



**UBA**  
Universidad de Buenos Aires

**UBA190**  
UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES ANIVERSARIO



**UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES**  
**FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS**

TESINA PARA ASPIRAR  
AL TÍTULO DE  
ESPECIALISTA EN MEDICINA  
DEPORTIVA DEL EQUINO

*“COMPARACIÓN DEL EFECTO DE LA INYECCIÓN DE  
PERÓXIDO DE OXIGENO ECOGUIADO Y OTROS  
TRATAMIENTOS A TRAVÉS DE LA TERMOGRAFIA  
EN EQUINOS”*

AUTOR

*Carlos Roccatagliata M.V.*

TUTOR

José Alberto García Liñeiro M.V – Esp Univ.

**30 de Julio de 2011**

## INDICE

Agradecimientos.....	3
Resumen en castellano.....	4
Summary.....	5
Introducción.....	6
Hipótesis.....	9
Material y métodos.....	10
Resultados.....	11
Discusión.....	26
Conclusiones.....	27
Bibliografía.....	28

## AGRADECIMIENTOS

Dr. Alberto García-Liñeiro por su colaboración tanto en la faz científica, técnica y profesional. Como así también por haber facilitado los instrumentos de medición utilizados para realizar dicha experiencia.

Dra. Teresa Argibay por su colaboración en la realización de los estudios estadísticos.

## RESUMEN

**INTRODUCCIÓN:** Los tratamientos infiltrativos locales en la zona de la columna se han realizado en forma ecoguiada sobre lesiones de los procesos intervertebrales en equinos. La ozonoterapia es una técnica cuya utilidad como técnica analgésica y resolutive ha sido comprobada en medicina humana y veterinaria.

**OBJETIVOS:** determinar los efectos locales del peróxido de oxígeno en zona algidas del m. longissimus dorsi con el fin de determinar alteraciones metabólicas cuantificables a través de la termografías, para comparar sus efectos con tratamientos de magnetoterapia y reposo.

**MATERIALES Y MÉTODOS:** Fueron utilizados 28 equinos de salto cuyo criterio de selección fue la disminución en la amplitud de sus movimientos, con dolor resgistrado por algometria y lesiones ultrasónicas peri articulares sin tratamientos previa al estudio, también fue realizada una evaluación termografica se utilizó en el presente trabajo tres grupos de equinos: Grupo 1: Tratado con ozonoterapia, Grupo 2: Tratado con fisioterapia-magnetoterapia, Grupo 3: Fue usado como testigo sin ninguna terapia aplicada. Los grupos fueron testeados previos a los tratamientos en el grupo 1, 2 y 3; nuevamente a los 4 días y a los 15 días.

**RESULTADOS:** Se analizaron las mediciones obtenidas el día 4, utilizando un análisis de varianza no paramétrico, o test de Kruskal Wallis, ya que los residuos no se distribuyen de manera normal. Al 5%, hay evidencias para decir que alguna de las medidas centrales de las distribuciones de las mediciones, correspondientes a los grupos 1 (infiltrado con O<sub>3</sub>), 2 (fisioterapia + magnetoterapia) y 3 (control), no son iguales ( $p=0,0049$ ). A partir de esto se realiza el test de comparaciones múltiples de rangos, en el que, al 5%, se obtiene que el grupo 1 teniendo distinta media de las mediciones termográficas. Para analizar las mediciones obtenidas el día 15, se utiliza un análisis de varianza paramétrico, ya que los residuos se distribuyen normalmente. Al 5%, hay evidencias para decir que alguna de las medias de las mediciones, correspondientes a los grupos 1 (infiltrado con O<sub>3</sub>), 2 (fisioterapia + magnetoterapia) y 3 (control), no son iguales ( $p=0,0049$ ). A partir de esto se realiza el test de comparaciones múltiples de Tukey, en el que, al 5%, se obtiene que el grupo 1 tiene distinta media de las mediciones termográficas.

**CONCLUSIONES:** Analizando y comparando los valores obtenidos en los tres grupos podemos concluir que el tratamiento realizado con ozono, fue efectivo, mejorando la respuesta metabólica y elevando el umbral de dolor registrado por Algometría, siendo mas evidente en las mediciones del día 4, perdurando su efecto hasta el día 15 (grupo 1) que corresponde a la última medición realizada en el ensayo. A su vez, se observa que la respuesta es superior con respecto a los otros grupos, siendo los grupos 2 y 3 los que prácticamente mantuvieron los promedios similares a los del día 0, o con muy poco resultado (grupo 2) previo a la aplicación del tratamiento.

**INTRODUCTION:** The treatments in the local infiltration of the spine have been performed on an ultrasound-guided form on injuries of the intervertebral procedures in horses. The ozone therapy is a technique whose usefulness as analgesic and solving technique has been proven in human and veterinary medicine.

**OBJECTIVES:** To determine the local effects of hydrogen peroxide in critical zone of m. longissimus dorsi in order to determine measurable metabolic changes through thermography, to compare the effects of magnet treatments and rest.

**MATERIALS AND METHODS:** We used in this study three groups of horses: Group 1: Treated with ozone therapy, Group 2: treated with physical therapy, magnet therapy, Group 3 was used as control without any applied therapy. The groups were tested prior to treatment in group 1, 2 and 3, again at 4 days and 15 days.

**RESULTS:** We analyzed the measurements obtained on day 4, using a nonparametric analysis of variance or Kruskal Wallis test, as the waste is not normally distributed. At 5%, there is evidence to say that some of the key measures of the distributions of measurements for groups 1 (infiltrated O<sub>3</sub>), 2 (physiotherapy + magnet) and 3 (control), are not equal ( $p = 0.0049$ ). From this analysis we perform a test of multiple comparisons of ranks, which, 5%, you get the group 1 having different thermographic measurements averaged. To analyze the measurements obtained on day 15, we use a parametric analysis of variance because the waste is normally distributed. At 5%, there is evidence to say that some of the means of measurements for groups 1 (infiltrated O<sub>3</sub>), 2 (physiotherapy + magnet) and 3 (control), are not equal ( $p = 0.0049$ ). From this analysis we perform the Tukey teste of multiple comparisons, in which, 5%, you get that group 1 has a different half of thermographic measurements.

**CONCLUSIONS:** Analyzing and comparing the values obtained in the three groups we can conclude that the ozone treatment provided was effective, improving the metabolic response and raising the pain threshold algometry registered, being more evident in the measurements of day 4, enduring their effect until day 15 (group 1) that corresponds to the last measurement made in the trial. In turn, we see that the answer is superior compared to other groups, being the groups 2 and 3 the one whose averages remained almost similar to those of day 0, or with very poor results (group 2) prior to treatment application.

## INTRODUCCION

Los efectos metabólicos sistémicos de la ozonoterapia han sido comprobados por distintos autores en diversos modelos experimentales, existiendo referencias en medicina del equino deportivo de su estímulo en la circulación del pie evaluados a través de la termografía. Sus efectos están relacionados a una modificación de las propiedades reológicas de la sangre, mejoramiento del transporte del oxígeno, activación del ciclo respiratorio y la vía de la glicólisis que optimiza la circulación local por mecanismos de activación de la vía óxido nítrico<sup>(16,57)</sup> y por la activación del transporte de oxígeno por incremento del difosfoglicerato (2.3 DPG). Por otro lado la prostaciclina que también es producida por el ozono, actúa en la vaso-dilatación arterial<sup>(57)</sup>. Los tratamientos infiltrativos locales en la zona de la columna se ha realizado en forma ecoguiada sobre lesiones en forma unilateral comprobándose inicialmente aumento de dolor por contracturas localizadas propias de la acción local del gas. Esta situación se ve compensada cuando se aplica la terapia en forma bilateral, desapareciendo la molestia inicial más rápidamente.

En estudios preliminares se ha observado a través de la termografía incrementos de la emisión calórica en la zona infiltrada con ozono en las siguientes 24 a 48 horas, situación que condujo al interrogante si dicha alteración en el termograma estaba vinculada a un efecto propio del ozono infiltrativo o por un efecto mecánico provocado por la inyección de un gas intramuscular. Por este motivo se reemplazo la infiltración bilateral de ozono por una infiltración de ozono en el/los locus dolenti y oxígeno medicinal con el mismo volumen y la misma técnica del lado opuesto con el fin compensatorio descrito, sirviendo este modelo para evaluar los efectos locales del ozono y su eventual correlación con la vasodilatación evaluable a través de la termografía.

