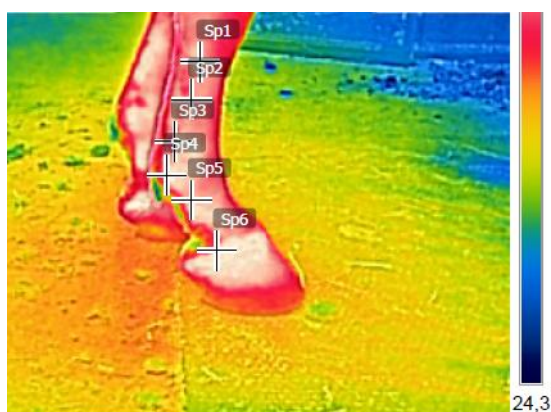


Las imágenes termográficas se pasaron a un ordenador. La temperatura exacta de cada una de las regiones estudiadas se analizaron por medio del software FLIR Systems®. El software proporciona un informe en donde se refleja la temperatura que se quiere medir, la emisividad del punto de análisis y también la imagen termográfica y la fotografía normal.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

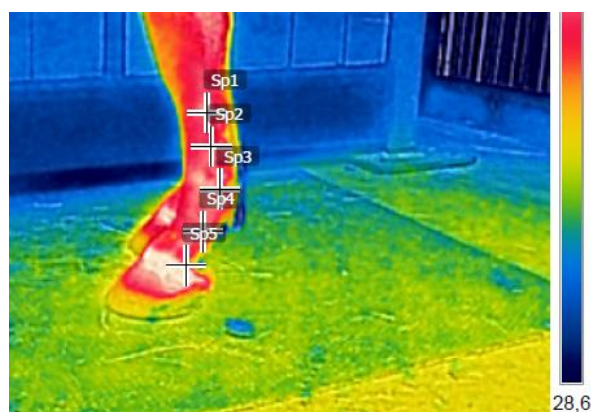
**CASO 1.** Para tener un patrón de termografía normal, se le hizo un examen a un caballo en las mismas condiciones ambientales que en los caballos con cojeras. Se utilizó un caballo cruce de bretón, alazán, de 1,60 m de altura, de 660 kg y de 5 años de edad. No lleva una rutina diaria de entrenamiento, a veces lo sueltan en un picadero para que pueda correr y suele salir un día a la semana enganchado a un carro para pasear durante unas 3 horas. Nunca ha padecido ninguna enfermedad ni ningún tipo de patología del aparato locomotor que pudiera dar lugar a cojeras.

Lado derecho (extremidad anterior)



| Medidas           | °C    |
|-------------------|-------|
| Sp1               | 33,3  |
| Sp2               | 33,3  |
| Sp3               | 33,0  |
| Sp4               | 33,4  |
| Sp5               | 33,7  |
| Sp6               | 34,3  |
| <b>Parámetros</b> |       |
| Emisividad        | 0.95  |
| Temp. refl.       | 20 °C |

Lado izquierdo (extremidad anterior)



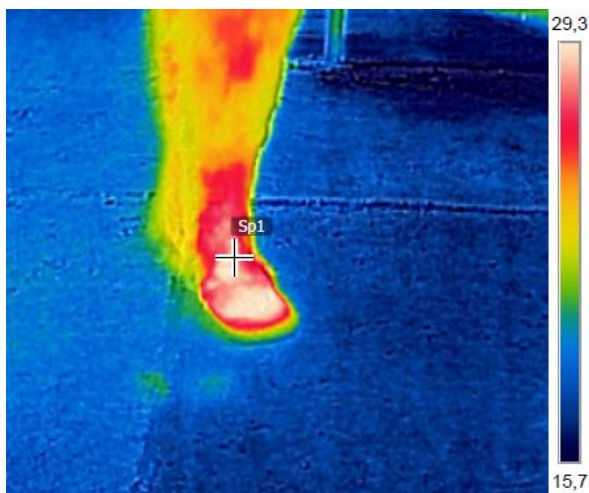
| Medidas           | °C    |
|-------------------|-------|
| Sp1               | 33,8  |
| Sp2               | 33,5  |
| Sp3               | 33,4  |
| Sp4               | 34,0  |
| Sp5               | 33,5  |
| <b>Parámetros</b> |       |
| Emisividad        | 0.95  |
| Temp. refl.       | 20 °C |

*Observaciones:* Comparando ambas extremidades, podemos observar que hay bastante simetría entre ambas, que no hay una diferencia mayor de uno o más grados entre dos regiones simétricas ya que podrían indicar que hay alguna anomalía en el patrón térmico

según (Turner, 2011). Estos valores no se pueden tomar como normales de temperatura del caballo puesto que, como se ha indicado, depende de las condiciones ambientales en donde se toma la termografía.

