



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

EVALUACIÓN DE LA TERAPIA DE OZONO EN PACIENTES CANINOS CON ENFERMEDAD  
ARTICULAR EN RODILLA

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos establecidos  
para optar por el título de Médicos Veterinarios Zootecnistas

Profesor Guía

MSt. Santiago David Prado Chiriboga. MVZ

Autores

Maday Jacqueline Pabón Carvajal  
Patricio Daniel Suasti Balseca

Año  
2016

## DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con la estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.”

---

MSt. Santiago David Prado Chiriboga. MVZ  
Profesor Guía  
CI: 171754745-7

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA DE LOS ESTUDIANTES

“Declaramos que este trabajo es original, de nuestra autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.”

---

Maday Jacqueline Pabón Carvajal

CI: 100450215-7

---

Patricio Daniel Suasti Blaseca

CI: 171400157-3

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis padres y a mi hermana que a pesar de la lejanía siempre han demostrado su afecto y apoyo a lo largo de estos 5 años.

A Patricio Suasti, mi gran amigo, con quien he compartido la realización de este trabajo. Sin las bromas, risas y experiencias vividas, habría sido más difícil.

Al Dr. Santiago Prado, quien nos ayudó durante todo este proceso con dedicación, tiempo y cariño.

Al Dr. Oswaldo Albornoz, Director de la Escuela de Veterinaria, mi jefe, mi profesor, mi amigo, quien me ha brindado esta oportunidad y sin duda ha sido un gran apoyo durante toda la carrera.

Al Dr. Julio Ortiz, quien ayudó al procesamiento y diagnóstico de las muestras citológicas del estudio.

A la Dra. Consuelo Torres por su ayuda y atención brindada cuando lo necesitamos.

A todos los propietarios de los pacientes que gracias a su compromiso, se pudo efectuar y concluir el estudio.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, por darme la familia que tengo y la tenacidad de terminar esta profesión que me apasiona.

A mis padres que con todo el esfuerzo y cariño me han acompañado en este tiempo de carrera y mis hermanas que con su paciencia diaria me dan fortaleza para seguir adelante y a Diego y Paúl quienes me animan a hacer las cosas mejor cada día y nunca rendirme para alcanzar mis sueños.

A mi amiga Maday Pabón, con quien compartí momentos gratos de la Universidad y que juntos formamos un gran equipo para la culminación de este proyecto.

Al Doctor Santiago Prado, al Doctor Julio Ortiz y la Doctora Consuelo Torres, quienes nos brindaron su ayuda para culminar el estudio.

Al Doctor Roberto Rueda y personal de la Clínica Perros & Gatos, por abrirme las puertas y permitirme realizar como profesional.

## **DEDICATORIA**

A mis padres, gracias a su esfuerzo y sacrificio durante estos años he logrado cumplir mi meta.

A Santiago, mi guía y modelo a seguir, gracias por toda la ayuda, consejos y paciencia.

## **DEDICATORIA**

Para mis padres, los cuales saben lo difícil que fue culminar este paso importante en mi vida, gracias por todo el esfuerzo y paciencia que me han tenido. Al fin puedo decir que no fue fácil pero lo logré.

A Mama Emmita, mi querida abuelita, quien siempre tuvo el sueño de verme como un profesional que sepa que la tengo presente aunque ya no esté aquí.

## RESUMEN

La ozonoterapia es empleada en la actualidad como método terapéutico para tratamiento de diferentes patologías. Sus resultados y efectos varían en función de la dosis, concentración y vía de aplicación, dando buenos resultados y una menor cantidad de efectos nocivos. Sus propiedades han permitido que incluso sea usada en el área de la traumatología y ortopedia gracias a la capacidad regenerativa y antioxidante que interrumpe procesos inflamatorios crónicos.

En Ecuador se han realizado estudios con ozono médico en veterinaria pero no para el tratamiento de artropatías. El objetivo de este estudio aborda evaluar la terapia de ozono en pacientes caninos con enfermedad articular en rodilla.

En total, se completó la terapia de ozono en 7 caninos remitidos a la Clínica Veterinaria de la Universidad de las Américas. Se realizó un examen físico de los pacientes y se valoró la funcionalidad articular por medio de una escala numérica en cada sesión. Tras la sedación del paciente, se tomaron muestras de líquido sinovial de la articulación afectada para su estudio citológico al iniciar y finalizar el tratamiento. El tratamiento constó de 3 sesiones de ozono con 1-2 intervalos/semana aplicado de forma intraarticular. Finalmente, se revertió la sedación con un fármaco antagonista para despertar al paciente.

En la valoración articular se determinó una mejoría en los parámetros de limitación funcional y movilidad articular, ya que los puntajes acumulados fueron disminuyendo progresivamente en la sesión 2 y 3. La atrofia muscular en miembros pelvianos permaneció constante al finalizar el estudio. En el análisis citológico no se observaron cambios representativos al finalizar el tratamiento de ozonoterapia.

En conclusión, se puede establecer la terapia de ozono como una alternativa terapéutica efectiva para el tratamiento de artropatías que afectan a rodilla con un alcance económico asequible para el propietario y para el médico veterinario.

## ABSTRACT

Ozone therapy is used today as a therapeutic method for treating various diseases. Results and effects change depending on the dose, concentration and route of application, which yield good results and fewer adverse effects. Enabled properties have even been used in the field of traumatology and orthopedics through a regenerative and antioxidant capacity that interrupts chronic inflammatory processes.

In Ecuador there have been studies of ozone therapy with veterinary medicine, but not for the treatment of arthropathy. The objective of this study is to evaluate ozone therapy in canine patients with knee joint disease.

Overall, ozone therapy was completed on 7 dogs referred to the Veterinary Hospital of the University of the Americas. A physical examination of the patients was performed and the functionality was assessed through a joint numerical scale for each session. After sedation of the patient, were taken samples of synovial fluid from the affected cytology were taken before and after treatment. Treatment consisted of 3 sessions with 1-2 intervals of ozone therapy per week applied intra-articularly. Finally, sedation was reversed with an antagonist drug to wake the patient.

Improvement was observed in functional parameters and joint mobility limitation since the scores were decreasing progressively in sessions 2 and 3. Muscular atrophy in pelvic limbs remained constant at the end of the study. Based on cytological analysis there were no significant changes due to ozone therapy.

In conclusion, ozone therapy is an effective therapeutic alternative for the treatment of knee joint disease and is also more affordable for the veterinarian and owner.

# ÍNDICE

1. Introducción.....	1
1.1 Justificación .....	3
1.2 Objetivos.....	4
1.2.1 Objetivo General .....	4
1.2.2. Objetivos Específicos.....	4
1.3 Hipótesis.....	4
2. Revisión Bibliográfica .....	5
2.1 Fundamentos teóricos del ozono .....	5
2.2 Mecanismos de acción.....	7
2.2.2 Indicaciones.....	9
2.2.3 Contraindicaciones .....	9
2.2.4 Formas de aplicación.....	10
2.3 Enfermedad articular y ozonoterapia.....	13
2.4 Estructura anatómica de la articulación de la rodilla.....	13
2.5 Artropatías en caninos .....	17
2.5.1 Artropatías no inflamatorias .....	19
2.5.2 Osteoartrosis secundarias .....	21
2.5.3 Artropatías inflamatorias .....	22
2.6 Signos clínicos .....	24
2.7 Cambios radiográficos .....	25
2.8 Alteraciones en líquido articular.....	26
2.9 Manejo del dolor e inflamación en artropatías.....	29
2.9.1. Antiinflamatorios no Esteroides (AINES) .....	29
2.9.2. Condroprotectores .....	30

2.10 Recomendaciones para pacientes post tratamiento con ozonoterapia.....	31
<b>3. Materiales y métodos.....</b>	<b>32</b>
3.1 Ubicación geográfica.....	32
3.2 Diseño experimental.....	32
3.3 Materiales.....	33
3.3.1 Materiales e insumos.....	33
3.3.2 Instrumentos y equipos.....	34
3.3.3 Fármacos.....	34
3.4 Métodos.....	34
3.4.1 Examen físico clínico.....	34
3.4.2 Preparación y manejo del paciente.....	36
3.4.3 Extracción de líquido sinovial.....	37
3.4.4 Citología de líquido articular.....	38
3.4.5 Aplicación de ozono intraarticular.....	41
3.4.6. Método de análisis estadístico.....	43
<b>Capítulo IV: Resultados y discusión.....</b>	<b>44</b>
4.1. Resultados.....	44
4.1.1 Examen físico clínico.....	44
4.1.2 Escala de Valoración funcional articular.....	45
4.1.3 Citología de líquido articular.....	50
4.1.4 Proyección de costos de ozonoterapia en relación a terapias alternas.....	54
4.2 Discusión.....	57
<b>Capítulo V: Conclusiones y recomendaciones.....</b>	<b>60</b>
5.1. Conclusiones.....	60

5.2. Recomendaciones .....	60
REFERENCIAS .....	62
ANEXOS .....	67

## Índice de Tablas

Tabla 1.- Ozono Médico Sistémico: Aplicación - Indicación - Efecto.....	10
Tabla 2.- Ozono Médico Tópico: Aplicación - Indicación - Efecto.....	12
Tabla 3.- Dosis recomendadas y frecuencias de tratamiento dependiendo de la indicación y del método de aplicación.....	42
Tabla 4.- Distribución de los pacientes según edad y sexo.....	45
Tabla 5.- Distribución de los pacientes según su condición corporal .....	45
Tabla 6.- Resultados escala de valoración: limitación funcional sesión 1 .....	46
Tabla 7.- Resultados escala de valoración: limitación funcional sesión 2 .....	46
Tabla 8.- Resultados escala de valoración: limitación funcional sesión 3 .....	47
Tabla 9.- Resultados escala de valoración: movilidad articular sesión 1.....	47
Tabla 10.- Resultados escala de valoración: movilidad articular sesión 2.....	47
Tabla 11.- Resultados escala de valoración: movilidad articular sesión 3.....	48
Tabla 12.- Resultados escala de valoración: atrofia muscular sesión 1 .....	48
Tabla 13.- Resultados escala de valoración: atrofia muscular sesión 2 .....	48
Tabla 14.- Resultados escala de valoración: atrofia muscular sesión 3 .....	49
Tabla 15.- Tabla de Contingencia – Prueba de McNemar – Movilidad articular .....	49
Tabla 16.- Resultados Prueba de McNemar para Movilidad Articular .....	49
Tabla 17.- Tabla de Contingencia – Prueba de McNemar – Limitación funcional.....	50
Tabla 18.- Resultados Prueba de McNemar para Limitación Funcional.....	50
Tabla 19.- Celularidad líquido sinovial antes de la terapia .....	51
Tabla 20.- Celularidad líquido sinovial después de la terapia .....	51
Tabla 21.- Tabla de Contingencia – Prueba de McNemar – Citología de líquido sinovial.....	53
Tabla 22.- Resultados Prueba de McNemar para Citología de líquido sinovial .....	53
Tabla 23.- Costo tratamiento Ozonoterapia.....	54
Tabla 24.- Costo tratamiento con Artroflex® .....	55
Tabla 25.- Costo tratamiento con AINES .....	55
Tabla 26.- Costo tratamiento con Omeprazol.....	55