La termografía, es la representación pictórica de la temperatura de la superficie de un objeto. Es una técnica no invasiva que mide el calor emitido<sup>(80)</sup>. Se puede utilizar esta técnica, como un medio para detectar cambios en temperatura de la piel y de los tejidos más profundos resultantes, principalmente, de cambios en el flujo de sangre periférica. La inflamación, la atrofia, las neoplasias y las lesiones neurológicas en particular de la inervación autónoma de la piel pueden alterar el flujo sanguíneo local<sup>(82,83,84)</sup>.

El ozono que se utiliza en forma terapéutica es producido por un equipo (Figura 1) de electromedicina, que somete al O<sub>2</sub> a una descarga eléctrica de alto voltaje y alta frecuencia, lo que produce una solución de peróxido de oxígeno (ozono) en oxígeno<sup>(3,54)</sup>, el cual al ser aplicado por distintas vías mejora el metabolismo en forma integral y favorece la circulación sanguínea en los tejidos inflamados, aportándoles mayor cantidad de oxígeno y energía<sup>(4,10,12,13,14)</sup>. El principio básico de la ozonoterapia es elevar el potencial oxidativo de la sangre y aumentar la capacidad de la hemoglobina para transportar oxígeno, debido a que el ozono es un potente oxidante (cede electrones en forma de oxígeno a otras moléculas más reducidas).

Al mismo tiempo, incrementa la concentración de oxígeno en el plasma. La sangre estará más oxigenada, de forma que producirá una superoxia, y cederá más oxígeno a los tejidos<sup>(34,35)</sup>.

Los metabolitos del ozono producidos por la interacción con las membranas celulares son capaces de penetrarlas y allí estimular varios procesos bioquímicos básicos<sup>(17,43,44,45)</sup>. Uno de sus efectos es incrementar la producción de 2,3 DPG, el cual se sabe que facilita la liberación de oxígeno en los tejidos a partir de la oxihemoglobina<sup>(31,33)</sup>. De esta manera los glóbulos rojos cuando pasan a través de los micro capilares de los tejidos de la sección arterial a la venosa, tienen una capacidad superior para transferir más oxígeno al tejido circundante<sup>(47,56,57,58)</sup>, lo cual facilita el aporte en los momentos de máximo esfuerzo deportivo. Algunos estudios realizados en caballos de deporte han demostrado que también disminuye la producción de ácido láctico incrementando así el rendimiento de estos animales<sup>(12,34, 50,52)</sup>.

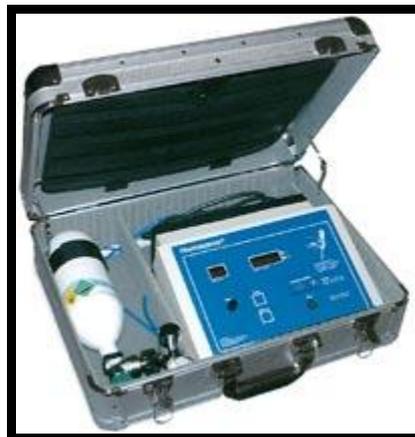


Fig. 1 Equipo de ozono

La acción del ozono se explica en el hecho de que, tras ser liberado por la hemoglobina en los tejidos, provoca la aparición de metabolitos procedentes de la ruptura de cadenas de los ácidos grasos insaturados que son capaces de penetrar las membranas celulares. La llegada de tales moléculas en esta fase produce la activación de la glutatión peroxidasa, que las reduce a alcoholes, a expensas del glutatión reducido (GSH), el cual es, a su vez, oxidado a glutatión disulfuro (GSSG)<sup>(4, 25, 29)</sup>.

Para neutralizar el estrés oxidativo, la relación GSH/GSSG en el citoplasma se mantiene por la glutatión reductasa activada, acoplada con el sistema NADPH/NADP. Así, ocurre proporcionalmente un aumento correspondiente de la producción de NADPH, acelerándose de este modo la producción de ATP, causando un incremento de la disponibilidad de energía para las células. Por los motivos descritos los caballos tratados con ozono presentan niveles más elevados de GSH, GSSG y hierro total en los fluidos de los epitelios pulmonares<sup>(27, 37)</sup>.

Como es sabido, la circulación es afectada por distintas entidades inflamatorias agudas y crónicas situación que conduce a rémora sanguínea y a un déficit metabólico que puede autoperpetuar las lesiones. En la enfermedad circulatoria la aglutinación de células rojas obstaculiza el flujo sanguíneo a través de los capilares pequeños y disminuye la captación de oxígeno a través de las células rojas por la reducción de su superficie de área <sup>(23,24)</sup>. El ozono reduce y elimina la aglutinación y recupera la flexibilidad <sup>(33)</sup>, por consiguiente incrementa la capacidad de conducción de oxígeno. Mejora la viscosidad de la sangre y también lleva más oxígeno a los tejidos. La prostaciclina que también es producida por el ozono, actúa en la vaso-dilatación arterial <sup>(57)</sup>.

Por otro lado se activa la micro circulación por incremento del Difosfoglicerato (2.3 DPG). Además se estimula la liberación de barredores de radicales libres de oxígeno (superóxido dismutasa, catalasa, glucosa 6 fosfato deshidrogenasa) <sup>(18, 27, 28, 29, 30, 31, 39)</sup>.

También disminuye la agregación plaquetaria <sup>(8)</sup> y se ha determinado que produce un incremento el cortisol plasmático <sup>(50)</sup>.

El ozono también estimula la producción de enzimas que actúan en las paredes celulares y sobre los radicales libres. Esto aumenta la producción energética en las células por reacciones bioquímicas complejas <sup>(22, 25,26, 43)</sup>.

### **HIPOTESIS**

**LA INYECCION DE PERÓXIDO DE OXIGENO EN ZONA ALGIDAS DEL M. LONGISSIMUS DORSI PRODUCE ALTERACIONES METABÓLICAS CUANTIFICABLES A TRAVÉS DE LA TERMOGRÁFIAS CON EFECTOS SUPERIORES A TRATAMIENTOS DE MAGNETOTERAPIA Y REPOSO Y CON CORRELACIÓN CON LOS EFECTOS ANALGÉSICOS.**

### **OBJETIVO PRIMARIO**

Realizar un estudio comparativo del efecto estimulante metabólico de la inyección de ozono respecto a otros tratamientos, cuantificados a través de la termografía

### **OBJETIVO SECUNDARIO**

Realizar un estudio comparativo de la correlación entre este efecto metabólico y el efecto analgésico cuantificable a través de la algometría

## MATERIALES Y MÉTODOS

Fueron utilizados 28 equinos de salto equinos afectados a una investigación vinculada al efecto de la ozonoterapia como técnica de rehabilitación en artropatías intervertebrales,

En los 28 caballos se consideró como criterio de selección disminución de la amplitud de los movimientos, dolor local mas algometria en puntos gatillo, y con lesiones ultrasonográficas compatibles a una proliferación peri articular dorsal sin tratamientos previos en ningún caso.

Todos los caballos tuvieron una evaluación termográfica previa antes de los tratamientos y una algometria en los puntos gatillo, considerándose dolor a los valores por debajo de los 10 kgf-cm<sup>2</sup>. La evaluación termográfica consistió en la realización de cuatro mediciones: craneal-derecha, craneal-izquierda, caudal-derecha y caudal-izquierda. A los fines del análisis estadístico se utilizaron los promedios de estas mediciones.

Se dividen en 3 grupos, de los cuales

**grupo 1 (n:10caballos-problema)** se lo somete a 1 infiltración en forma ecoguiada con peróxido de oxígeno (ozono) a concentración de 40 µg/100ml, inyectando 10 cm<sup>3</sup> por punto.

**grupo 2 (n:10 equinos)** solo se lo mantuvo con tratamiento de soporte fisioterápico – magnetoterapia -

**grupo 3** no tuvo tratamientos (n:8 equinos ).

Se realizó 4 días después una termografía de la zona, tomando los 4 puntos de referencia (craneal y caudal en la zona infiltrada), promediándose dichos valores.

Luego los tres grupos reposaron 2 semanas realizándose una termografía y algometría en el día 15, de igual forma que la realizada el día 4.

Este misma población ha sido evaluada a través de termografías con el fin de observar los eventuales cambios metabólicos por inyección de ozono, su mantenimiento en el tiempo y su correlación estadística . (ver capítulo 3 )



Figura : mediciones termográficas

Se utilizó un termógrafo Flyr (Figura 36), con el cual se realizaron dos marcaciones por termograma, uno craneal y otro caudal tanto del lado izquierdo como del lado derecho del equino.