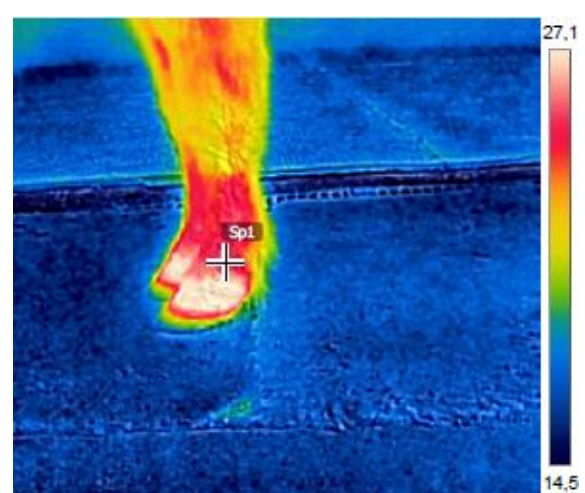
**CASO 2:** Poni alazán de 1,20 m de altura, 90 kg de peso y 14 años de edad. Se utiliza para dar clases de equitación a niños de entre 7 a 10 años. Entrena cuatro días a la semana, en los cuales da clase. Cada clase consiste en darle cuerda durante media hora (15 minutos a cada mano) para calentar, y después ya montado, una clase de una hora. Presenta una cojera observable de la mano derecha tanto al paso como al trote. A la exploración de la extremidad, se palpa una artrosis con picos en la articulación interfalángiana proximal y un aumento de la temperatura que se aprecia al tacto.

Lado derecho (extremidad anterior)



| Medidas     |       | °C |
|-------------|-------|----|
| Sp1         | 28,7  |    |
| Parámetros  |       |    |
| Emisividad  | 0.95  |    |
| Temp. refl. | 20 °C |    |

Lado izquierdo (extremidad anterior)



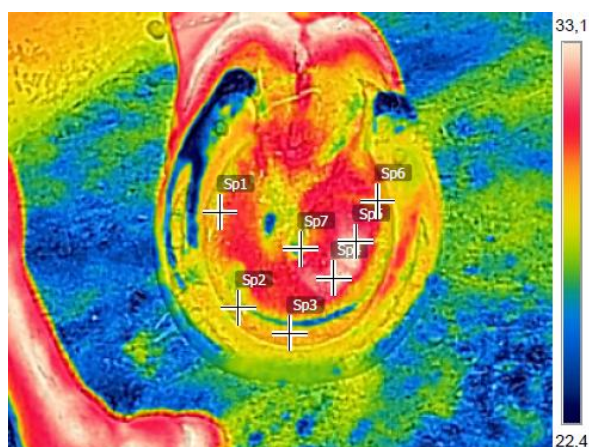
| Medidas     |       | °C |
|-------------|-------|----|
| Sp1         | 22,7  |    |
| Parámetros  |       |    |
| Emisividad  | 0.95  |    |
| Temp. refl. | 20 °C |    |

*Observaciones:* Al comparar la mano derecha con la izquierda, se puede observar un mayor aumento de la temperatura a nivel de la articulación interfalángiana proximal con una diferencia de 6 grados. Según Turner (2011), la diferencia de 1°C o más entre dos regiones simétricas indica inflamación, por lo que la diferencia de 6 grados hallados en este caso demuestra claramente que hay una inflamación que es la que ocasiona la cojera. Esto obedece probablemente a una posible inflamación del cartílago articular con hiperemia lo que nos hace suponer que tenemos una artritis. Por otro lado, la inflamación en las articulaciones suele

tener un patrón circular, pero no siempre se cumple dicha regla ya que depende de la naturaleza crónica del problema, la participación del componente sinovial, la circulación y la presencia de fragmentos osteocondral; que es lo que sucede en este caso (Turner, 2011).

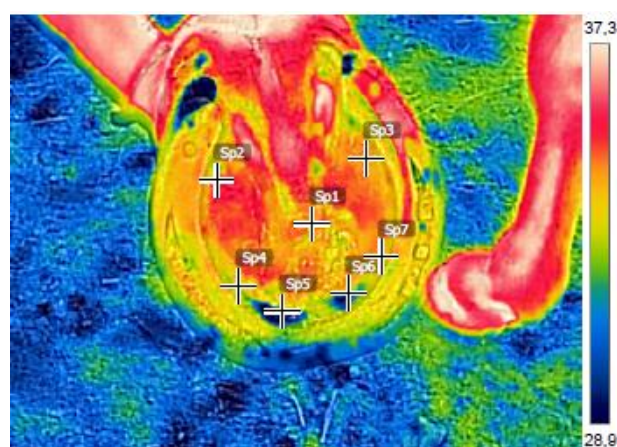
**CASO 3:** Caballo PRE 1,50 m de altura, 450 kg de peso y 15 años de edad. Es un caballo que se utilizaba para doma clásica, pero en el momento actual lo tienen entrenando varios días a la semana pero sin competir, solo para montarlo de vez en cuando en el picadero que tienen en su casa. Tras ser herrado hace 5 días, el propietario observó que cojeaba y no apoyaba bien una de las manos. Para la exploración, se sacó el caballo del box y se puso en una pista de arena para darle cuerda y observar de qué extremidad cojeaba. Tras la observación del caballo en movimiento, tanto al paso como al trote, se confirma que cojea de la mano derecha.