Tabla 27.- Costo final de tratamiento con Condroitín sulfato.....	56
Tabla 28.- Costo tratamiento con Suprahyal® .....	56

## Índice de Figuras

Figura 1.- Artrocentesis en la articulación de la rodilla .....	38
Figura 2 .- Preparación de frotis de líquido sinovial.....	39
Figura 3.- Tinción Diff Quick® .....	40
Figura 4.- Extracción de líquido sinovial. Artrocentesis. Canino.....	52
Figura 5.- Precios comparativos entre tratamientos .....	57
Figura 6.- Valoración clínica del paciente.....	70
Figura 7.- Ficha de datos, examen clínico, escala de valoración de funcionalidad articular, dosis y observaciones. ....	70
Figura 8.- Sedación del paciente.....	71
Figura 9.- Tricotomía de la articulación de la rodilla. ....	71
Figura 10.- Limpieza de la articulación de la rodilla.....	72
Figura 11.- Agujas y jeringas para extracción de líquido sinovial. ....	72
Figura 12.- Artrocentesis en rodilla.....	73
Figura 13.- Frotis de líquido sinovial.....	73
Figura 14.- Citologías de líquido sinovial.....	74
Figura 15.- Tinción de placas DiffQuick® .....	74
Figura 16.- Observación de citologías.....	75
Figura 17.- Valoración del paciente: apoyo en estación.....	79
Figura 18.- Valoración del paciente Escala funcional.....	79
Figura 19.- Valoración del paciente: movimientos extensión. ....	80
Figura 20.- Monitoreo de paciente en sedación. ....	81
Figura 21.- Citología líquido sinovial. Eritrocitos. Artrocentesis. Canino. Tinción DiffQuick®. Aumento 40x. ....	84
Figura 22.- Citología líquido sinovial. Mononucleares. Artrocentesis. Canino. Tinción DiffQuick®. Aumento 40x. ....	84
Figura 24.- Citología líquido sinovial. Células. Artrocentesis. Canino. Tinción DiffQuick®. Aumento 40x. ....	85
Figura 23.- Citología líquido sinovial. Sinoviocitos. Artrocentesis. Canino. Tinción DiffQuick®. Aumento 40x. ....	85
Figura 25.- Citología líquido sinovial. Sinoviocitos 2. Artrocentesis. Canino. Tinción DiffQuick®. Aumento 40x. ....	86

Figura 26.- Citología líquido sinovial. Sinoviocitos 3. Artrocentesis. Canino. Tinción DiffQuick®. Aumento 40x. ....	86
Figura 27.- Citología líquido sinovial. Material proteináceo. Artrocentesis. Canino. Tinción DiffQuick®. Aumento 40x. ....	87
Figura 28.- Citología líquido sinovial. Células 2. Artrocentesis. Canino. Tinción DiffQuick®. Aumento 40x. ....	87
Figura 29.- Generador de ozono Domo 400®; Tanque de oxígeno M6B 164L; Manómetro para tanque de oxígeno Drive® . ....	88

## Capítulo I: Introducción

El ozono médico al igual que otros fármacos, es una sustancia que posee una molécula definida y un rango de indicaciones claramente determinadas (Stockburger, 2002, p. 36). En la actualidad es utilizado en medicina por su propiedad antiséptica para el tratamiento de heridas gracias a su acción germicida; y por su propiedad antiinflamatoria y antioxidante para el tratamiento de múltiples afecciones que afectan al organismo (Bocci, 2005, p. 10).

La ozonoterapia (oxígeno - ozono) es utilizado en personas para tratar diferentes patologías, ha dado resultados positivos con una mejora en la condición de los pacientes (Viebahn, 2002, p. 5). Se han realizado estudios en patologías de rodilla en seres humanos es así que Riva Sansverino, en el Centro de Medicina Alternativa de Niquero en Cuba, trató 156 pacientes con ozono, a la concentración de 20  $\mu\text{g}$ , diferentes patologías articulares en rodilla obteniendo resultados beneficiosos cuando no estaban comprometidas deformidades óseas significativas. De igual forma en el Hospital General Docente "Dr. Ernesto Guevera de la Serna" en Cuba, se evaluó la efectividad de esta terapia en pacientes osteoartroticos mostrando resultados óptimos con 3 a 4 infiltraciones (Hidalgo, Torres, 2013, p. 292).

En lo que respecta a medicina veterinaria, se han realizado estudios tanto en animales de compañía como en animales de producción. Un estudio en el Instituto de Ciencias Aplicadas del Valle de Paraíba en Brasil evaluó el efecto del ozono en varias afecciones dermatológicas y ortopédicas. Los resultados obtenidos fueron positivos, incluyeron disminución del dolor, mejora en la locomoción y mejora progresiva de lesiones en piel. Además, no se observaron efectos colaterales nocivos. Las aplicaciones empleadas incluyeron insuflación rectal, autohemoterapia menor y paravertebral (Vidal, Urruchi, Zamora, 2009).

En Ecuador, se han realizado diversas investigaciones en animales de producción y en el área de clínica menor. Se han buscado alternativas para el control de la mastitis versus tratamientos convencionales con antibioterapia. En

el estudio se aplicó suero ozonificado y también insuflación local. Se obtuvo una eficacia similar al tratamiento con antibiótico pero sin residuos en leche por lo que lo plantean como una alternativa de tratamiento (Arichábala, Argudo, 2012). De igual forma, en la Universidad Politécnica Salesiana de la ciudad de Cuenca se evaluó el efecto del ozono en caninos con dermatitis bacteriana obteniendo resultados favorables con disminución de la carga bacteriana (Bernal, 2014).

Las artropatías pueden afectar a perros de todas las razas y edades a partir de un año de edad dentro de las cuales se encuentran artropatías inflamatorias, no inflamatorias y secundarias. Entre las causas no inflamatorias, la osteoartritis es una de las afecciones más frecuentes, ya sea relacionada a un trastorno crónico progresivo como relacionada a procesos secundarios a otras anomalías como traumatismos, trastornos ortopédicos del desarrollo, laxitud o inestabilidad articular, osteocondrosis, además de la incidencia de alteraciones de la articulación en animales post-quirúrgicos ortopédicos (Houlton et al., 2012, p. 113).

La ozonoterapia aún no es una herramienta terapéutica ampliamente difundida, sin embargo sus efectos incluyen el retraso en el proceso de envejecimiento articular por la activación de antioxidantes, así como también la activación de células inmunocompetentes, de antioxidantes enzimáticos y disminución de mediadores inflamatorios.

La investigación evalúa la eficacia de la ozonoterapia intraarticular en pacientes caninos con enfermedad articular en rodilla. De igual forma, aborda la descripción de los cambios en el análisis de líquido sinovial y la valoración de movilidad articular como indicadores de procesos articulares que pueden ser de gran ayuda para la evaluación y verificación de la disminución del dolor que ocasionan diferentes artropatías.

Se pretende definir los efectos del ozono para de esa manera proporcionar a los médicos veterinarios una nueva alternativa de tratamiento, así como para

los pacientes una mejor calidad de vida en relación a otros fármacos empleados en patologías osteoarticulares.

### **1.1 Justificación**

Los problemas a nivel articular en caninos son cada vez más comunes en la consulta diaria. Si bien los desórdenes articulares pueden ser del desarrollo, degenerativos, neoplásicos y traumáticos, existen factores que pueden predisponer a dichos procesos, tales como la genética, condición corporal, edad, ejercicio (Tarragó, 2014). Muchas de las enfermedades articulares tienen predominancia en determinados tipos de raza. Entre las predisponentes se encuentran animales de talla grande y gigante y animales condrodistróficos de talla mediana y pequeña (Fossum, 2009, p. 951).

En la actualidad, existe la necesidad de buscar alternativas terapéuticas coadyuvantes, con resultados favorables y acorde a las necesidades de las mascotas. Se requiere más investigación sobre los efectos del tratamiento con ozono en el área veterinaria, pues si bien ha sido usado y comprobado en medicina humana en lo que respecta a problemas articulares, dichos estudios pueden direccionarse para beneficio de los animales. Los resultados de este estudio permitirán validar la función del ozono en diferentes alteraciones articulares en caninos, con lo que se podrá comparar su uso con estudios llevados a cabo en personas. Analizar el mecanismo de acción y observar resultados en animales, puede abrir un campo extenso de investigación en el ámbito veterinario y con ello poder establecer la ozonoterapia como un tratamiento a realizar en la clínica diaria.

## 1.2 Objetivos

### 1.2.1 Objetivo General

Evaluar la eficacia de la terapia de ozono en tres sesiones con aplicación intraarticular en pacientes caninos con enfermedad articular en rodilla .

### 1.2.2. Objetivos Específicos

- Describir los cambios de limitación y movilidad articular y atrofia muscular antes y después del tratamiento con ozonoterapia en pacientes con enfermedad articular degenerativa en rodilla.
- Evaluar los cambios citológicos en muestras de líquido articular obtenidas por artrocentesis antes y después del tratamiento con ozonoterapia.
- Proyectar el costo de la terapia de ozono en relación a terapias alternas para el tratamiento de osteoartritis.

## 1.3 Hipótesis

**H0:** “No existe una mejoría físico clínica ni cambios citológicos en líquido sinovial de los pacientes caninos con enfermedad articular en rodilla tratados con ozono”.

**H1:** “Existe una mejoría físico clínica y cambios citológicos en líquido sinovial de los pacientes caninos con enfermedad articular en rodilla tratados con ozono”.