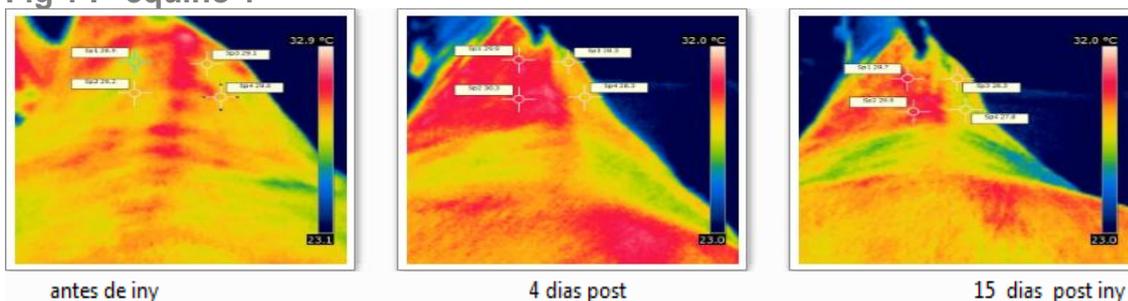
Se realizó 4 días después una termografía de la zona, tomando 2 puntos de referencia, (craneal y caudal en la zona infiltrada), promediándose dichos valores

Luego los tres grupos reposaron 2 semanas realizándose una termografía y algometría en el día 15

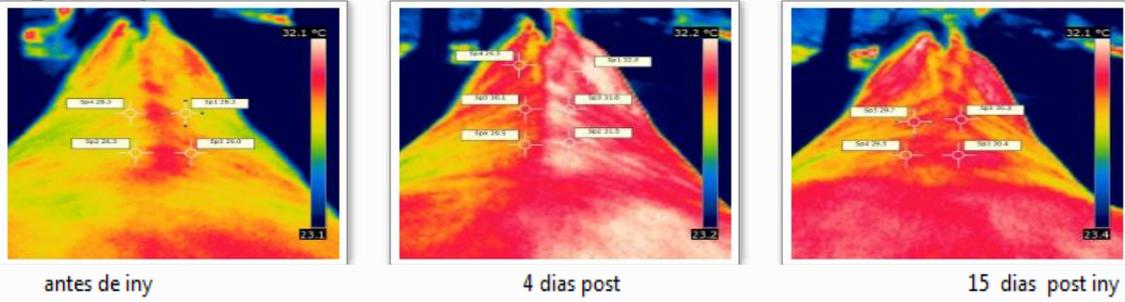
## RESULTADOS:

**En las figuras** ..... Se muestran los termogramas sacados antes de la inyección (fig2), 4 días después después de la inyección (fig.3) y 15 días después de esta (fig.4). tanto mediciones craneales y caudales, a la derecha y a la izquierda sobre el músculo *Longuissimus dorsi*.