Lado derecho (extremidad anterior)



| Medidas           | °C    |
|-------------------|-------|
| Sp1               | 29,7  |
| Sp2               | 28,9  |
| Sp3               | 29,4  |
| Sp4               | 32,3  |
| Sp5               | 32,5  |
| Sp6               | 29,6  |
| Sp7               | 27,4  |
| <b>Parámetros</b> |       |
| Emisividad        | 0.95  |
| Temp. refl.       | 20 °C |

Lado izquierdo (extremidad anterior)



| Medidas           | °C    |
|-------------------|-------|
| Sp1               | 34,3  |
| Sp2               | 34,8  |
| Sp3               | 34,4  |
| Sp4               | 33,8  |
| Sp5               | 29,9  |
| Sp6               | 32,2  |
| Sp7               | 33,7  |
| <b>Parámetros</b> |       |
| Emisividad        | 0.95  |
| Temp. refl.       | 20 °C |

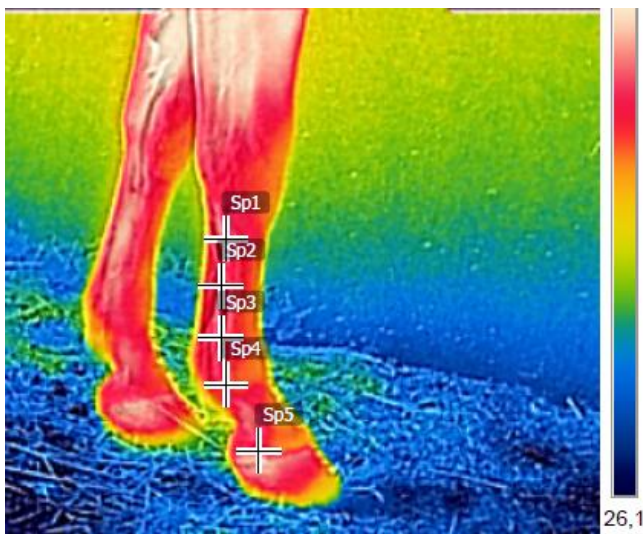
*Observaciones:* Al hacerle el examen termográfico, se puede ver como hay un aumento de temperatura en el casco derecho en la parte inferior y derecha de la ranilla. Se cree que puede haber sido el herrador, que despalmó esa parte de la suela más de lo que debía y llegó al corión de la palma, originando dolor y cojera. Otra posibilidad es una aguada e incluso osteítis plantar. Observando la parte palmar del casco derecho, hay una zona de mayor temperatura que está entre 3-5 °C de diferencia con el resto de puntos del mismo casco.



Comparando la parte palmar de ambos cascos, podemos observar, que en el casco izquierdo no hay ninguna zona más caliente que otra como en el derecho. Sin embargo, las temperaturas que se obtienen son mucho más altas que en el casco derecho. Esto se podría deber porque al tener dolor en el casco derecho, está apoyando más con el izquierdo, y que hace que apoye más haya mayor vascularización en esa zona y por lo tanto más caliente

**CASO 4:** Caballo PRE con una altura a la cruz de 1,55 m, peso 450 kg y 15 años de edad. Antes se utilizaba para doma clásica, entrenaba todos los días varias horas e iba todas las semanas a competición. Tras empezar a cojear, el veterinario le diagnóstico laminitis, la cual se cronificó con el tiempo. Ahora se utiliza solo para salir a pasear una vez a la semana o cada dos, montado, para ir al paso y al trote suave o bien para pasearlo con la cuerda. Todo el día lo dejan suelto en una pista de arena. Le dan cuerda en dicha pista varias veces a la semana. El veterinario que le realizó la radiografía, nos la cedió para que pudiéramos ver cómo estaban las articulaciones y pudiéramos encontrar relación entre las imágenes termográficas y la radiografía.

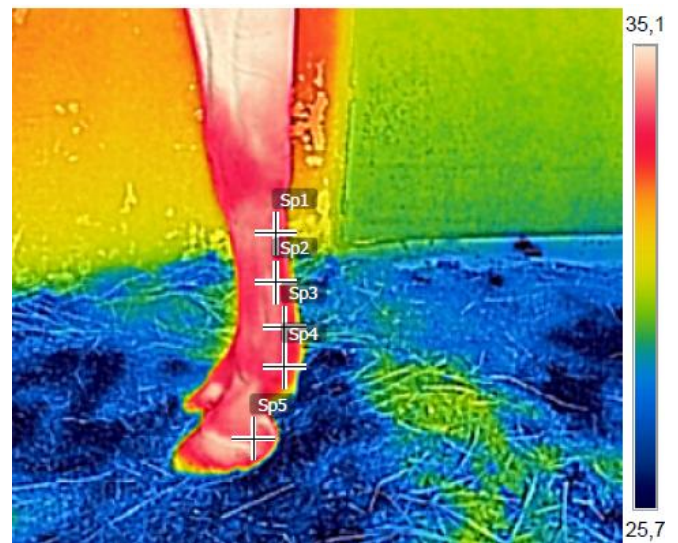
Lado derecho (extremidad anterior)



| Medidas | °C   |
|---------|------|
| Sp1     | 33,6 |
| Sp2     | 33,6 |
| Sp3     | 32,8 |
| Sp4     | 32,7 |
| Sp5     | 33,1 |