## **Capítulo II: Revisión Bibliográfica**

### **2.1 Fundamentos teóricos del ozono**

El ozono ( $O_3$ ), descubierto en 1840 por Christian Frederick, es uno de los gases naturales más importantes de la estratosfera. Está compuesto por 3 átomos de oxígeno (Pressman, 1999, p. 18). Gracias a su pronunciada capacidad de reacción con otros compuestos y moléculas, es un filtro efectivo de la radiación ultravioleta proveniente del sol y por lo mismo, ayuda a mantener el balance biológico en la biósfera (Viebahn, 2002, p. 9).

Según Friedrich Schonbein, el ozono se presenta con un olor característico al cual se lo ha descrito como “eléctrico picante”, el cual podría ser una especie de “oxígeno super-activo”. Se puede percibir durante las tormentas eléctricas porque la descarga eléctrica de la luz, entre las nubes y la tierra, cataliza la formación de ozono a partir del oxígeno de la atmósfera (Bocci, 2005, p. 1). De igual forma, se puede producir a bajos niveles atmosféricos gracias a las emisiones naturales de compuestos orgánicos volátiles, óxidos de carbono y de nitrógeno producidos por la quema de combustibles fósiles o incendios (CEC, 2006).

A pesar de ser un compuesto altamente inestable y reactivo, su mecanismo de acción se vincula a la generación de productos secundarios debido a la interacción con los dobles enlaces de compuestos orgánicos. Estas reacciones y lo que se genera en ellas, otorga al ozono diferentes propiedades de interés terapéutico e industrial (AEPROMO, 2015).

#### **Uso del ozono en la industria**

En el ámbito industrial, las propiedades que hacen al ozono uno de los más importantes limpiadores y agentes desinfectantes se encuentra:

- 1.- Su capacidad para reaccionar con compuestos que no pueden romperse con agentes biológicos, es decir, su capacidad para integrarse en el

proceso biológico para producir sustancias viables para su procesamiento posterior.

2.- Destruye venenos aromáticos y heteroaromáticos y que pueden ser removidos por floculación y filtrarse.

3.- Capacidad de matar microorganismos.

(Viebahn, 2002, p.13)

Las moléculas de ozono reaccionan con compuestos y se integran en procesos biológicos para sintetizar sustancias que pueden ser posteriormente procesadas, es por ello que es usado como agente desinfectante gracias a su acción bactericida, viricida y fungicida. Además, es cada vez más empleado para el tratamiento de aguas e incluso para la cría de diversos mariscos como los mejillones y ostras (Viebahn, 2002, p.13).

Otros usos implica la activación de oxidantes en aeronaves, manufactura de celulosa, deodorizantes, procesos de producción farmacéuticos, investigación espacial, esterilización, entre otros (Viebahn, 2002, p.14).

### **Uso del ozono en medicina**

La ozonoterapia es la técnica que emplea una mezcla de oxígeno-ozono para tratamiento de diferentes patologías (Arquero, 2013). La capacidad desinfectante y antiséptica del ozono, orientó a que sea utilizado en medicina por su excelente efecto germicida, es así que las primeras aplicaciones médicas de ozono fueron para el tratamiento de la gangrena post-traumática en los soldados alemanes en la Primera Guerra Mundial. El uso del ozono en medicina incrementó de manera progresiva en el último siglo estimulada principalmente por la falta de antibióticos (Bocci, 2005, pp. 1-2).

En concentraciones y dosis adecuadas, se obtiene propiedades inmunomoduladoras, antiinflamatorias, analgésicas, bactericidas, antivirales, fungicidas, antioxidantes, entre otras (Schwartz, Martínez-Sánchez, 2012, p. 163).

## 2.2 Mecanismos de acción

La acción bactericida del ozono responde a la destrucción de la membrana debido a la peroxidación de las lipoproteínas y fosfolípidos. También existe interacción con proteínas citoplasmáticas por lo que esto explica la reducción en la proliferación bacteriana. La acción viricida fue descubierta gracias a un estudio con el virus del polio I, en el que a pesar de conservar su estructura, se determinó un daño en las cadenas polipéptidas y proteínas de envoltura. Ello conlleva a una pérdida en la fase de adhesión y posteriormente a la replicación viral (Stockburger, 2002, p.14).

Este mecanismo de acción lo hace ideal para el tratamiento de heridas infectadas, úlceras, gangrenas, quemaduras e incluso fístulas. En estos casos, se puede usar agua ozonificada o bien cámaras de ozono, las cuales requieren elevados volúmenes y concentraciones del gas (Viebahn, 2002, p. 69).

Se ha demostrado que el ozono puede ser sintetizado por neutrófilos activados, por lo que se entiende un papel fisiológico como agente bactericida en estas patologías, actuando contra la flora presente. Se hace más efectivo en lo que respecta a la resistencia a la antibioterapia (Schwartz, Martínez-Sánchez, 2012, p. 174).

En el caso de poliartritis crónicas, tratamientos ortopédicos o artritis, la autohemoterapia mayor resulta el método de elección para estas patologías. Funciona estimulando el mecanismo de citosina endógena gracias a la liberación fisiológica de interferón beta inherente (IFN-B), que actúa como antagonista para el exceso de función celular TH1, propia de la artritis reumatoide; también interviene en la activación de la dismutasa superóxida (SOD), enzima antioxidante que se encarga de reclutar radicales que se encuentran en gran cantidad en los procesos inflamatorios crónicos y que son los responsables de los daños y secuelas degenerativas. Esta técnica es también empleada en geriatría humana con la finalidad de la activación de

células inmunocompetentes y enzimas antioxidantes antes mencionadas, retrasando así el proceso degenerativo (Viebahn, 2002, pp. 86-91).

Los efectos sobre el metabolismo de los eritrocitos son importantes para el sistema circulatorio ya que se produce un incremento en la entrega de oxígeno a los tejidos. El aumento en la velocidad de glicólisis se comprueba por el incrementos en la presión parcial de oxígeno arterial debido al descenso de ph intracelular “efecto Bohr” o el aumento del 2,3- Difosfoglicerato. Cuando el ozono interacciona con la bicapa lipídica, se generan cadenas cortas de peróxidos que penetran el glóbulo rojo y controlan el estrés oxidativo generando además un aumento de los sistemas antioxidantes (Schwartz, Martínez-Sánchez, 2012, p. 171).

En el caso de emplearlo como un mecanismo analgésico y antiinflamatorio existe una modulación de los mediadores inflamatorios y una mejora en la microcirculación sanguínea local. Aplicado vía sistémica directa, su capacidad para reaccionar y oxidar compuestos con enlaces dobles, como el ácido araquidónico y prostaglandinas, le otorga sus efectos antiinflamatorios. Por ejemplo, el uso del ozono para manejo del dolor en hernias discales está ampliamente extendido y se han realizado numerosos estudios en los que se ha comprobado la disminución del tamaño de las hernias y por ende el dolor que estas producen. El mecanismo se basa en la desecación del disco ya que se produce una lisis del agua y oxidación de mucopolisacáridos que conforman el núcleo, logrando una disminución de la presión intradiscal y la compresión nerviosa presente. También se incrementa la microcirculación local y se reduce la estasis venosa favoreciendo que la raíz nerviosa no sufra procesos hipóxicos. Por otro lado, se detiene el proceso inflamatorio gracias a la inhibición de prostaglandinas y otros mediadores inflamatorios (Schwartz, Martínez-Sánchez, 2012, pp. 175-178).

En la actualidad, incluso se usa el ozono en combinación con plasma rico en plaquetas (PRP) para potenciar el efecto regenerativo y antioxidante en casos

de artrosis de rodilla. En medicina humana se emplea en los campos de traumatología y cirugía ortopédica. Se han realizado estudios en deportistas en los que se concluye la existencia de una mejoría en su rendimiento tras detectarse artrosis de rodilla tricompartmental (Cabo, 2013). Su funcionamiento responde a la inhibición de la agregación plaquetaria, bloqueando el incremento de la concentración de calcio inducida por el colágeno y la trombina (AEPROMO, 2015).

### 2.2.2 Indicaciones

En los últimos años la ozonoterapia como método terapéutico ha obtenido un mayor desarrollo y difusión. Se caracteriza por la simplicidad de su aplicación, alta efectividad, buena tolerancia y con prácticamente ausencia de efectos colaterales. Al igual que cualquier otro medio de curación, es dependiente de la dosis.

De acuerdo a los efectos médicos del ozono existen algunos usos para su aplicación, entre los cuales se encuentra indicado para el tratamiento de:

- Trastornos circulatorios arteriales
- Úlceras externas, gangrenas e infecciones de la piel (mejorando el proceso de cicatrización)
- Infecciones sistémicas producidas por microorganismos patógenos
- Enfermedades carcinogénicas (terapia coadyuvante)
- Enfermedades reumáticas (artritis, artrosis, hernias discales)
- Enfermedades gastrointestinales (colitis, gastritis)
- Odontopatías (gingivitis, caries)

De la misma forma se emplea en procesos de antisepsia y limpieza de heridas.

(Arquero, 2013; Viebahn, 2002, p. 44)

### 2.2.3 Contraindicaciones

Así como existen propiedades beneficiosas con el ozono, también existen contraindicaciones, las cuales hay que tomar en consideración para no obtener efectos indeseables del mismo.

Entre las principales contraindicaciones para los pacientes que van a ser sometidos al tratamiento son:

- 1.- Pacientes con un déficit significativo de la glucosa 6-fosfato deshidrogenasa (G-6PD) conocida como favismo, que es una enfermedad hemolítica que se observa en personas con deficiencia de esta enzima. Esta enzima proporciona equivalentes de reducción cruciales y capaces de suprimir la oxidación excesiva y la hemólisis intensiva.
- 2.- En embarazos tempranos, por algún riesgo mutagénico.
- 3.- En pacientes con hipertiroidismo, trombocitopenia y una seria inestabilidad cardiovascular.
- 4.- Cuadros convulsivos o hemorrágicos.
- 5.- Evitar el contacto con las vías aéreas por su efecto tóxico con el epitelio pulmonar.

(Bocci, 2005, pp. 81-82; Viebahn, 2002, p. 11, 47)

#### 2.2.4 Formas de aplicación

De acuerdo a sus indicaciones, se han descrito varias formas de aplicación del ozono para cada tipo de alteración. Existe la aplicación sistémica y tópica o directa. Estas formas de aplicación se explican en las tablas 1 y 2.