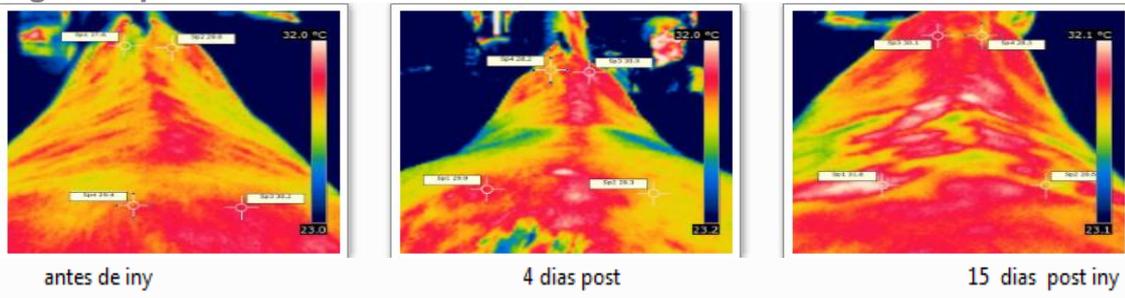
Fig 1 .- equino 1



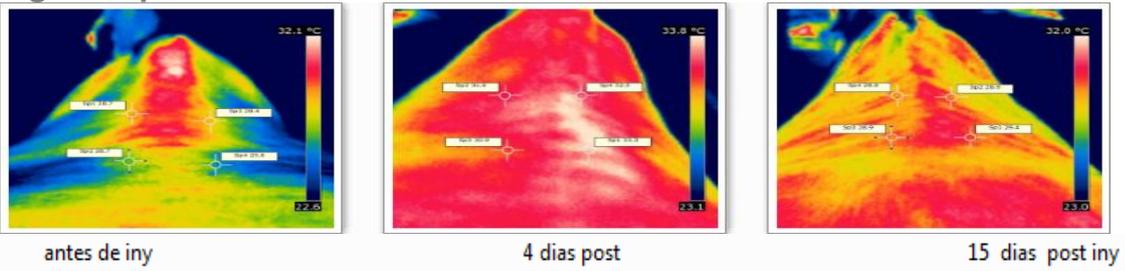
**Fig 2 – equino 2**



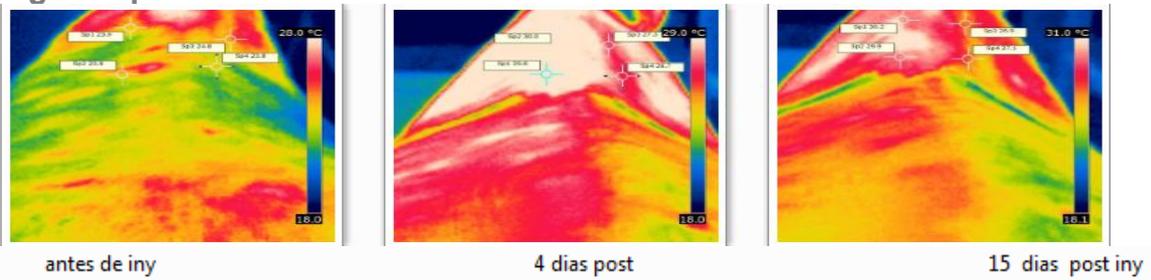
**Fig 3 – equino 3**



**Fig 4 – equino 4**



**Fig 5– equino 5**



**Fig 6– equino 6**

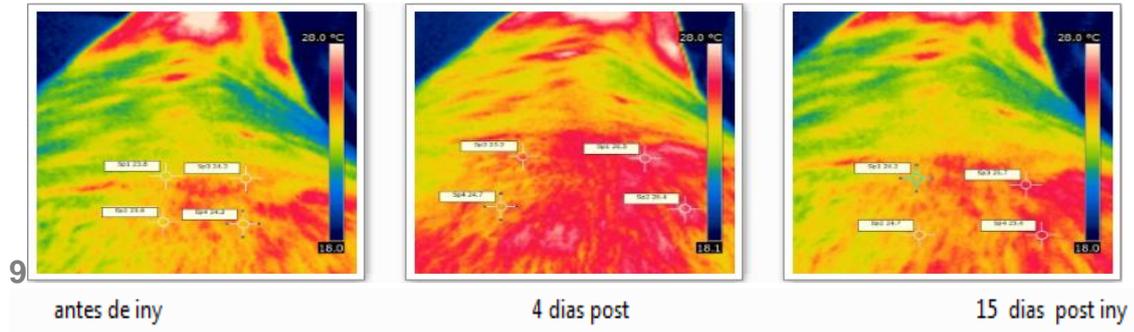


Fig 7- equino 7

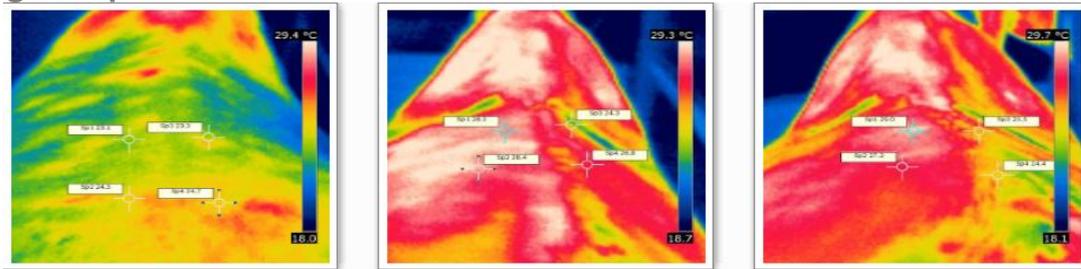


Fig8-equino8

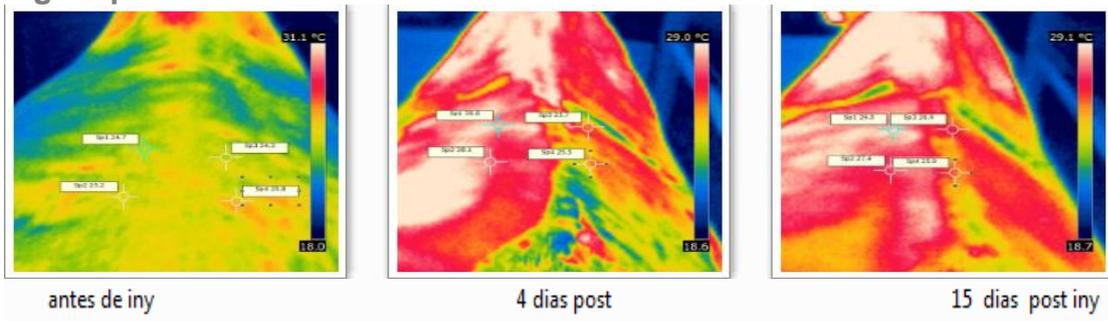


Fig 9-equino 9

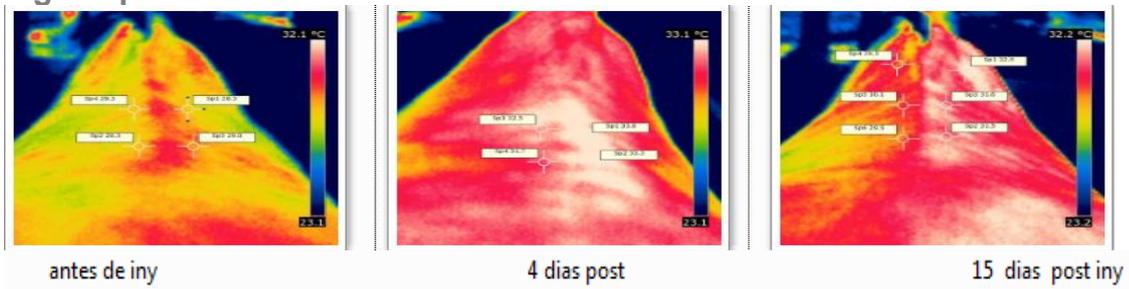
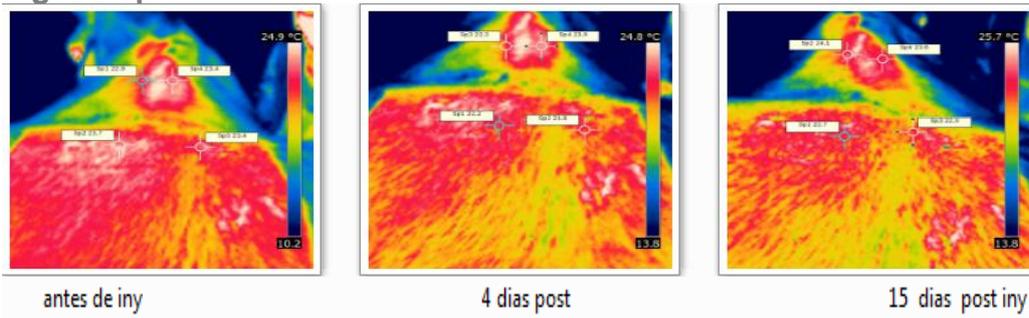


Fig 10-equino 10

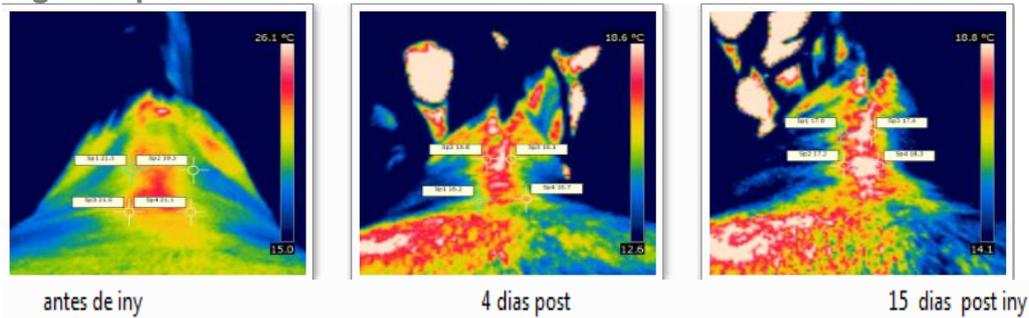




**Fig 19-equino 19**

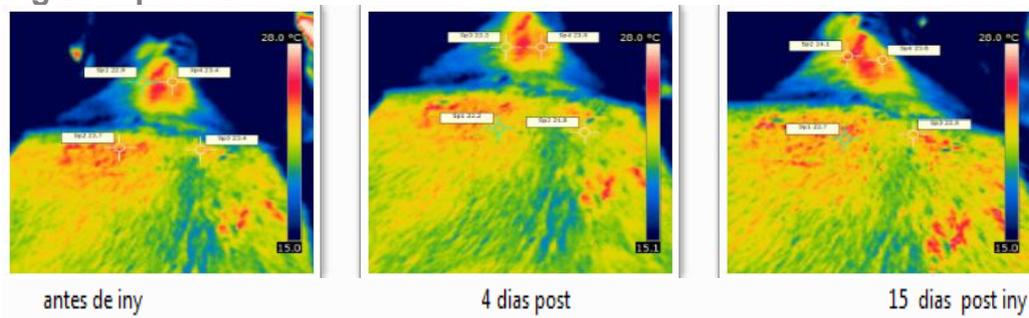


**Fig 20-equino 20**

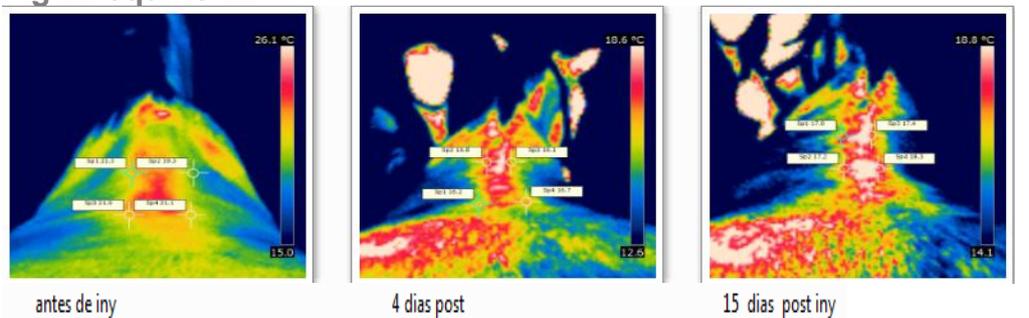


**Fig. 21,22,23,24,25,26,27,28** Nos muestran un ejemplo de los termogramas en equinos sin tratamiento , a los 4 dia y al 15to dia