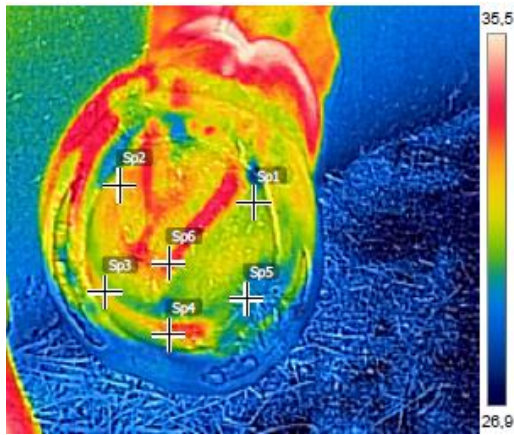
| Parámetros  |       |
|-------------|-------|
| Emisividad  | 0.95  |
| Temp. refl. | 20 °C |

Lado izquierdo (extremidad anterior)



| Medidas | °C   |
|---------|------|
| Sp1     | 32,8 |
| Sp2     | 33,3 |
| Sp3     | 32,7 |
| Sp4     | 32,6 |
| Sp5     | 33,1 |

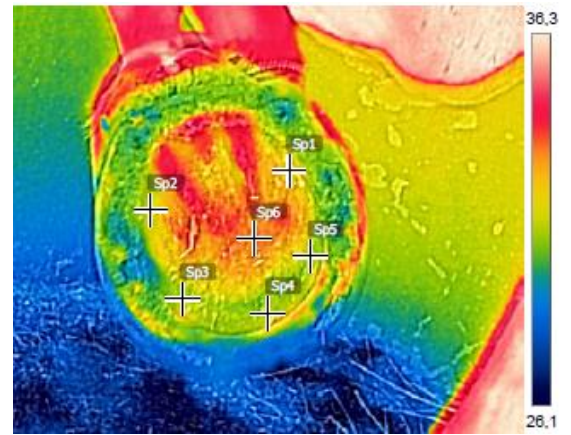
| Parámetros  |       |
|-------------|-------|
| Emisividad  | 0.95  |
| Temp. refl. | 20 °C |



| Medidas | °C   |
|---------|------|
| Sp1     | 30,0 |
| Sp2     | 31,3 |
| Sp3     | 31,4 |
| Sp4     | 32,3 |
| Sp5     | 29,3 |
| Sp6     | 32,6 |

| Parámetros  |       |
|-------------|-------|
| Emisividad  | 0.95  |
| Temp. refl. | 20 °C |



| Medidas | °C   |
|---------|------|
| Sp1     | 31,3 |
| Sp2     | 30,5 |
| Sp3     | 30,2 |
| Sp4     | 30,3 |
| Sp5     | 30,2 |
| Sp6     | 32,4 |

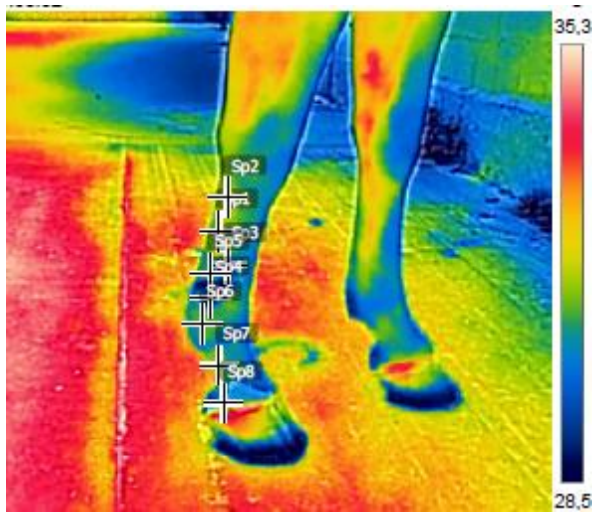
  

| Parámetros  |       |
|-------------|-------|
| Emisividad  | 0.95  |
| Temp. refl. | 20 °C |

*Observaciones:* Al ser una patología crónica, se ve un patrón de temperaturas normal, no se hayan grandes diferencias. No hay ninguna zona que se pueda ver con aumento de temperatura o con algún hallazgo a destacar. Al comparar ambas manos, se puede observar bastante simetría entre ambos cascos y entre ambas extremidades. Esto tiene sentido ya que según (Eddy et al., 2011), los caballos con laminitis crónica en contraste con otras condiciones inflamatorias, se caracterizan por una reducción en el flujo sanguíneo en el casco con una disminución de la temperatura. Según Bathe (2011) no hallar diferencias de temperatura en la termografía del casco en casos de laminitis crónicas es un signo de buen pronóstico en cuanto a la recuperación de la función.