**Tabla 1.- Ozono Médico Sistémico: Aplicación - Indicación - Efecto**

<b>SISTÉMICA</b>		
<b>APLICACIÓN</b>	<b>INDICACIÓN</b>	<b>EFECTO</b>
<b>Autohemoterapia mayor.-</b> con reinfusión IV de la misma sangre del paciente.	Para trastornos circulatorios arteriales, infecciones virales, terapia coadyuvante en pacientes con carcinoma, geriatría (Artritis Reumática).	1.- Activación del metabolismo de la células sanguíneas rojas con incremento del metabolismo de 2,3 DPG y ATP, y

		<p>liberación de O<sub>2</sub>.</p> <p>2.- Activación de células inmunocompetentes con liberación de citocinas.</p> <p>3.- Incremento de la capacidad antioxidativa.</p> <p>4.- Modulación del sistema inmune.</p>
<p><b>Autohemoterapia menor.</b>- como tratamiento extracorpóreo o inyección IM.</p>	<p>Alergias, acné furunculosis, terapia adyuvante de cáncer.</p>	<p>1.- Activación no específica del sistema inmune.</p>
<p><b>Insuflación Rectal</b></p>	<p>Trastornos circulatorios arteriales, terapia equivalente en cáncer, hepatitis, inmunoactivación.</p>	<p>1.- Activación del metabolismo de la células sanguíneas rojas con incremento de 2,3 DPG y ATP, y liberación de O<sub>2</sub>.</p> <p>2.- Activación de células inmunocompetentes con liberación de citocinas.</p>
<p><b>Pápulas paravertebrales e inyecciones IM</b></p>	<p>Síndrome mio-traumático, miogelosis.</p>	<p>1.- Activación del metabolismo celular con incremento de ATP.</p> <p>2.- Activación de antioxidantes.</p>

<b>Inyección intraarticular y periarticular</b>	Artritis reumatoide, artrosis de rodilla, gonartrosis, trastornos traumáticos de rodilla.	1.- Efecto antiinflamatorio. 2.- Activación de células cartilaginosas e inmunocompetentes. 3.- Liberación de TGF-Beta
<b>Otras aplicaciones: intraperitoneal e intrapleural</b>	Preventiva tras peritonitis séptica	1.- Efecto bactericida 2.- Activación de células inmunocompetentes con liberación de citocinas.

Tomado de: Viebahn, 2002, p. 45

**Tabla 2.- Ozono Médico Tópico: Aplicación - Indicación - Efecto**

<b>TÓPICA</b>		
<b>APLICACIÓN</b>	<b>INDICACIÓN</b>	<b>EFEECTO</b>
<b>Baño de gas transcutáneo en bolsas o botas plásticas resistentes al O3</b>	Para dermatosis, infecciones micóticas, úlceras de decúbito, heridas con baja cicatrización, fístulas, gangrenas y quemaduras	1.- Efecto bactericida, fungicida. 2.- Mejoramiento de la cicatrización. 3.- Inmunoactivación (TGF-Beta).
<b>Agua ozonizada y compresas de spray</b>	Quemaduras recientes, infecciones fúngicas, herpes, otitis. En odontología para infecciones bucales, luego de	1.- Limpieza de heridas. 2.- Efectos antiinflamatorios.

	extracciones dentales, aftas, parodontosis.	3.- Activación del metabolismo celular. 4.- Inmunoadactivación (TGF- Beta)
--	---	---

Tomado de: Viebahn, 2002, pp. 46-47

### 2.3 Enfermedad articular y ozonoterapia

Las artropatías son las enfermedades que afectan a las articulaciones, su diagnóstico y tratamiento es de relevancia en la práctica veterinaria. Es necesario diferenciar aquellas que se resuelven quirúrgicamente y las que no, para poder dar el tratamiento de preferencia. Las artropatías pueden afectar a perros de todas las razas y edades a partir de un año, siendo la osteoartritis la más frecuente con una estimación de presentación de un 20% de los perros de a partir de un año de edad (Fossum, 2009, pp. 1142-1143).

Las infiltraciones de ozono intraarticulares llevadas a cabo en casos de artritis o artrosis, tienen la capacidad para reaccionar con fluidos intersticiales generando así la producción de peróxido de hidrógeno y radical hidroxilo que provocan un incremento de los mecanismos antioxidantes como la dismutasa superóxida (SOD), glutatión peroxidasa (GSH-Px) y catalasa (CAT); eliminan radicales libres y mediadores de inflamación para así detener el proceso y el dolor generado. Adicionalmente, se activa el factor B de crecimiento transformante (TGF-B) el cual se encarga de estimular a las células cartilaginosas para sintetizar proteínas matrix que van a favorecer el proceso de reparación cartilaginosa, aunque este es muy limitado (Viebahn, 2002, pp. 86-91; Hidalgo, Torres, 2013, p. 296).

### 2.4 Estructura anatómica de la articulación de la rodilla

La articulación de la rodilla es una articulación alternativa, compuesta, incongruente e incompleta conformada por dos secciones anatómicas articulares:

- Articulación femorotibial
- Articulación femorrotuliana

(König, Liebich, 2004, p.227)

Para entender la articulación de la rodilla, es importante detallar las estructuras óseas que la involucran, entre las cuales se pueden describir:

- Cóndilo medial del fémur
- Labio medial de la tróclea del fémur
- Fosa intercondilar del fémur
- Cabeza del peroné
- Tuberosidad tibial
- Surco tibial
- Cóndilo medial de la tibia
- Cóndilo lateral de la tibia
- Eminencia intercondilar
- Fabela
- Rótula

(Laborda, Gil, Gimeno, Unzueta, 2005, p. 86)

La articulación femorotibial es una articulación alternativa, incongruente e incompleta en donde los cóndilos del fémur se oponen a la superficie articular proximal de la tibia. Es una articulación sinovial funcionalmente troclear que presenta dos meniscos para cada cóndilo además de ligamentos intracapsulares (König, Liebich, 2004, p. 227; Laborda et al., 2005, p. 84).

Esta articulación presenta movimientos de flexión y extensión funcionando como una tróclea, además de limitados movimientos de rotación gracias a la capacidad de desplazamiento de los meniscos (articulación alternativa incompleta) gracias a una mayor proximidad entre los cóndilos de ambos huesos (König, Liebich, 2004, p. 227; Laborda et al., 2005, p. 85).

La característica más distintiva de la articulación de la rodilla es la comunicación libre de los compartimientos sinoviales, por lo que una sola inyección intraarticular llegará a todas las partes de la cavidad. La forma más conveniente de entrar a la cápsula articular es desde la cara lateral, caudal a la almohadilla de grasa interpuesta entre el ligamento patelar y la membrana sinovial (Dyce, Sack, Wensing, 2012, p. 494).

La cápsula articular es una estructura amplia que se fija a los bordes de la articulación y a los bordes externos de los meniscos de manera que encierra ambos cóndilos, con un gran receso infrarrotuliano. La porción interna de la cápsula articular se introduce entre las apófisis articulares dando así lugar a la formación de una cavidad sinovial propia para cada cóndilo, la bolsa articular lateral rodea al tendón del músculo poplíteo y al tendón de origen del músculo extensor digital largo del pie; mientras que la bolsa articular medial se comunica con la cavidad de la articulación femorrotuliana incluidos en esta los huesos sesamoideos (König, Liebich, 2004, pp. 227-229; Laborda et al., 2005, p. 88).

La articulación femorrotuliana es una articulación deslizante en donde la rótula se articula a la tróclea del fémur, presenta una cápsula articular amplia que se introduce debajo del tendón terminal del músculo cuádriceps femoral. En esta articulación tenemos ligamentos que fijan la rótula al fémur los cuales son:

- Retináculos rotulianos.- es una fascia que se extiende entre el tendón del músculo cuádriceps femoral, la cara lateral y base de la rótula, los cóndilos del fémur y la tróclea de la tibia.
- Ligamentos femorrotulianos lateral y medial.- el ligamento lateral nace en el eicóndilo homónimo del fémur y discurre hacia el ángulo lateral de la rótula, mientras que el ligamento medial une la rótula con el epicóndilo medial del fémur.

- Ligamento rotuliano.- se encuentra entre la rótula y el extremo proximal de la tibia, justo por debajo de este se encuentra el cuerpo adiposo infrarrotuliano.

(König, Liebich, 2004, pp. 231-232)

En resumen, la rodilla conforma una articulación compleja en donde se encuentran estructuras óseas y de tejido blando las cuales brindan movilidad a esta articulación, entre las estructuras blandas de la articulación se encuentra:

- Tendón de inserción del músculo cuádriceps femoral.
- Ligamento rotuliano que se fija en el surco de la tuberosidad de la tibia.
- Los ligamentos femoropatelares lateral y medial, los cuales vinculan la rótula a las fabelas lateral y medial.
- Ligamento tibioperoneo proximal que une a la cabeza del peroné con la carilla lateral de la tibia.
- Los ligamentos colaterales, lateral y medial que unen al fémur y la tibia, limitando los movimientos de esta articulación para que sea una tróclea funcional.
- Ligamento cruzado craneal que une la superficie interna del cóndilo lateral del fémur con la parte craneal de la eminencia intercondilar de la tibia.
- Ligamento cruzado caudal que une la superficie interna del cóndilo medial del fémur con la parte caudal de la eminencia intercondilar de la tibia.

(Laborda et al., 2005, p. 88; Gil, Gimeno, Laborda, Nuviala, 2012, pp. 200-207; König, Liebich, 2004, pp. 227-232)

Aunque está completamente hiperextendida del todo en algunas fases de la locomoción, el fémur y la tibia nunca se disponen en línea recta. En perros el ángulo caudal de la articulación no se abre más de los 150 grados. En algunas razas como los Toys, existe una gran tendencia para la luxación medial de la

patela por una tracción del cuádriceps sobre el eje de la tróclea femoral, por lo que si la luxación es intermitente o permanente provoca que se arrastre el miembro (Dyce et al., 2012, pp. 492-494).

## **2.5 Artropatías en caninos**

Las artropatías pueden estar muy relacionadas a la edad de los animales, predisposición racial, condición corporal (animales obesos); entre las razas predisponentes a artropatías tenemos los perros que crecen de una manera rápida como mastín, gran danés, golden, labrador y pastor alemán, así como también animales condrodistróficos como teckel, french poodle, yorkshire terrier, shih tzu (Houlton, Cook, Innes, Langley-Hobbs, 2012, pp. 111-112).

Los animales con artropatías articulares pueden presentarse con cojeras, anomalías en la marcha, cambio en la postura al acostarse o levantarse, rehusar al ejercicio o claudicación al inicio o final de realizar una actividad, evidencias de hinchazones anormales o atrofia muscular que haya visto el propietario (Nelson, Couto, 2010, pp. 1119 - 1120).