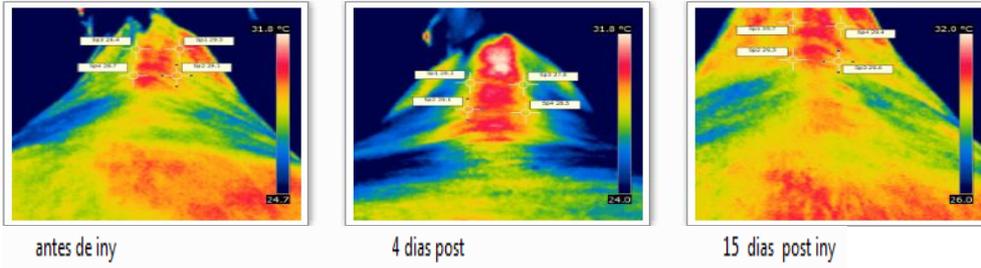
**Fig 21-equino 21**



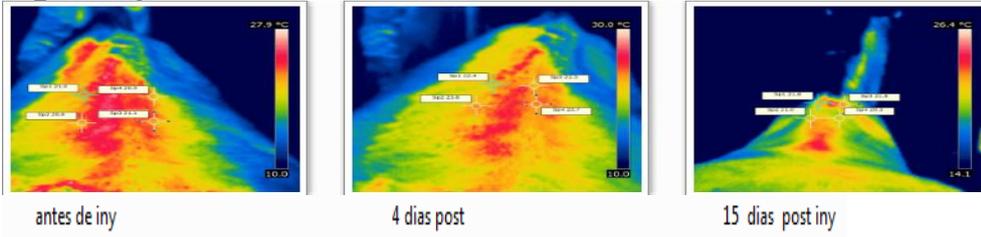
**Fig 22-equino 22**



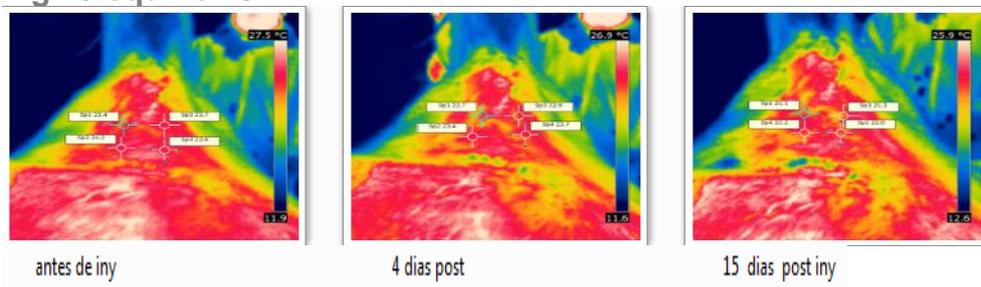
**Fig 23- equino 23**



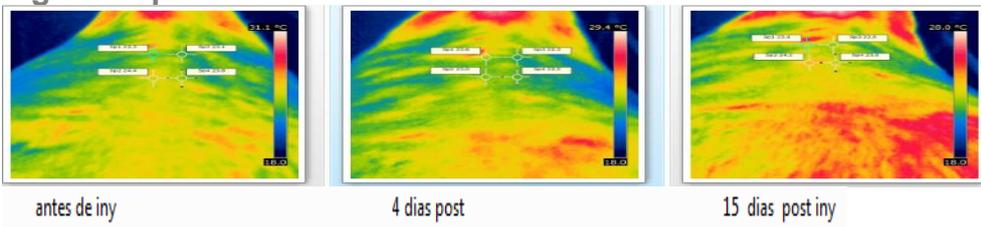
**Fig 24-equino24**



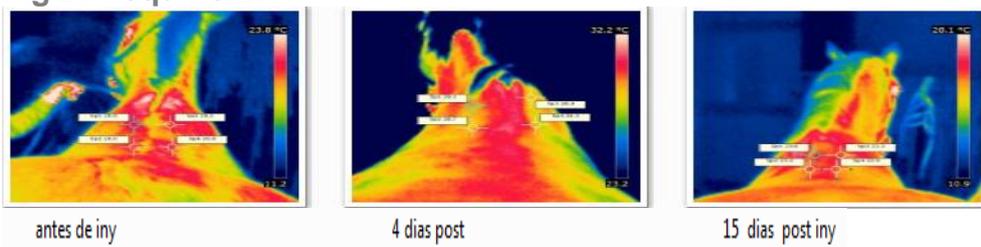
**Fig 25-equino 25**



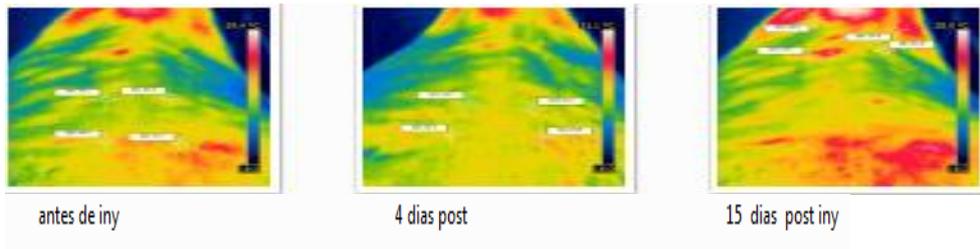
**Fig 26 –equino 26**



**Fig 27 –equino 27**



**Fig 28-equino 28**



**El grupo 1 tuvo valores de algometría negativos, es decir, todos los equinos se negativizaron a la algometría con valores superiores a los 15 kgs**

**El grupo 2 y 3 mantuvieron sus valores por debajo de los 10 kgs situación que define presencia de dolor en la totalidad de los casos ( 18 equinos) .**

**Tabla 1.** El termograma marcó las siguientes temperaturas  
Caballo 1 a 10 - inyección de ozono ecoguiada

<b>CABALLO 1</b>	<b>Zona</b>	<b>Izquierdo</b>	<b>Derecho</b>	<b>Promedio</b>
Pre iny	Craneal	28,3	28,3	28,675
	Caudal	29,1	29	
4 días post iny	Craneal	32,3	32	32,25
	Caudal	32,2	32,5	
15 días post iny	Craneal	30,3	30,3	30,4
	Caudal	30,6	30,4	
<b>Caballo 2</b>				
Pre iny	Craneal	28,9	29,1	29,05
	Caudal	29,2	29	
4 días post iny	Craneal	<29,9	30,0	30,375
	Caudal	30,3	31,3	
15 días post iny	Craneal	29,9	30,1	30
	Caudal	30,1	29,9	
<b>Caballo 3</b>				
Pre iny	Craneal	28,6	28,6	28,425
	Caudal	28,3	28,2	
4 días post iny	Craneal	33,5	33,8	33,575
	Caudal	33,7	33,3	
15 días post iny	Craneal	29,9	29,8	29,9
	Caudal	29,5	30,4	
<b>Caballo 4</b>				
Pre iny	Craneal	28,4	29,1	28,675
	Caudal	28,7	28,5	
4 días post iny	Craneal	30,2	30,5	30,3
	Caudal	30,5	30	
15 días post iny	Craneal	29,9	29,9	29,7
	Caudal	29,8	29,2	

<b>Caballo 5</b>				
Pre iny	Craneal	29,9	29,4	29,625
	Caudal	29,2	30	
4 dias post iny	Craneal	30,5	31,5	31,1
	Caudal	30,2	32,2	
15 dias post iny	Craneal	29,7	29,9	29,875
	Caudal	29,6	30,3	
<b>Caballo 6</b>				
Pre iny	Craneal	28,7	28,4	27,35
	Caudal	26,7	25,6	
4 dias post iny	Craneal	31,6	32,5	32,075
	Caudal	30,9	33,3	
15 dias post iny	Craneal	29,7	29,9	29,225
	Caudal	28,9	28,4	
<b>Caballo 7</b>				
Pre iny	Craneal	29,1	28,3	28,6
	Caudal	28,7	28,3	
4 dias post iny	Craneal	31,7	32,7	32,05
	Caudal	31,1	32,7	
15 dias post iny	Craneal	28,3	30,1	29,425
	Caudal	29	30,3	
<b>Caballo 8</b>				
Pre iny	Craneal	28,2	30,9	29,325
	Caudal	29,9	28,3	
4 dias post iny	Craneal	30,1	28,5	29,75
	Caudal	31,8	28,6	
15 dias post iny	Craneal	27,6	28,8	29
	Caudal	29,4	30,2	
<b>Caballo 9</b>				
Pre iny	Craneal	28,8	29,2	28,8
	Caudal	28,8	28,4	
4 dias post iny	Craneal	29,9	30,2	30,475
	Caudal	30,5	31,3	
15 dias post iny	Craneal	27,4	28,8	28,7
	Caudal	30,1	28,5	
<b>Caballo 10</b>				
Pre iny	Craneal	28,2	28,8	28,175
	Caudal	27,8	27,9	
4 dias post iny	Craneal	29,8	29,4	29,475
	Caudal	29,1	29,6	
15 dias post iny	Craneal	29,1	28,8	28,975
	Caudal	29,1	28,9	