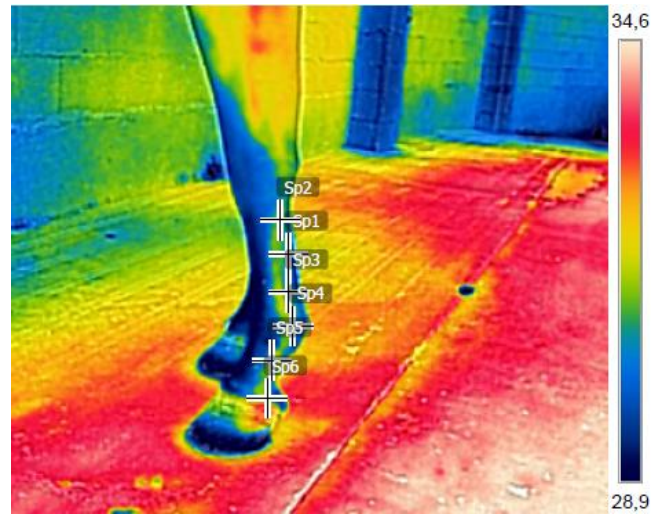
**CASO 5.** Caballo Cuarto de milla con altura 1,49 m, peso 440 kg y 13 años de edad. Lo utilizan para pasear con él un día a la semana enganchado a un carro. No llevan una rutina de entrenamiento o sacarlo todos los días para que haga algo de ejercicio. Cuando lo sacan tras varios días en reposo, observan que el caballo cojea. Ningún veterinario le ha hecho una exploración o examen del aparato locomotor para ver cuál podría ser la causa. Tampoco le han hecho nunca ni una radiografía o ecografía de las extremidades. A la palpación, el caballo tiene dolor en la zona del ligamento suspensor del menudillo de la mano derecha.

Lado derecho (extremidad anterior)



| Medidas           | °C    |
|-------------------|-------|
| Sp1               | 32,5  |
| Sp2               | 32,5  |
| Sp3               | 28,0  |
| Sp4               | 28,7  |
| Sp5               | 32,4  |
| Sp6               | 32,3  |
| Sp7               | 32,4  |
| Sp8               | 31,8  |
| <b>Parámetros</b> |       |
| Emisividad        | 0.95  |
| Temp. refl.       | 20 °C |

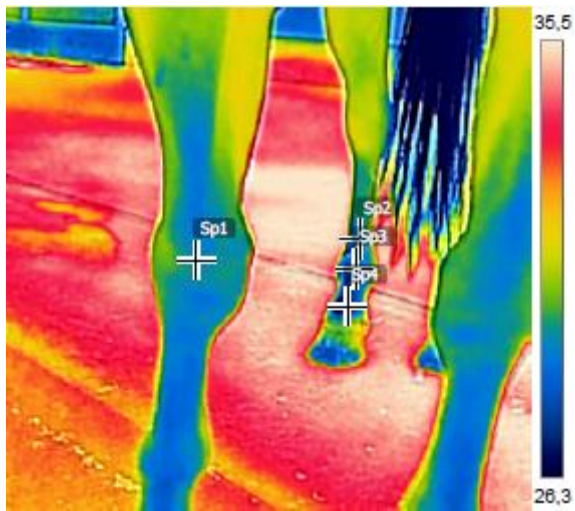
Lado izquierdo (extremidad anterior)



| Medidas           | °C    |
|-------------------|-------|
| Sp1               | 30,9  |
| Sp2               | 31,5  |
| Sp3               | 31,2  |
| Sp4               | 31,5  |
| Sp5               | 31,9  |
| Sp6               | 31,1  |
| <b>Parámetros</b> |       |
| Emisividad        | 0.95  |
| Temp. refl.       | 20 °C |



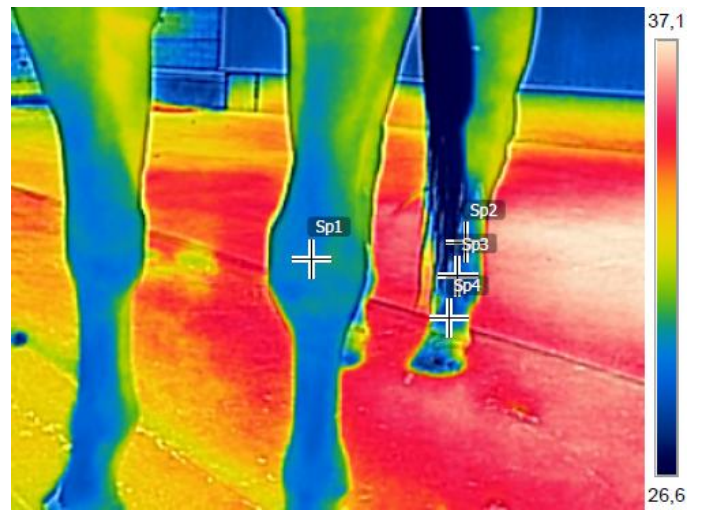
Vista frontal pie derecho



| Medidas | °C   |
|---------|------|
| Sp1     | 30,3 |
| Sp2     | 30,4 |
| Sp3     | 29,1 |
| Sp4     | 25,5 |