Los animales con dolor específico, marcha rígida, fiebre de origen desconocido, que rechazan a realizar ejercicio, se les debe realizar una exploración física cuidadosa en un intento de localizar una región dolorosa o inflamada. Dentro de esta valoración para articulaciones con un trastorno degenerativo o erosivo se deben realizar movimientos de flexión y extensión para revelar restricción del rango de movimiento y crepitación, que indican desgaste articular, presencia de osteofitos u otros cambios periarticulares, además de realizar movimientos de cajón para la valoración de la integridad de los ligamentos de sostén (Nelson, Couto, 2010, pp. 1119 - 1120).

La palpación y manipulación del miembro a estudio es fundamental para detectar anomalías en el aparato musculoesquelético. Para evaluar rodilla en primer lugar se observa al animal para verificar cambios en la postura o anomalías de conformación. Se observa la distribución de peso en los

cuatro miembros así como su desplazamiento. Esta se manipula en todo sus rangos de movimiento, determinando aumento o descenso de la flexión, extensión, rotación interna y externa, presencia de crépitos o dolor. Los crépitos se presentan cuando hay un daño a nivel de menisco o enfermedad articular degenerativa concomitante (Santoscoy, 2008, pp. 27- 33).

Como una manera de ayuda diagnóstica para artropatías articulares, se puede establecer alguna actividad que antes un animal podía realizar sin ninguna dificultad y que ahora no la puede llevar a cabo (subir escaleras, correr, realizar saltos), en cualquiera de estos casos el propietario puede dar a conocer si el animal ya no realiza esa actividad porque no quiere o porque no puede (Houlton et al., 2012, p. 112).

Dentro del examen y valoración física se pueden realizar los siguientes procedimientos:

- Observar al paciente tanto en estación como en marcha, observar que extremidad presenta claudicación, postura al momento de sentarse y levantarse, signos de atrofia muscular.
- Palpar las articulaciones en busca de calor, dolor o hinchazón (signos cardinales de la inflamación), siempre palpando las dos articulaciones para tener un medio comparativo, estas palpaciones nos ayudarán a determinar el tipo de textura que hay en la articulación (texturas óseas, tejidos blandos o líquidos).
- Movimientos de flexión y extensión en busca de dolor al movimiento y crepitaciones.

(Houlton et al., 2012, p. 112)

La técnica radiológica se puede utilizar en cualquier paciente que se sospeche de artritis, teniendo en cuenta la valoración completa de la articulación, en donde se puede observar articulaciones sin anomalías, con evidencia de inflamación de tejidos blandos, con evidencia de proliferación de hueso nuevo o

con evidencias de erosión articular; se debe recalcar que los signos radiográficos no son patognomónicos de una causa concreta de cojera, siempre deben ir de la mano con otro tipo de diagnóstico, principalmente de la valoración física (Houlton et al., 2012, p. 113).

Otra técnica complementaria para el diagnóstico de artropatías articulares es la valoración del líquido sinovial por medio de la sinoviocentesis, es una técnica muy efectiva y fácil de realizar para el diagnóstico de artritis. Esta valoración se la puede realizar de manera macroscópica determinando turbidez, viscosidad, color, además de una evaluación citológica, y en casos de sospecha de artritis infecciosa un cultivo con antibiograma (Houlton et al., 2012, p. 113).

Los trastornos en las articulaciones se dividen en dos categorías:

#### 2.5.1 Artropatías no inflamatorias

Se encuentran procesos del desarrollo, degenerativos, neoplásicos y traumáticos.

**Artropatía Degenerativa (APD):** también considerada osteoartritis (OA), es un trastorno crónico y progresivo de las articulaciones que produce lesión del cartílago articular y cambios degenerativos y proliferativos del tejido periarticular (Nelson, Couto, 2010, p. 1127).

Las causas más frecuentes para osteoartritis siempre están relacionadas a procesos secundarios a otras anomalías como traumatismos, trastornos ortopédicos del desarrollo, laxitud o inestabilidad articular, osteocondrosis, además de la incidencia de alteraciones de la articulación en animales post-operatorios de rodilla (Houlton et al., 2012, p. 113). La osteoartritis primaria es propiamente relacionada a la vejez o a trastornos de tendencia congénita (Fossum, 2009, p. 1155).

Para el conocimiento total de la OA es importante conocer previamente el metabolismo de los tejidos articulares, el cual está conformado por líquido sinovial, ligamentos, grasa y cartílago (Houlton et al., 2012, p. 113). Los movimientos articulares anormales aumentan la carga y tensión sobre el cartílago, la capa superficial se fibrosa y se fisura pudiendo extenderse hasta el hueso subcondral. Estos fragmentos pueden dar lugar a una respuesta inflamatoria en la membrana sinovial. Los condrocitos quedan afectados, disminuyen los proteoglicanos de la matriz y se daña la red de fibras de colágeno. El cartílago sigue viéndose afectado por las cargas lo que hace que continúe la inflamación y degradación ocasionando problemas en la funcionalidad y produciendo dolor (Fossum, 2009, pp. 1155-1156).

Mientras existen procesos degenerativos en la OA, también se realizan procesos de reparación en el cartílago, los cuales pueden ir desapareciendo conforme la edad por lo que se puede relacionar a la OA con el envejecimiento. Por lo que en etapas iniciales de la OA el cartílago presenta un mayor grosor de lo normal producido por un anabolismo marcado del cartílago aumentando los componentes de la matriz extracelular, aumento en la vascularidad de los tejidos, pero que en etapas posteriores va disminuyendo hasta perder el grosor y su consistencia, ocasionando dolor y rigidez articular (Houlton et al., 2012, p.114).

**Gonartrosis:** Considerada así a la artrosis de la articulación de la rodilla, producida por una degeneración del cartílago articular ocasionada por trastornos de orden estático o secuelas de procesos postraumáticos, postoperatorios o infecciosos.

En las artrosis de rodilla que no presentan cuadros críticos o de gran avance se pueden controlar con terapias medicamentosas como analgésicos y por medio de fisioterapia para conseguir un fortalecimiento muscular y una reducción de peso; solo se deberá replantear el

tratamiento a un procedimiento quirúrgico o con glucocorticoides en el caso de que la afección persista (Bustamante, s.f ).

### 2.5.2 Osteoartrosis secundarias

Existen alteraciones que pueden afectar la estabilidad de la articulación de la rodilla afectando la distribución de las cargas y por ende, de forma secundaria el cartílago articular.

#### **Luxación de Patela**

Las luxaciones consisten en la pérdida completa de la congruencia normal entre las superficies articulares de dos huesos, mientras que las subluxaciones son aquellas en las que existe todavía cierto grado de aposición. La luxación de la patela se caracteriza por un mal alineamiento de la patela con la tróclea, provocando dolor y debilidad funcional en el perro (García, 2013).

La subluxación y luxación de la rótula puede tener origen traumático o congénito. La congénita es más común en razas pequeñas en las que se produce en sentido medial en un 80% de las ocasiones acompañada por deformación del fémur y de la tibia. En razas grandes y gigantes la luxación de rótula congénita o asociada a alteraciones del desarrollo suele ser lateral (García, 2013).

La claudicación aguda en los pacientes que sufren luxación patelar crónica puede estar asociada a la rotura de ligamento craneal cruzado. Para la determinación de luxación patelar es necesario que el paciente se encuentre decúbito lateral para así, tomar la patela con el pulgar, índice y medio de una mano y con la otra mano la tibia. Se evalúa el grado de dolor y crépito durante movimientos de flexión y extensión. Se detecta ya que se produce una sensación de brinco o chasquido en la articulación. Cuando una articulación se encuentra normal, la patela puede desplazarse suavemente pero no se luxa (Santoscoy, 2008, pp. 34-36).

## **Ruptura del ligamento craneal cruzado y caudal**

Hace referencia a los desgarros completos o parciales del ligamento, que se encarga de limitar los giros externos del fémur cuando la tibia se encuentra fija, así como evita la rotación interna de la tibia cuando el fémur está fijo. Se divide en dos bandas: la craneomedial y la caudolateral; el ligamento cruzado craneal también limita los movimientos del fémur hacia atrás cuando la tibia se encuentra fija, o el deslizamiento hacia adelante de la tibia cuando el fémur está fijo. El ligamento cruzado caudal limita el deslizamiento hacia adelante del fémur cuando la tibia está fija, o el deslizamiento hacia atrás de la tibia cuando el fémur está fijo (Fossum, 2009, pp. 1154-1155; Laborda et al, 2005, p. 90).

El daño de estos ligamentos se ve asociado a la edad, principalmente en caninos de razas grandes; a anomalías como extremidades posteriores rectas; procesos traumáticos por hiperextensión y rotación del miembro. Estas lesiones producen cojera e inestabilidad patelar con signos radiológicos progresivos de osteoartritis (degeneración del cartílago, presencia de osteofitos y fibrosis, esclerosis subcondral) (Fossum, 2009, pp. 1154- 1155).

Para la valoración de la funcionalidad de estos dos ligamentos en una valoración clínica se recurre a la prueba del cajón, la cual consiste en realizar movimientos de desplazamiento craneal y caudal de la tibia, luego de sujetar con una mano el fémur y con la otra realizar el desplazamiento de la tibia. Si se logra el desplazamiento hacia craneal o caudal, se confirma la rotura de los ligamentos (Laborda et al, 2005, p. 90).

### **2.5.3 Artropatías inflamatorias**

Producidas por procesos inmunomediados o infecciosos.

## Artritis

La artritis es una artropatía inflamatoria producida por un proceso infeccioso, que puede ser generalizado por propagación de agentes bacterianos en neonatos por onfaloflebitis, animales inmunosuprimidos o en perros con artropatía poliarticular preexistente. La artritis monoarticular es mucho más común debido a una inoculación directa de bacterias en una articulación, sea esta luego de un procedimiento quirúrgico, la mordida de un perro, penetración de un cuerpo extraño o un trauma (Nelson, Couto, 2010, p. 1129).

En procesos de artritis existen diversos factores y agentes que interfieren en la artropatía; es así que dentro de agentes infecciosos más comunes tenemos *Staphylococcus* spp., *Streptococcus* spp., y agentes coliformes; otra característica de la artritis es que es mucho más común en perros de raza grande o gigante y que afecta mucho en mayor proporción a perros machos que en hembras (Nelson, Couto, 2010, p. 1129).