**Tabla 2.** El termograma marcó las siguientes temperaturas  
 Caballo 11 - 20 ultrasonoterapia, mas campos magneticos

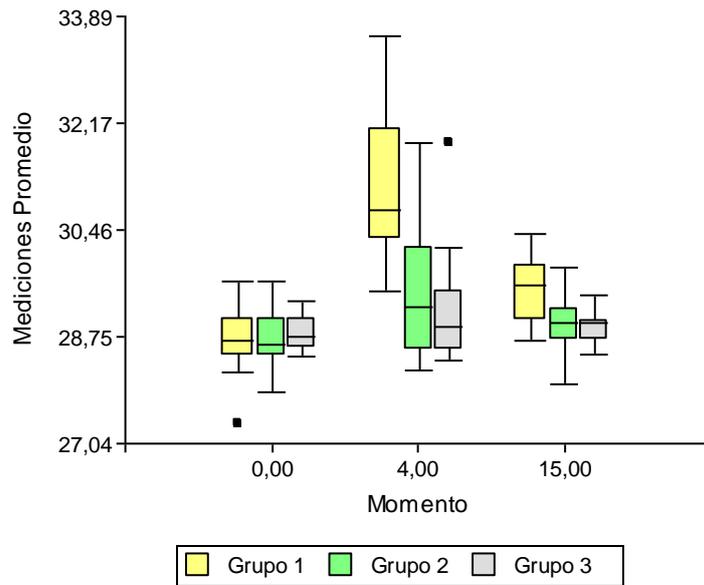
<b>CABALLO 11</b>	<b>Zona</b>	<b>Izquierdo</b>	<b>Derecho</b>	<b>Promedio</b>
Pre iny	Craneal	28,1	28,2	28,575
	Caudal	29,1	28,9	
4 dias post iny	Craneal	29,2	28,1	29,125
	Caudal	29,1	30,1	
15 dias post iny	Craneal	28,4	28,4	28,975
	Caudal	29,1	30,0	
<b>Caballo 12</b>				
Pre iny	Craneal	28,9	29,1	29,05
	Caudal	29,2	29,0	
4 dias post iny	Craneal	29,9	29,1	29,3
	Caudal	29,2	29,0	
15 dias post iny	Craneal	28,8	29,4	29,2
	Caudal	29,5	29,1	
<b>Caballo 13</b>				
Pre iny	Craneal	28,6	28,6	28,425
	Caudal	28,3	28,2	
4 dias post iny	Craneal	29,6	29,6	29,475
	Caudal	29,3	29,4	
15 dias post iny	Craneal	28,4	28,5	28,45
	Caudal	28,5	28,4	
<b>Caballo 14</b>				
Pre iny	Craneal	28,4	29,1	28,675
	Caudal	28,7	28,5	
4 dias post iny	Craneal	28,9	39,1	31,85
	Caudal	29,8	29,6	
15 dias post iny	Craneal	28,6	29,2	28,8
	Caudal	28,7	28,7	
<b>Caballo 15</b>				
Pre iny	Craneal	29,9	29,4	29,625
	Caudal	29,2	30	
4 dias post iny	Craneal	30,5	31,5	31,1
	Caudal	30,2	32,2	
15 dias post iny	Craneal	29,7	29,9	29,875
	Caudal	29,6	30,3	

<b>Caballo 16</b>				
Pre iny	Craneal	27,7	27,4	27,85
	Caudal	28,7	27,6	
4 dias post iny	Craneal	28,7	28,6	28,525
	Caudal	28,9	27,9	
15 dias post iny	Craneal	28,7	27,8	28,225
	Caudal	28,0	27,5	
<b>Caballo 17</b>				
Pre iny	Craneal	29,1	28,3	28,6
	Caudal	28,7	28,3	
4 dias post iny	Craneal	28,7	28,6	28,525
	Caudal	28,9	27,9	
15 dias post iny	Craneal	28,3	30,1	29,425
	Caudal	29	30,3	
<b>Caballo 18</b>				
Pre iny	Craneal	28,2	30,9	29,325
	Caudal	29,9	28,3	
4 dias post iny	Craneal	28,7	28,6	28,525
	Caudal	28,9	27,9	
15 dias post iny	Craneal	27,6	28,8	29
	Caudal	29,4	30,2	
<b>Caballo 19</b>				
Pre iny	Craneal	28,8	29,2	28,8
	Caudal	28,8	28,4	
4 dias post iny	Craneal	28,9	30	30,175
	Caudal	30,5	31,3	
15 dias post iny	Craneal	27,4	28,8	28,7
	Caudal	30,1	28,5	
<b>Caballo 20</b>				
Pre iny	Craneal	28,2	28,8	28,175
	Caudal	27,8	27,9	
4 dias post iny	Craneal	28,8	28,4	28,225
	Caudal	28,1	27,6	
15 dias post iny	Craneal	29,1	28,8	28,975
	Caudal	29,1	28,9	

**Tabla 3.** El termograma marcó las siguientes temperaturas  
Caballo 21 - 28 sin tratamientos

<b>CABALLO 21</b>	<b>Zona</b>	<b>Izquierdo</b>	<b>Derecho</b>	<b>Promedio</b>
Pre iny	Craneal	29,1	28,2	28,575
	Caudal	28,1	28,9	
4 dias post iny	Craneal	28,2	28,1	28,375
	Caudal	29,1	28,1	
15 dias post iny	Craneal	28,4	28,4	28,975
	Caudal	29,1	30,0	
<b>Caballo 22</b>				
Pre iny	Craneal	28,9	29,1	29,05
	Caudal	29,2	29,0	
4 dias post iny	Craneal	29,9	29,1	29,3
	Caudal	29,2	29,0	
15 dias post iny	Craneal	28,8	29,4	29,2
	Caudal	29,5	29,1	
<b>Caballo 23</b>				
Pre iny	Craneal	28,6	28,6	28,425
	Caudal	28,3	28,2	
4 hs post iny	Craneal	29,6	29,6	29,475
	Caudal	29,3	29,4	
15 dias post iny	Craneal	28,4	28,5	28,45
	Caudal	28,5	28,4	
<b>Caballo 24</b>				
Pre iny	Craneal	28,4	29,1	28,675
	Caudal	28,7	28,5	
4 hs post iny	Craneal	28,9	39,1	31,85
	Caudal	29,8	29,6	
15 dias post iny	Craneal	28,6	29,2	28,8
	Caudal	28,7	28,7	
<b>Caballo 25</b>				
Pre iny	Craneal	28,2	30,9	29,325
	Caudal	29,9	28,3	
4 dias post iny	Craneal	28,7	28,6	28,525
	Caudal	28,9	27,9	
15 dias post iny	Craneal	27,6	28,8	29
	Caudal	29,4	30,2	
<b>Caballo 26</b>				
Pre iny	Craneal	29,1	28,3	28,6

	Caudal	28,7	28,3	
4 dias post iny	Craneal	28,7	28,6	28,525
	Caudal	28,9	27,9	
15 dias post iny	Craneal	28,3	30,1	29,425
	Caudal	29	30,3	
<b>Caballo 27</b>				
Pre iny	Craneal	28,2	30,9	29,325
	Caudal	29,9	28,3	
4 dias post iny	Craneal	28,7	28,6	28,525
	Caudal	28,9	27,9	
15 dias post iny	Craneal	27,6	28,8	29
	Caudal	29,4	30,2	
<b>Caballo 28</b>				
Pre iny	Craneal	28,8	29,2	28,8
	Caudal	28,8	28,4	
4 dias post iny	Craneal	28,9	30	30,175
	Caudal	30,5	31,3	
15 dias post iny	Craneal	27,4	28,8	28,7
	Caudal	30,1	28,5	



En el gráfico se observan las distribuciones de los promedios de las mediciones (Craneal Dcha, Craneal Izq, Caudal Dcha y Caudal Izq), correspondientes a los 3 grupos de tratamiento, y a las 3 mediciones realizadas los días 0, 4 y 15. Como puede observarse, en el día 4 las distribuciones son asimétricas, a diferencia del día 15, en el que se observan distribuciones simétricas.

Como es de interés comparar los tratamientos a los 4 días de la aplicación, separadamente de lo que ocurre a los 15 días, es que se toma la decisión de evaluar de manera separada estos momentos.

Se analizaron las mediciones obtenidas el día 4, utilizando un análisis de varianza no paramétrico, o test de Kruskal Wallis, ya que los residuos no se distribuyen de manera normal. Al 5%, hay evidencias para decir que alguna de las medidas centrales de las distribuciones de las mediciones, correspondientes a los grupos 1 (infiltrado con O<sub>3</sub>), 2 (fisioterapia + magnetoterapia) y 3 (control), no son iguales ( $p=0,0049$ ). A partir de esto se realiza el test de comparaciones múltiples de rangos, en el que, al 5%, se obtiene que el grupo 1 tiene distinta media de las mediciones termográficas.