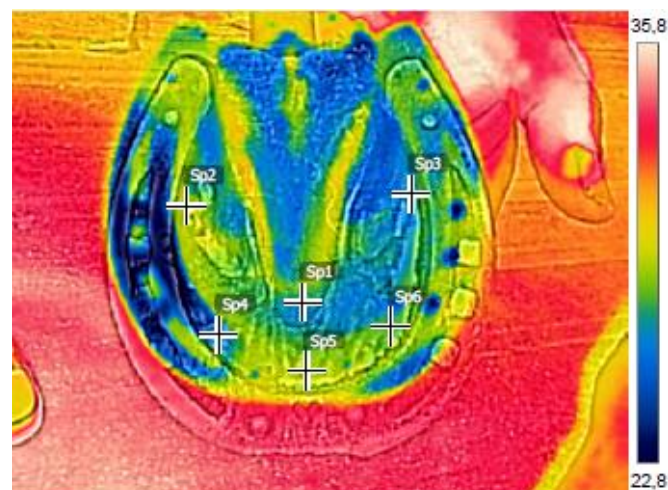
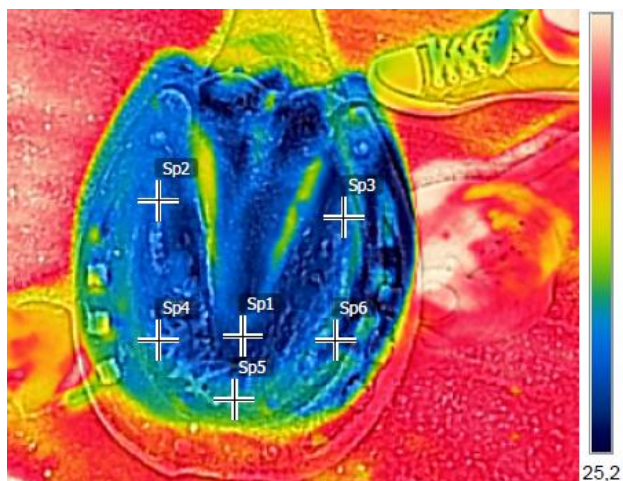
| Parámetros  |       |
|-------------|-------|
| Emisividad  | 0.95  |
| Temp. refl. | 20 °C |

Vista frontal pie izquierdo



| Medidas | °C   |
|---------|------|
| Sp1     | 31,1 |
| Sp2     | 30,4 |
| Sp3     | 29,9 |
| Sp4     | 29,5 |

| Parámetros  |       |
|-------------|-------|
| Emisividad  | 0.95  |
| Temp. refl. | 20 °C |



| Medidas           | °C    |
|-------------------|-------|
| Sp1               | 26,7  |
| Sp2               | 28,3  |
| Sp3               | 28,0  |
| Sp4               | 28,6  |
| Sp5               | 29,5  |
| Sp6               | 27,1  |
| <b>Parámetros</b> |       |
| Emisividad        | 0.95  |
| Temp. refl.       | 20 °C |

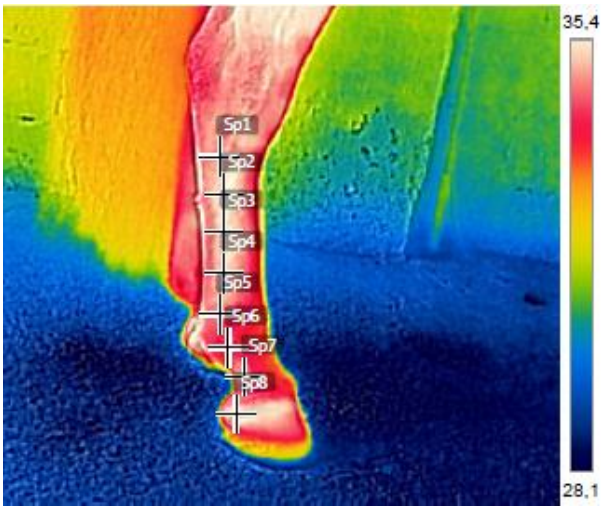
| Medidas           | °C    |
|-------------------|-------|
| Sp1               | 28,8  |
| Sp2               | 30,4  |
| Sp3               | 28,6  |
| Sp4               | 28,2  |
| Sp5               | 30,3  |
| Sp6               | 29,6  |
| <b>Parámetros</b> |       |
| Emisividad        | 0.95  |
| Temp. refl.       | 20 °C |

*Observaciones:* Hay un patrón anormal de temperaturas en la mano derecha a la altura del ligamento suspensor del menudillo un poco más arriba de la articulación metacarpo-falángica. Hay como tres círculos de temperatura fría. Al igual que en el pie izquierdo, desde la vista oblicua se puede observar, que en la cara dorsal del pie, también se puede ver una zona de temperatura fría en la zona de la corona, exactamente hay 4 grados menos que en la extremidad contraria al mismo nivel. La inflamación también puede presentarse como un punto frío y esto se podría atribuir a edemas, disminución de la circulación capilar, trombosis capilar y efectos locales de las sustancias vasoactivas. En este caso, no había edema y el resto de situaciones no lo podemos saber porque no se le han hecho otro tipo de pruebas a este animal. Por otro lado, el patrón circular se corresponde con una inflamación en la articulación (Turner, 2011). Con esta técnica se ha podido localizar de donde viene el problema, pero no podemos afirmar qué tipo de problema tiene.