Los animales con artritis séptica generalmente se encuentran deprimidos en estado febril. La articulación afectada se puede encontrar edematizada con mucho dolor a la palpación y en ocasiones con derrame o efusión de líquido sinovial, además de una alteración de los huesos largos próximos a la articulación. Para el diagnóstico se puede hacer una citología o cultivo de líquido sinovial, sangre u orina; en la valoración macroscópica una muestra obtenida por artrocentesis puede ser de color amarillo, de aspecto nublado o con sangre, con una menor viscosidad por una alteración de la actividad enzimática debido a los procesos antiinflamatorios de la células (Nelson, Couto, 2010, p. 1129).

Como tratamiento se recomienda una terapia rápida de antibióticos y la remoción del acúmulo de enzimas y fibrina con la ayuda de antiinflamatorios, que pueden ser administrados en primera instancia por

vía parenteral, para luego prolongar el tratamiento por vía oral (Nelson, Couto, 2010, p. 1130).

### **Las artritis inmunomediadas: erosivas y no erosivas**

Las poliartritis no erosivas inmunomediadas se producen como consecuencia de la deposición de complejos inmunes dentro de la membrana sinovial, ocasionando una sinovitis; principalmente, se produce como un síndrome idiopático pero también puede ser evidente y característico del lupus eritematoso sistémico, de infecciones crónicas o neoplasias (Nelson, Couto, 2010, pp. 1119-1121).

Por el contrario, las artritis erosivas, parecidas a las artritis reumatoides en personas, ocasionan inflamación, destrucción y deformidad articular gracias a la formación de complejos autoinmunes en la cápsula articular que forma tejido de granulación vascular (Nelson, Couto, 2010, p. 1138).

## **2.6 Signos clínicos**

Como se ha señalado anteriormente en el desarrollo de los capítulos algunos signos clínicos de la enfermedad degenerativa de la rodilla ya han sido nombrados, siendo así que en la mayoría de las alteraciones articulares los signos son similares; dentro de los principales signos clínicos característicos se encuentran:

- Inactividad
- Rigidez del miembro o de los miembros posteriores
- Claudicación
- Resistencia a hacer ejercicio
- Atrofia muscular
- Reducción de la amplitud de movimientos (flexión y extensión de la extremidad)
- Crepitaciones

- Alteraciones de la marcha (reducción de la longitud de paso)
- Alteraciones de comportamiento (agresión por dolor, reducción general de actividad)
- Desplazamiento de cargas

(Houlton et al., 2012, p. 115)

También hay algunos signos clínicos poco evidentes para el propietario pero que demuestran problemas articulares crónicos como:

- Fiebre
- Hinchazón de la articulación
- Calor en la articulación

(Nelson, Couto , 2010, p. 1127)

## **2.7 Cambios radiográficos**

La imagenología resulta en un método importante para ver las afectaciones articulares pero los cambios que se dan en muchos trastornos son similares por lo que no es el método más específico. Además, la no presencia de cambios radiográficos no verifica que la articulación se encuentre normal o sana, ya que esta técnica carece de sensibilidad para determinar trastornos leves o moderados del cartílago (Fossum, 2009, p. 1144).

Los signos radiográficos para enfermedad articular degenerativa son inespecíficos por lo que se debe complementar con otro tipo de técnicas diagnósticas; entre los cambios que se pueden encontrar en una placa radiográfica son:

- Osteofitosis, se constituye en una mineralización irregular de los bordes óseos cercanos a la inserción capsular y en la propia cápsula.
- Entensofitosis, es una mineralización irregular que se presenta en los tejidos blandos periarticulares , ligamentos y tendones.
- Mineralización intraarticular

- Esclerosis subcondral, se define como el aumento de la densidad ósea bajo el hueso que se encuentra bajo el cartílago articular.
- Quistes subcondrales (geodas), éstos aparecen en estadios más avanzados como respuesta ósea por el daño ocasionado.

(Houlton et al., 2012, p.115; Liste, 2010, p.270)

## **2.8 Alteraciones en líquido articular**

El líquido sinovial se constituye como un ultrafiltrado del plasma con un alto contenido de ácido hialurónico. Contiene un 95% de agua y el resto lo componen sales, proteínas y mucopolisacáridos (polímeros de ácido hialurónico). Se encuentra en las articulaciones móviles, llamadas diartrosis, las cuales están encerradas en una cápsula articular fibrosa revestida de una membrana sinovial encargada de producir células especializadas (sinoviocitos tipo A (SA) y sinoviocitos tipo B (SB)). Sus funciones son lubricar, nutrir y reducir el impacto de compresión en las articulaciones (Strasinger, Di Lorenzo, 2008, p. 217).

Los sinoviocitos de tipo A son células macrófagas capaces de remover antígenos y desechos. Los de tipo B son células fibroblásticas encargadas de sintetizar hialuronán y enzimas degradativas. Ambas producen citocinas y otros mediadores inflamatorios. La liberación de éstos se producen por el daño a los condrocitos y ocasiona un aumento en la permeabilidad de la vasculatura sinovial incrementando así el contenido proteico de la sinovia (Santoscoy, 2008, pp. 277-279).

La obtención del líquido se realiza mediante artrocentesis. La aspiración debe realizarse bajo anestesia o sedación (en función del carácter de cada paciente), con asepsia, con el tamaño de aguja adecuado para cada paciente y con la técnica adecuada para cada tipo de articulación (Strasinger, Di Lorenzo, 2008, p. 218).

El líquido articular puede resultar en un excelente indicador de diferentes patologías que afectan a las articulaciones (inflamatorias, no inflamatorias, infecciosas e inmunomediadas); sin embargo, su análisis siempre debe ir acompañado de otras pruebas diagnósticas como estudios radiográficos, cultivos bacterianos, serología, entre otros; además se debe contar con la historia clínica del animal y realizar un examen físico completo. Las pruebas de laboratorio pueden verse limitadas por el volumen de muestra obtenida (Cowell, Tyler, Meinkoth, DeNicola, 2008, p. 195).

Los cambios en líquido articular son resultado de la fagocitosis existente de proteoglicanos y fragmentos de colágeno por parte de los sinoviocitos. Estos a su vez se estimulan a producir citocinas y metaloproteinasas que hacen que se mantenga el daño del cartílago (Santoscoy, 2008, p. 278). En los hallazgos citológicos se puede evidenciar la presencia de fagocitos mononucleares, neutrófilos no degenerados y degenerados más microorganismos (Fossum, 2009, p. 1145).

Las características del líquido sinovial en la OA puede cambiar a medida que progresa la enfermedad, en un inicio puede haber una cantidad importante de líquido sinovial, pero conforme avance la enfermedad el volumen de líquido puede verse disminuido, viscosidad por debajo de lo normal y color amarillo pálido o blanco y transparente (Houlton et al., 2012, p. 115).

Las alteraciones que se pueden observar en el líquido sinovial se relacionan directamente con los parámetros a evaluar:

#### 1. Volumen

El volumen a obtener está en función de la articulación y el tamaño del animal. En pacientes caninos clínicamente sanos se puede obtener entre una gota a 1 ml; mientras que en gatos de una gota a 0,25 ml.

## 2. Color

El color es por lo general transparente. En caso de obtención de una muestra con sangre, es fundamental diferenciar entre una hemartrosis y una contaminación iatrogénica. Puede adquirir un color amarillo oscuro en caso de inflamaciones o adquirir un tinte verdoso en el caso de artritis bacterianas.

## 3. Turbidez

La turbidez se encuentra alterada cuando hay un aumento en la celularidad del líquido.

## 4. Viscosidad

La alta concentración de ácido hialurónico de la sinovia convierten a ésta en una sustancia con elevada viscosidad. Para determinarla se puede usar un viscómetro o realizar la prueba de Ropes o de coágulo de mucina, agregando una solución de ácido acético (2-5%). Si se reduce la polimerización del ácido hialurónico, el coágulo se vuelve más frágil y aumenta la turbidez del sobranate. Es mejor evaluar la viscosidad al momento de la extracción ya que cuando se pone en un tubo con EDTA tiende a disminuir.

Patológicamente, la viscosidad tiende a disminuir en casos de artritis debido a que se ve afectada la producción de ácido hialurónico y su capacidad de polimerizarse

## 5. Proteínas totales

La refractometría puede resultar errónea en su medición por lo que se recomienda realizar un análisis cuantitativo. En animales clínicamente sanos se estima una concentración que oscila entre 1.8 a 4.8 g/dL. Se debe evitar la formación de coágulo por lo que se recomienda hacer la evaluación inmediatamente después de la extracción. Si un animal forma coágulo inmediatamente después de la extracción puede deberse a la presencia de una hemorragia intraarticular o una inflamación con aumento de la permeabilidad vascular y exudación proteica.

(Cowell et al., 2008, pp. 195-207; Strasinger, Di Lorenzo, 2008, p. 219)

## 6. Examen citológico

El examen citológico contempla la identificación de células como por ejemplo los sinoviocitos, leucocitos, glóbulos rojos y reporte de material proteináceo. Un frotis de una gota de líquido sinovial es normal que contenga aproximadamente dos células por campo con un lente de 40X. La celularidad para frotis directos se categoriza como normal; ligeramente incrementada; moderadamente incrementada; marcada.

Las células nucleadas deben ser categorizadas en polimorfonucleares (PMN) como los neutrófilos o eosinófilos y mononucleares (MN) que engloba linfocitos, monocitos y macrófagos y células de revestimiento sinovial. Esta diferenciación celular es reportada en valores porcentuales y son incorporadas dentro de una interpretación de conteo total de células nucleadas.

Realizando una concentración celular obtenida por centrifugado la sinovia normal de un canino reportaría: 5% - 12% de neutrófilos, eosinófilos ausentes, linfocitos 3% - 28%, mononucleares 64%.

(Cowell et al., 2008, pp. 202-203)

## 2.9 Manejo del dolor e inflamación en artropatías

El tratamiento de artropatías, va desde la administración de fármacos antiinflamatorios y condroprotectores hasta la intervención quirúrgica o modificaciones en los hábitos de vida. No obstante, el mejor tratamiento es el preventivo. Llevar a cabo una dieta equilibrada para controlar la obesidad de las mascotas es primordial para evitar una sobrecarga articular; adicionalmente, el ejercicio moderado permite controlar la función de las articulaciones y aumentar la masa y fuerza muscular (Villagrasa, 2014).