Trat.	Ranks
3,00	10,25 A
2,00	11,15 A
1,00	21,25 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

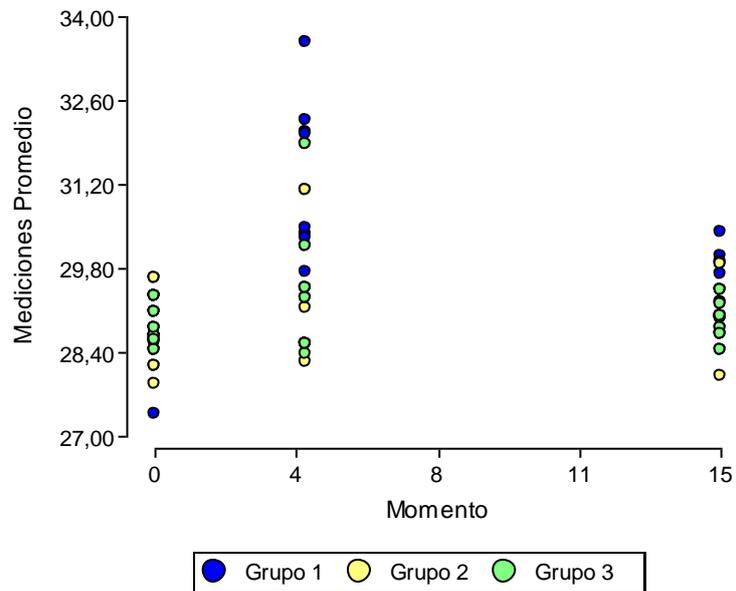
Para analizar las mediciones obtenidas el día 15, se utiliza un análisis de varianza paramétrico, ya que los residuos se distribuyen normalmente. Al 5%, hay evidencias para decir que alguna de las medias de las mediciones, correspondientes a los grupos 1 (infiltrado con O<sub>3</sub>), 2 (fisioterapia + magnetoterapia) y 3 (control), no son iguales ( $p=0,0049$ ). A partir de esto se realiza el test de comparaciones múltiples de Tukey, en el que, al 5%, se obtiene que el grupo 1 tiene distinta media de las mediciones termográficas.

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,55014

Error: 0,2262 gl: 25

Grupo	Medias	n	E.E.	
2,00	28,94	10	0,15	A
3,00	28,94	8	0,17	A
1,00	29,52	10	0,15	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )



En el gráfico anterior se observan las distribuciones de los valores medios de las mediciones termográficas (Craneal Dcha, Craneal Izq, Caudal Dcha y Caudal Izq), correspondientes a los 3 grupos, y obtenidas los días 0, 4 y 15.

## DISCUSIÓN

El mecanismo de acción está relacionado a una modificación de las propiedades reológicas de la sangre, transporte del oxígeno, activación del ciclo respiratorio y la vía de la glicólisis, activando o estimulando los sistemas enzimáticos anti-radicales libres como son el sistema glutatión, catalasa y superóxido dismutasa, aumentando la producción de citoquinas anti-inflamatorias como la interleukina 2, el factor de necrosis tumoral, interferón gamma y linfocitos CD4.

Es importante destacar el efecto analgésico que produce especialmente en aplicaciones locales vinculados al estímulo de la vía IL 10 la cual inhibe a la citoquina IL6 que es la precursora y recicladora de la producción de prostaglandinas inflamatorias dependientes de la COX 2i.

A esto se suma el efecto liberador de cortisol endógeno que potencia el efecto antiinflamatorio, más la mejora la microcirculación vía óxido nítrico y aumenta la producción de antirradicales como la SOD. Se observa en este experimento efectividad no solo clínica, sino también a través la algometría que nos permite evaluar en forma objetiva la disminución del dolor post tratamiento.

## **CONCLUSIONES**

Analizando y comparando los valores obtenidos en los tres grupos podemos concluir que el tratamiento realizado con ozono, fue efectivo, mejorando la respuesta metabólica y elevando el umbral de dolor registrado por Algometría, siendo mas evidente en las mediciones del día 4, perdurando su efecto hasta el día 15 (grupo 1) que corresponde a la última medición realizada en el ensayo.

A su vez, se observa que la respuesta es superior con respecto a los otros grupos, siendo los grupos 2 y 3 los que prácticamente mantuvieron los promedios similares a los del día 0, o con muy poco resultado (grupo 2) previo a la aplicación del tratamiento.

## BIBLIOGRAFIA

- 1) AKEY D.H. - Walton T.E.: Liquid-Phase Study of ozone inactivation of Venezuelan Equine Encephalomyelitis Virus. *Applied And Environmental Microbiology* 50, (4), 1985, 882-886.
- 2) ANCAUX Y. - THIRY E. - PASTORET P.P. - LIGOT J.: Effect of ozone on Infections Bovine Rhinotracheitis Virus (Bovine Herpesvirus). *Annales de Medicine Veterinaire* 126 (4), 1982, 327-333.
- 3) AUBOURG: L'ozone medical: production, posologie, models d'applications cliniques. *Bull. Med. Paris* 52, 1938, 745-749
- 4) BALKANTYL E.: The interaction between ozone therapy and oxygen radicals and their importance. *Ozone in medicine*, Vol. 3, 1989, 22-27.
- 5) BERTE VAIRETTI M., RICHELMI P.: Ozono: problemi tossicologici con particolare riguardo alla formazione dei radicali liberi. V° Congr. Inter. Soc. Ital. Ossigeno-Ozono Terapia, Punta Ala, 1990.
- 6) BOLTON D.C., TARKINGTON B.K., ZEE Y.C., OSEBOLD J.W.: An in vitro system for studying the effects of ozone on mammalian cell cultures and viruses. *Environmental Research* 27 (2), 1982, 466-475.
- 7) BUCCA S.: L'impiego dei tests enzimatici nella clinica equina con contributo personale. Tesi Laurea Med. Vet. Torino (1977).
- 8) BUCKLEY R.D., HACLNEY J.D., CLARK K., POSIN C.: Ozone and human blood. *Arch. Envir. Health*, 30-40, 1975.
- 9) CHAMORRO T.A.: El ozono en caso de ostiomielitis. *Semana Med.* 2, 1940, 1061-1065.
- 10) CHATELUS P.: Contribution a l'etude des transaminase seriques chez le cheval de sport. These pour le doctorate veterinaire (1991), Ecole Nationale Veterinaire D'Alfort.
- 11) CHIEFFARI M., LETTIERI B., LUONGO C.: Laser Terapia e Ozono Terapia nelle ulcere periferiche. *Fitness e Ossigeno-Ozono News* 3 (5), 1991, 4-5.
- 12) CODAZZA D., MAFFEO G., RADAELLI G.: Serum enzyme changes and haematochemical levels in thoroughbreds after transport and exercise. *Ji S. Afr. Vet .Ass.*, Vol. 45 (4), 1974, 331-334.
- 13) CORNELIUS C.E., RURNHAM L.G., HILL H.E.: Serum transaminase activities of thoroughbreds horses in training. *J.A.M.V.A.*, Vol. 142, n° 6, 1963, 639-642.
- 14) DELGADO RIFAL ERACLIO Y COLAB. "Ozonoterapia Intrarticular en la Enfermedad Artrósica de Rodilla." *Rev. Cubana Ortop -traumatolog.* V.19 N.1 C de la Habana. ENE-jun.2005.
- 15) DIMOV: Bactericidal effect of ozone. *Vaterinarna sbirka* 77 (2), 1979, 14-17.
- 16) ESCARPENTER JULIO C. Y COLAB. "Resultados Terapéuticos en la Osteoartrosis de la Rodilla con Infiltraciones de Ozono." *Rev. Cubana investi- Biomed.* 16(2); 124-132. 1997.