**CASO 6.** Caballo PRE con altura 1,53, peso 530 kg y 17 años de edad. El propietario sacó al animal del box y lo llevó a su picadero de terreno blando (arena) para darle cuerda. Estuvo 15 minutos dándole cuerda en los cuales el animal en un momento dado se asustó y empezó a patear y saltar. Cuando terminó de darle cuerda, lo devolvió al box. Al día siguiente apareció con los pies edematizados a nivel de cuartilla y caña. El veterinario le mandó reposo en box y fenilbutazona durante un par de días. Tras pasar estos días, le indicó que le diera paseos para que el edema se fuera rebajando. Tras desaparecer el edema, el propietario lo volvió a montar y notó que cojeaba. El veterinario lo observó al paso y al trote y determinó que cojeaba al trote del pie derecho. El test de flexión fue negativo y la exploración sobre tipo de terrenos se comprobó que cojeaba más en terreno blando. A la exploración estática estaba todo bien. El siguiente paso fue hacerle anestésias seriadas, las cuales dieron todas negativas a excepción de la del origen del ligamento suspensor del menudillo. En cuanto al pie izquierdo no presentaba cojera. Se le hizo una ecografía del pie derecho y el veterinario dijo que tenía una lesión en el origen del ligamento suspensor del menudillo. Tras varios días con tratamiento y que mejoraba el pie derecho, se edematizó el pie izquierdo, así que el veterinario decidió hacerle una ecografía para ver por qué había dado negativo en las anestésias y ahora se edematizaba. Tras hacerla, determinó que tenía una tenosinovitis y tendinitis en el tendón del músculo flexor digital profundo (hacia mitad de caña), que fue el día que se tomaron las imágenes termográficas.

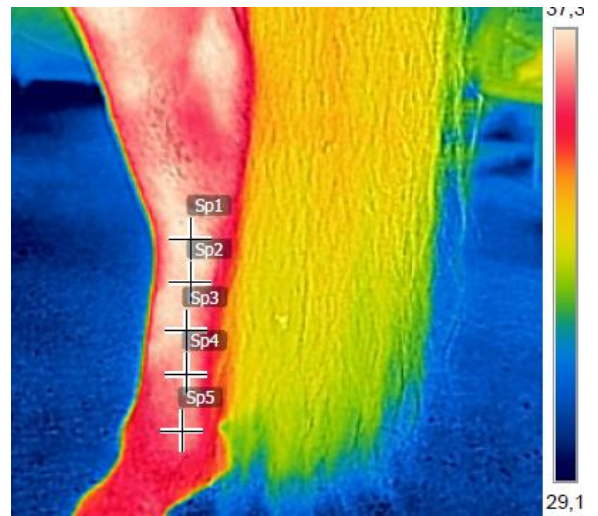
Lado derecho (extremidad posterior)



| Medidas | °C   |
|---------|------|
| Sp1     | 34,6 |
| Sp2     | 35,5 |
| Sp3     | 35,2 |
| Sp4     | 35,0 |
| Sp5     | 34,5 |
| Sp6     | 33,3 |
| Sp7     | 34,5 |
| Sp8     | 35,4 |

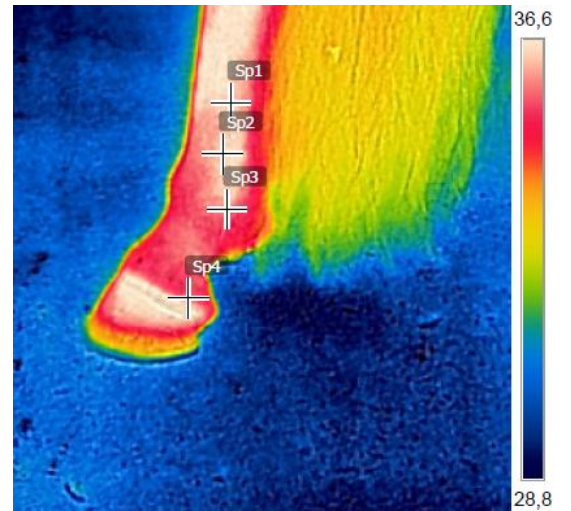
| Parámetros  |       |
|-------------|-------|
| Emisividad  | 0.95  |
| Temp. refl. | 20 °C |

Lado izquierdo (extremidad posterior)



| Medidas | °C   |
|---------|------|
| Sp1     | 37,3 |
| Sp2     | 36,9 |
| Sp3     | 36,8 |
| Sp4     | 36,6 |
| Sp5     | 36,4 |

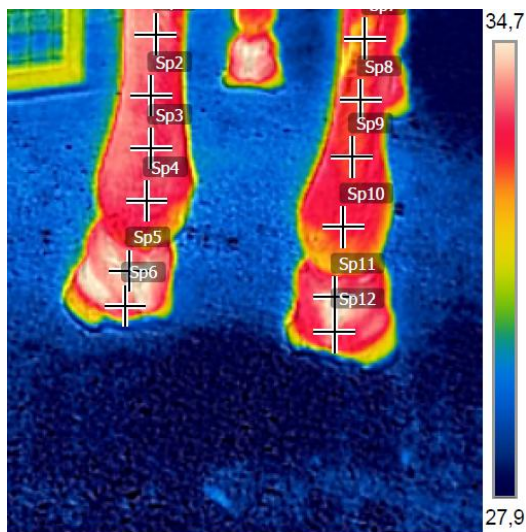
| Parámetros  |       |
|-------------|-------|
| Emisividad  | 0.95  |
| Temp. refl. | 20 °C |



| Medidas | °C   |
|---------|------|
| Sp1     | 36,2 |
| Sp2     | 36,3 |
| Sp3     | 35,6 |
| Sp4     | 35,4 |

| Parámetros  |       |
|-------------|-------|
| Emisividad  | 0.95  |
| Temp. refl. | 20 °C |