### 2.9.1. Antiinflamatorios no Esteroides (AINES)

Su acción se basa en reducir los mediadores proinflamatorios inhibiendo la ruta de la Ciclooxygenasa 1 y 2 (COX 1 y 2) previniendo la síntesis de prostaglandinas responsables del dolor y la inflamación. Al inhibir la COX-1 se

bloquean las respuestas fisiológicas del sistema renal y gastrointestinal por lo que los que lo hacen significativamente podrían ocasionar nefrotoxicidad y/o úlceras gástricas. Los antiinflamatorios no esteroideos más empleados en medicina veterinaria son el carprofeno, meloxicam, deracoxib, entre otros y se enfocan en la inhibición preferentemente de la COX-2. Obteniendo así un efecto analgésico y antiinflamatorio. No obstante, es necesario advertir a los dueños que éstos pueden causar problemas gastrointestinales, renales y hepáticos si son empleados de una forma incorrecta y por largos periodos de tiempo (Fossum, 2009, pp. 1147-1149; Nelson, Couto, 2010, p. 1128).

Dentro de los AINES utilizados para procesos de osteoartritis se puede recomendar el uso del carprofeno, que corresponde a la clase de los ácidos propiónicos con propiedades analgésicas y antipiréticas. Se ha demostrado que es clínicamente efectivo para osteoartritis y controlar el dolor asociado a tejidos blandos y cirugía ortopédica en caninos. Es utilizado a una dosis de 2.2 mg/Kg dos veces al día por vía oral postprandial. Se recomienda que en los animales sometidos a terapias con este AINES, se les realice un análisis hematológico, serológico y un perfil renal durante la aplicación del tratamiento.

Otro AINES potente es el Ketoprofeno con una excelente capacidad analgésica, antiinflamatoria y antipirética, muy utilizado para el tratamiento de los estados inflamatorios y dolorosos de los sistemas osteoarticulares y musculoesqueléticos como artritis, luxaciones, artrosis, traumatismos. Su dosis es de 1 mg/Kg una vez al día durante una comida por 3 a 5 días consecutivos; en padecimientos crónicos (osteoartritis crónica) la dosis diaria será de 0.25 mg/Kg al día por 30 días, y pudiendo llegar hasta máximo 90 días.

#### 2.9.2. Condroprotectores

- **Condroitín sulfato (Artroflex®).** Fórmula condroprotectora que junto con el queratán sulfato, dermatán sulfato, heparina, heparán sulfato, ácido hialurónico, glucosamina, colágeno, metionina y ácidos grasos (Omega 3) ayuda a mantener la elasticidad y resistencia del cartílago gracias a sus características antioxidantes, regeneradoras y

antiinflamatorias previniendo y tratando problemas osteoarticulares (Sanidad Animal Bayer, s.f). Este fármaco actúa como precursor de la síntesis de matriz hialina aliviando así el dolor articular asociado (Fossum, 2009, p. 1147).

- **Hialuronato de sodio (Suprayhal®)**. Es un glicosaminoglicano que conforma la sinovia que otorga elasticidad y lubricación del cartílago articular. Se emplea como coadyuvante al tratamiento de osteoartrosis de rodilla ya que tiene un efecto positivo en la síntesis de proteoglicanos. El hialuronato de sodio ayuda a mejorar la función articular gracias a la disminución del dolor así como también ayuda a la normalización de la sinovia alterada. Este producto es administrado intraarticular (Socreum, 2015).

## **2.10 Recomendaciones para pacientes post tratamiento con ozonoterapia**

Los pacientes con problemas articulares deben evitar el desarrollo de la obesidad gracias a la mantención de una actividad física controlada sobre todo en superficies de bajo impacto como el césped o la arena. Manejar una buena dieta y si es posible un balanceado específico para problemas de tipo articular. El uso de condroprotectores está indicado con la finalidad de dar una mejor calidad de vida y el uso de analgésicos puede ser empleado en las etapas de mayor dolor (Santoscoy, 2008, p. 283).

En el presente estudio se recomendó al propietario de cada paciente llevar a cabo un control sobre la actividad en casa. Evitar saltos bruscos y un excesivo ejercicio como el subir un gran número de escaleras. Adicionalmente, se propuso la posibilidad de llevar a cabo un fortalecimiento muscular con paseos moderados y actividad en agua si era factible.

## **Capítulo III: Materiales y métodos**

### **3.1 Ubicación geográfica**

El presente estudio comprendido por valoración clínica, análisis citológico y terapia con ozono se desarrolló en las instalaciones de la Clínica Veterinaria de la Universidad de las Américas ubicada en la ciudad de Quito, Provincia de Pichincha localizada en la región Sierra Norte del Ecuador en latitud: S 0° 20' / S 0° 10' y longitud: W 78° 45' / W 78° 30' (IGM, 2013).

### **3.2 Diseño experimental**

La investigación llevada a cabo es un estudio descriptivo longitudinal de casos en pacientes caninos con enfermedad articular de rodilla remitidos a la Clínica Veterinaria de la Universidad de las Américas en el periodo Diciembre 2014-Junio 2015.

Se aplicó una terapia con ozono de 3 sesiones con 1-2/intervalos por semana en 7 pacientes que entraron al estudio. Se realizó un examen físico clínico y una valoración de funcionalidad articular de todos los animales en cada una de las sesiones. Se procedió a la sedación de los pacientes para un correcto manejo en la extracción de líquido sinovial y aplicación del tratamiento con ozono.

La artrocentesis en rodilla se realizó en la primera y última sesión para su análisis citológico. Posteriormente se aplicó ozono intraarticular en cada uno de los intervalos y finalmente se revirtió la sedación con un fármaco antagonista.

Se reportaron los cambios observados en el grupo de estudio.

Se evaluaron clínicamente un total de 11 caninos, de los cuales se determinó como unidad experimental el grupo de animales (n=7) que cumplieron con los criterios de inclusión; 3 de los pacientes se consideraron en criterios de salida; y, 1 en criterios de exclusión.

***Criterios de inclusión***

- Pacientes que presenten luxación patelar.
- Pacientes que presenten distensión de ligamento craneal cruzado.
- Pacientes gerontes con proceso degenerativo crónico.
- Pacientes post quirúrgicos de rodilla.
- Pacientes de razas medianas y pequeñas.

***Criterios de exclusión***

- Pacientes que presenten alteraciones concomitantes a nivel de cadera.
- Razas grandes y gigantes.
- Pacientes con medicación condroprotectora vía infiltrativa 3 meses.
- Pacientes con medicación antiinflamatoria/condroprotectora vía oral 2 semanas.

***Criterios de salida***

- Excluidos del estudio por mortalidad.
- Ausencia a periodicidad de sesiones.
- Presentación de efectos adversos al tratamiento.
- El dueño pide salida voluntaria del estudio.

**3.3 Materiales****3.3.1 Materiales e insumos**

- Guantes de examinación
- Jabón
- Clorhexidina
- Alcohol
- Gasas
- Algodón
- Jeringas 1 ml
- Jeringas 3 ml
- Jeringas 5ml

- Agujas hipodérmicas #21G x 1 ½”
- Agujas hipodérmicas #22G x 1 ½”
- Agujas hipodérmicas #23G x 1”
- Agujas hipodérmicas #24G x1”
- Portaobjetos
- Cubreobjetos
- Tinción Diff Quick®
- Medio de montaje para citología (resina sintética)
- Filipina
- Mandil

### 3.3.2 Instrumentos y equipos

- Fonendoscopio
- Termómetro digital
- Rasuradora portátil
- Generador de ozono Domo 400®
- Tanque de oxígeno M6B 164L
- Manómetro para tanque de oxígeno Drive®
- Microscopio óptico binocular
- Cámara digital

### 3.3.3 Fármacos

- Xilacina
- Yohimbina
- Tramadol clorhidrato

## 3.4 Métodos

### 3.4.1 Examen físico clínico

Se evaluó clínicamente a los pacientes en cada intervalo de las sesiones. La inspección se llevó a cabo en tres partes con el siguiente orden:

### **1.- Anamnesis** (Anexo 1).

Recopilación de datos del animal: propietario, nombre, raza, edad, sexo, peso.

Evaluación del estado de salud general: vacunas, desparasitaciones, patologías presentes.

### **2.- Examen físico** (Anexo 1).

Constantes fisiológicas: frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria, tiempo de llenado capilar, pulso, temperatura.

Estado físico: condición corporal, estado de deshidratación, valoración de mucosas y palpación de nódulos linfáticos.

- *Nota:* el sistema de medición empleado para evaluar la condición corporal de los pacientes fue la escala de condición corporal (BCS) validada y aprobada en el Pet Care Centre de Nestlé Purina (1997) (WSAVA, 2012).

### **3.- Evaluación articular (Escala Bioarth)** (Anexo 1).

La Escala Bioarth es una escala de valoración funcional de las articulaciones que fue presentada en el Cuarto Simposio Internacional de rehabilitación y fisioterapia en Medicina Veterinaria en Arnhem, Países Bajos en el año 2006.

Esta escala ha resultado ser una herramienta útil para evaluar alteraciones que afecten a las articulaciones de la cadera, codo y rodilla, mediante un protocolo ordenado y ponderado. Siempre va a ir acompañada de otros métodos diagnósticos, pero puede ayudar a determinar la condición inicial del paciente así como de su evolución en los posibles tratamientos. Se examinan 12 parámetros, cada uno de ellos con un sistema de puntuación establecido, que puede ir del 0 al 3 o del 0 al 2 en función del caso, siendo 0 el nivel óptimo y 2 o 3 el nivel grave (Ramon et al., 2006).

La Escala Bioarth evalúa tres parámetros (Anexo 1):

- Limitación funcional. Para el análisis de este parámetro fue necesario contar con el apoyo del propietario para la recopilación de datos de su

mascota. La observación del animal de apoyo en estación, cambios posturales al levantarse y sentarse y la movilidad articular manual pasiva fueron evaluados por los autores de la investigación.

- Movilidad articular. Este parámetro fue analizado con la finalidad de determinar el grado de limitación articular en flexión y extensión de los miembros posteriores.
- Atrofia muscular. Se evaluó por palpación y por observación comparada entre ambos miembros posteriores.

Se establecieron 3 sesiones con 1-2 intervalos/semana por paciente. La valoración de funcionalidad articular fue llevada a cabo en las sesiones 1-3-5.

Se considera el 0 como el valor óptimo para todos los parámetros y el 2 o 3 como el valor que mayor gravedad determina. La definición y el valor detallado de cada uno de los puntos evaluados se encuentran en el Anexo 1.