- 17) GERBER H.: Serum enzyme determination in equine medicine. - Equine Vet. Journal, Vol. 1, N° 3, 1969, 129-139.
- 18) GONZALES R, BORREGO A, ZAMORA Z, ROMAY CH, MENENDEZ S, HERNANDEZ F  
Protection by ozone preconditioning is mediated by antioxidant system in cisplatin induced nephrotoxicity in rats <http://www.ozono.cubaweb.cu/resumenes/bio34.htm>
- 19) GROSSI G.: L'Ossigeno-Ozono Terapia quale supporto complementare nella cura delle malattie erpetiche. - Fitness e Ossigeno-Ozono News 3 (4), 1991, 4-5.  
HANDLING: Chemicals safety (1980).
- 20) HOTCHKISS J.A., HARKEMA J.R., SUN J.D., HENDERSON R.F.: Comparison of acute ozone induced nasal and pulmonary inflammatory responses in rats. - Toxicology and applied pharmacology 98, 1989, 289-302.
- 21) HYDE D.M., PINO H.V., DUNGWORTH D.L., STOVALL H.Y., LEVIN J.R.: Time dependent relationships between neutrophil migration and epithelial necrosis in centriacinar regions following ozone exposure. - Anatomia histologia embryologia 19 (1), 1990, 85-86.
- 22) JEFFCOTT L.B.: Haematology in relation to performances and potentials. 2. Some specific aspects. - J L S AFR VET. ASS., 45, 1974, 279.
- 23) JONES W.E.: Equine sports medicine. - Lea and Febiger, Philadelphia (1989).
- 24) LACOSTE: Traitement des insuffisances vasculaires par l'ozone. - Gaz. Med. de France 315, 1951.
- 25) LEE S.D., MUSTAFA M.D., MEHLDMAN M.A.: The biomedical effects of ozone and related photochemical oxidants. - Advances in modern environmental toxicology 5, Princeton Scientifica Publishers, Princeton N.J. 1983, 1-671.
- 26) LETTIERI B., CHIEFFARI M., VICARIO G.: Cardiopatie ischemiche ed ozono terapia. Fitness e Ossigeno-Ozono News 3 (5), 1991, 6-11.
- 27) MENÉNDEZ S., CRUZ E., TURRENT J., ROSELLÓ J., CLOSA D. Activación de mediadores oxidativos endógenos en el tratamiento con ozono. XII Seminario Científico Centro Nacional de Investigaciones Científicas. **Revista CENIC**, 26 (Número Especial), 103, 1995.
- 28) MILANÉS JUAN. ACOSTA WILFREDO "La ozonoterapia. Resultados del tratamiento en pacientes con Artrosis degenerativa sintomática de la rodilla. Buenos Aires. Argentina. Enero 2001 - Diciembre 2006
- 29) MOORE G.S., CALABRESE E.J., LABATO: Erythrocyte survival in sheep exposed to ozone. - Bulletin of environmental contamination and toxicology 27 (1), 1981, 126-138.
- 30) MOORE G.S., CALABRESE E.J., WILLIAMS P.J.: An evaluation of the dorset sheep as a predictive animal model for the response of G-6-P dehydrogenase deficient human erythrocytes to a proposed systemic toxic ozone intermediate, methyl oleate ozonide. - Ecotoxicology and environmental safety 7 (4), 1983, 416-422

- 31) MOORE G.S., CALABRESE E.J., SCHULZ: Effects of in vivo ozone exposure to dorset sheep, an animal model with low levels of erythrocyte glucose-6-phosphate dehydrogenase activity. - Bulletin of environmental contamination and toxicology 26 (2), 1981, 273-280.
- 33) MORGAN D.L., FURLLOW T.L., MENZEL D.B.: Ozone initiated changes in erythrocyte membrane and loss of deformability.- Environmental research 45, 1988, 108-117.
- 34) PAGANONI L.: Il doping nel cavallo da corsa. Tesi Laurea Med. Vet. Torino (1977).
- 35) PAULESU L., LUZZI E., LOZZI G., FANETTI G., BOCCI V.: Effetti biologici dell'ozono sulle cellule mononucleate del sangue periferico. Valutazione di un possibile meccanismo d'azione. Fitness e Ossigeno-Ozono News 2 (4), 1990, 10-12.
- 36) PEMSINGH R.J., ATWAL O.S.: Occurrence of APVD-Type cells in the ciliated cyst of the parathyroid gland of ozone-exposed dogs.
- 37) RILLING S., VIEBAHN R.: The use of ozone in medicine. - Karl F. Haug. Publishers Heidelberg. 2nd Edition, 1987, pp. 7-187.
- 38) RILLING S.: Hystorical view of the developements of medical ozone therapy. Kongresbericht I.O.A. 7 Ozon-weltkongres 9-12 September 1985, TOKYO.
- 39) RILLING S.: The basic clinical applications of ozone therapy. Ozonachrichten Vol. 4, 1985, 7-17.
- 40) RIVA SANSEVERINO E.: Trattamento intensivo medico e fisico dell'osteoporosi con l'aiuto dell'ossigeno-ozono terapia. Fitness e Ossigeno-Ozono News 2 (2), 1990, 30-33.
- 41) RIVA SANSEVERINO E.: Aspetti immunologici dell'ozono terapia. Fitness e Ossigeno-Ozono News 1 (2), 1989, 15-17.
- 42) RODRIGUEZ S, MENENDES M, Estudio teratogénico de ozono insuflado intrarrectal en ratas Wistar <http://www.magnetoterapiaeones.com/joomla/index.php/documentos-cientificos-ozonoterapia/59-estudio-teratogenico-del-ozono-administrado-por-insuflacion-rectal-a-ratas-wistar>
- 43) ROKITANSKY O., ROKITANSKY A., STEINER J., TRUBEL W., VIEBANH R., WHASHUTTI J.: Die ozontherapie bei peripheren, arterielle durchblungsstorungen; klinik, biochemische unt blutgasanalytische untersuchungen. - Wasser Berlin (1981) - Atti 5° congresso mondiale sull'ozono, Berlino.
- 44) ROKITANSKY O.: Klinik und biochemie der ozontherapie. Hospitalis N° 10-11 (52), 1982, Suppl. Spec.
- 45) ROKITANSKY O.: Klinik und biochemie der ozontherapie. Hospitalis 52, 1982, 643-711.
- 46) ROSS MIKE, DYSON SUE. DIAGNOSIS AND MANAGEMENT OF LAMENESS IN THE HORSE. Chapter ..... 475-476. Saunders 2003.
- 47) SCROLLAVEZZA P., BOTTI P., ZANICHELLI S., PEZZOLI G.: Osservazioni sugli effetti dell'autoemotrasfusione ozonizzata iperbarica praticata in fase antecedente l'anestesia generale con alotano nel cavallo. Ippologia 2 (1), 1991, 51-55.

- 48) SCHNEIDER H.J.: Exercise physiology. In: Ditz, Wiener, Turner A.S. Disease of the horses. @ Karger, Basel, part 1, 1984
- 49) SHELDON B.W., WHISTLER P.E.: Efficacy of ozone versus formaldehyde as disinfectants in poultry hatcheries. Poultry science 66, 1987, Suppl. 1, 175.
- 50) SNOW D.H., RICKETTS S.W., MASON O.K.: Haematological response to racing and training. Exercise in thoroughbred horses with particular reference to the leucocyte response. Equine Vet. J, 12, 1980, 132.
- 51) SNOW D.H.: Exercise and training. In: Hickam J. Horse Management. Academic press, London 1987.
- 52) SNOW D.H., PERSON G.B., ROSE R.J.: Equine exercise physiology. Granta Ed. Cambridge 1983.
- 53) SPAGNOLI U., AMERIGHI F.: L'ossigeno-Ozono Terapia in Dermatologia. Fitness e Ossigeno-Ozono News 1 (2), 1989, 9-11.
- 54) THORP C.E.: Bibliography of ozone technology. - Armour Res. Found. Chicago. Lab. Prepn: Org. Syn. Col. Vol. III, 1955, 673.
- 55) TYLER W.S., TYLER N.K.: Pulmonary effects of ozone during lung growth. Anatomia histologia embryologia 13 (3), 1984, 279.
- 56) VAN DER ZEE J., TJISSEN K., DUBBELMAN T.M.A.R., VAN STEVENINK J.: The influence of ozone on human red blood cells. Comparison with other mechanism of oxidative stress. Biochim. Biophys. Acta 924, 1987, 111-118.
- 57) VELAZQUEZ J.L. El uso de la termografía en equinos como herramienta complementaria de diagnóstico. 1<sup>er</sup> Congreso Internacional Virtual "Ciencia, Biodiversidad y Tecnología Agropecuaria" de la UNAM. Hospital para Equinos de la Fac.de Med. Vet. y Zoot.UNAM, 2006
- 58) VIEBAHN R.: The efficacy of medical ozone in improving circulation: biochemical aspects. - KONGRESBERICHT I.O.A. 7 Ozon-Weltkongres 9-12 September 1985 TOKYO.
- 59) ZAMBRASKI E.J.: Exercise physiology on equine performance. Proceeding of the annual convention of the american association of equine practioners, 1983.