## Vista posterior



| Medidas |  | °C   |
|---------|--|------|
| Sp1     |  | 33,4 |
| Sp2     |  | 33,3 |
| Sp3     |  | 33,2 |
| Sp4     |  | 33,2 |
| Sp5     |  | 34,9 |
| Sp6     |  | 33,1 |
| Sp7     |  | 32,2 |
| Sp8     |  | 32,4 |
| Sp9     |  | 32,5 |
| Sp10    |  | 32,9 |
| Sp11    |  | 34,7 |
| Sp12    |  | 33,9 |

| Parámetros  |       |
|-------------|-------|
| Emisividad  | 0.95  |
| Temp. refl. | 20 °C |

*Observaciones:* Comparando ambas extremidades, se puede observar que el pie izquierdo tiene mayor temperatura en todos los puntos que el derecho. Esto es porque la lesión que había en el lado derecho ya estaba tratándose, mientras que el edema era una lesión aguda. La edematización restringida a una parte del cuerpo, en este caso en un miembro, puede ser el resultado de un proceso inflamatorio, y como hemos mencionado anteriormente el principal signo de una inflamación es el calor, el cual puede detectarse mediante termografía (Eter, 2009).

## **CONCLUSIÓN**

1.- En este estudio se ha comprobado que un aumento de temperatura de más de 1°C en dos imágenes simétricas nos indica que puede existir un proceso inflamatorio localizado que debe ser investigado.

2.- La termografía es una herramienta más de diagnóstico por imagen y que nunca debe de usarse por sí sola durante un examen de cojeras que complementa perfectamente el diagnóstico clínico y el examen radiográfico y ecográfico.

## **Conclusion**

1. In this study has shown that an increase in temperatura and more than 1 ° in two symmetrical images tells us that there may be a localized inflammatory process which should be investigated.

2. The termografía is one more tool for diagnostic imaging and that should never be used by itself during a review of lameness that perfectly complement the clinical diagnosis and radiographic examination and ultrasound.

### **VALORACIÓN PERSONAL**

Realizar esta pequeña investigación, me ha ayudado a ampliar mis conocimientos sobre técnicas de diagnóstico por imagen, investigando sobre qué es la termografía, en qué consiste, las utilidades que tiene y las ventajas que ofrece respecto a otras técnicas de diagnóstico. También en saber un poco en qué consiste la investigación clínica y lo que ello conlleva, desde leer artículos y saber manejar la bibliografía, hasta las horas prácticas que requiera dicho estudio.

### **BIBLIOGRAFÍA**

Bathe A. P. (2011). Thermography: Use in Equine Lameness. In Diagnosis and management of lameness in the horse. Edited by Ross M. W., Dyson S. J. pp 266-269.

Eddy A.L., Van Hoogmoed L.M., Snyder J.R. (2001) The role of thermography in the management of equine lameness. The Veterinary Journal, 162, 172-181.

ETER. 2009. Termografía para procedimientos veterinarios. Termografía. <http://www.termografia.com.mx/para-procedimientos-veterinarios.html>. [consultado 30 de agosto de 2015]

Head M. J., Dyson S. (2001). Talking the temperature of equine thermography. The Veterinary Journal, 162, 166-167.

Knizková I., Kunc P., Gürdl G.A K, Pinar Y., Selvi K.C.(2007). Applications of infrared thermography in animal production. J.f Fac. of Agric., OMU,22 (3):329-336.

Latorre J., Surcel P., Barreiro J., Sánchez I., Davinis M., Viver E. (2004). Exploraciones funcionales no invasivas de la circulación venosa de las EE.II. Anuales de Cirugía Cardíaca y Vascul. 10 (5): 294-312.

López G.A. (2010). Uso de la termografía en la Medicina de Equinos. Termografía. <http://www.scribd.com/doc/28409212/uso-de-la-termografia-en-la-Medicina-de-Equinos>. [Consultado 18 de septiembre de 2015]

McMullan W.C. (1998). Enfermedades del aparato musculo esquelético. Medicina y cirugía equina. Vol II. Ed. Intermedica. Buenos Aires,Argentina, pp. 1094-1097.

Muir G. D., Colaham T. P. (1998). Abordaje diagnóstico a los problemas de presentación más frecuentes. Medicina y cirugía equina. Vol I. Ed. Intermedica. Buenos Aires, Argentina.

Turner T.A., Pansch J., Wilson J.H. (2001) Thermographic assessment of racing thoroughbreds. En AAEP Proceedings,344-346.

Turner, T. A. (2007). Use of thermography in equine lameness evaluation. Proceedings of the North American Veterinary Conference, Volume 21,Orlando, Florida, USA.pp 214-216.

Van Hoogmoed L.M., Snyder J.R. (2002). Use of infrared thermography to detect injections and palmar digital neurectomy in horses. Veterinary Journal, 164, 129-141.

Valle E. (2013). Infrared Thermography in Equine and Cattle. Current status and advances in livestock animals and in veterinary medicine. Editado por F. Luzi, M. Mitchell, L. Costa, V. Redaelli. pp 93-99.

Yanmaz L.E., Zafer O., Dogan E. (2007) Instrumentation of thermography and its Applications in Horses. Journal of Animal and Veterinary Advances, 6, 858-862.