#### 3.4.2 Preparación y manejo del paciente

1.- *Sedación*. La sedación tiene como objetivo trabajar de una mejor manera con los pacientes, así como reducir el estrés y prevenir el dolor de cualquier procedimiento a realizar (Muir, Hubbell, Bednarski, Skarda, 2008, pp. 23-25).

Neuroleptoanalgesia, hace referencia al estado de hipnosis y analgesia gracias a la combinación de un fármaco sedante o tranquilizante junto con un analgésico, útil para intervenciones cortas. El paciente puede conservar o no la conciencia y responder a estímulos auditivos (Muir et al., 2008, pp. 47-49). Los pacientes en el estudio presentaron un grado de sedación 3-4 que indica una sedación moderada o manifiesta. Presentan adormecimiento, baja reacción a estímulos auditivos y táctiles, bradicardia, analgesia profunda y duradera (Otero, 2012, p.15).

Para los procedimientos se emplearon los siguientes fármacos (Anexo 6):

- Xilacina, es un fármaco alfa 2 adrenérgico que proporciona sedación, relajación y analgesia gracias a la estimulación de los receptores adrenérgicos alfa 2 que ocasionan la depresión del sistema nervioso central gracias a la reducción de liberación de noradrenalina central y periféricamente (Muir et al., 2008, p. 37). Su aplicación fue intramuscular.
- Tramadol, es un opiáceo sintético agonista puro que produce analgesia gracias a la unión a receptores mu que se encuentran localizados a nivel de sistema nervioso central. Los efectos depresores se ven incrementados con el uso conjunto con tranquilizantes anestésicos generales y relajantes musculares (Restrepo, 2011, pp. 3-4). Su aplicación fue subcutánea.

2.- *Asepsia*. La sedación del paciente fue imprescindible para poder manipular la articulación, tanto en la artrocentesis como en la administración de ozono intraarticular. Previo a estos dos procedimientos se llevó a cabo la tricotomía de la zona frontal, medial y lateral de la rodilla. Se realizó la limpieza con agua y jabón y finalmente con clorhexidina. Todo procedimiento fue llevado a cabo con guantes de examinación y agujas hipodérmicas estériles.

3.- *Reversión de la sedación*. Una vez concluido los procedimientos se revirtió el efecto de la xilacina con su fármaco antagonista, la yohimbina. Su mecanismo de acción se basa en el bloqueo de los receptores alfa 2 adrenérgicos, por lo que resultó en un mecanismo útil para despertar a los pacientes rápidamente gracias a su combinación reversible xilacina/yohimbina.

#### 3.4.3 Extracción de líquido sinovial

Para la extracción de la muestra de líquido sinovial de la rodilla, la articulación debe estar en flexión. Para la colección se emplearon agujas hipodérmicas de calibre 20G a 22G (varió en función de la talla del paciente). La aguja se

introdujo lateral al ligamento patelar y distal a la patela. Se avanzó en dirección medial y proximal al cóndilo medial del fémur.



**Figura 1.- Artrocentesis en la articulación de la rodilla**

Tomado de: Cowell, R., Tyler, R., Meinkoth, J., DeNicola, D., 2008 , p.198

Una vez se ingresó en la cápsula articular se aspiró varias veces creando una presión negativa hasta verificar la extracción de una pequeña muestra en la jeringa. La cantidad de líquido obtenido varió en función al tamaño de articulación de cada paciente. Posterior a ello, se retiró la aguja y se limpió la zona de ingreso (Anexo 3).

Además, según la prioridad de obtención de muestra se señala que para la citología y diferenciación de células blancas es necesario únicamente una gota; para evaluación de otros parámetros se puede requerir hasta 1 mL (Cowell et al., 2008, p. 199).

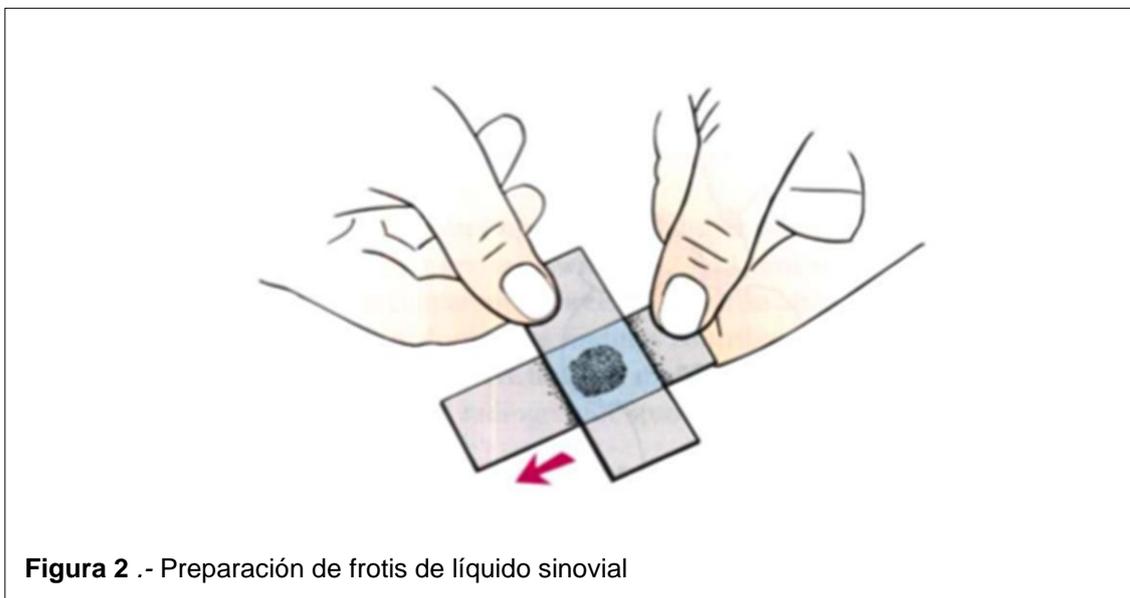
#### 3.4.4 Citología de líquido articular

Para la evaluación citológica de líquido sinovial extraído por artrocentesis de la articulación de la rodilla (izquierda/derecha) correspondientes a dos muestreos

(al inicio (n=7) y al final del tratamiento (n=7)), se realizó la tinción de Diff Quick®.

Para la obtención de las laminillas se utilizó la técnica squash, también conocida como técnica en cruz, que es el procedimiento adecuado cuando se manejan muestras con alta viscosidad y densidad como es el caso del líquido sinovial (Núñez, Bouda, 2005, p. 207).

Para hacer el extendido se colocó una gota de la muestra extraída en el extremo del portaobjetos y con otro portaobjetos, perpendicularmente por encima, se extendió horizontalmente por capilaridad hacia la periferia (Anexo 3).



Una vez seca la muestra a temperatura ambiente y con movimientos de abanico, se procedió a su tinción.

Para la tinción se utilizó una coloración de tipo Romanowsky, el Diff Quick®, comúnmente usada en citología veterinaria por su facilidad y rapidez en el procedimiento (Pérez, Estepa, Mendoza, 2011).

La técnica fue realizada en los siguientes pasos:

1. Se colocó la muestra en metanol para su fijación durante 1 minuto
2. Se dejó escurrir el exceso de líquido

3. Se colocó la muestra en colorante eosinófilo para tinción de elementos formes durante 1 minuto
4. Se dejó escurrir el exceso de líquido
5. Se colocó la muestra en azul de metileno para contratinción de núcleos durante 1 minuto
6. Se retiró el exceso de colorante con agua
7. Se secó el portaobjetos por la parte de abajo con papel absorbente
8. Se dejó secar al aire



**Figura 3.- Tinción Diff Quick®**

Una vez secas y teñidas las placas, fueron montadas con resina sintética y cubreobjetos para su preservación y posterior análisis en las Instalaciones de la Clínica Veterinaria de la Universidad de las Américas.

Ya verificada la existencia de celularidad en las placas se realizó el análisis citológico haciendo una diferenciación entre eritrocitos, polimorfonucleares, mononucleares, células de revestimiento y otros. La observación se hace directa en frotis con una evaluación cualitativa categorizada como normal, ligeramente incrementada, moderadamente incrementada y marcada (Cowell et al., 2008, pp. 197-198).

Las muestras citológicas fueron obtenidas antes y después de la realización del tratamiento de ozono intraarticular en rodilla.

#### 3.4.5 Aplicación de ozono intraarticular

Para el tratamiento con ozono se establecieron 3 sesiones con 1-2 intervalos/semana por paciente. El ozono fue cargado en jeringas de 5 ml mediante la Máquina Generadora de Ozono Domo 400® a una concentración de 10 µg/ ml. La máquina es conectada por medio de una sonda a un tanque de oxígeno con una capacidad de 164 litros; el generador es capaz de transformar el O<sub>2</sub> en O<sub>3</sub> por medio de una reacción electroquímica, que al producir una descarga eléctrica, permite la escisión de las moléculas.

La dosificación y concentración de ozono durante las terapias viene determinada de acuerdo a la patología a tratar así como la vía por la cual es administrado. El ozono médico oscila en un rango seguro de concentración de 1- 100 µg (Viebahn, 2002, p. 98). No obstante, cuando este es administrado por autohemoterapia se aconseja no superar los 80 µg, debido a que existe un aumento del 10% de hemólisis y se bloquea la activación de células inmunocompetentes (Viebahn, 2002, p. 134).

Para afecciones que afectan a las articulaciones se estima una concentración óptima que oscila entre 4-30 µg (Hidalgo, Torres, 2013, p. 292).

**Tabla 3.- Dosis recomendadas y frecuencias de tratamiento dependiendo de la indicación y del método de aplicación**

Indicación	Formas de Aplicación	Concentración de Ozono ( $\mu\text{g/ml}$ )	Cantidad de Ozono ( $\mu\text{g}$ )	Volumen ( $\text{O}_2/\text{O}_3$ ) (ml)	Frecuencia
Enfermedades Degenerativas					
Artroses	Intra-articular	7-20	7-400	1-20	1-2 por semana
	Periarticular	7-11	14-55	2-5	
Uniones Rotulares	Intra-articular	10-20	50-400	5-20	
Uniones del hombro	Intra-articular	10-20	50-400	5-20	
Uniones de los dedos	Intra-articular	10-20	20-40	1-2	

Tomado de: Viebahn, 2002, p. 138

El ozono puede permanecer intacto y cargado en la jeringa por un transcurso que oscila entre los 30-45 minutos a temperatura ambiente que oscila entre los 21°C (Stockburger, 2002, p. 29). Debe ser preparado en el sitio donde va a ser utilizado esto se debe a que la molécula de ozono tiene una estabilidad de vida limitada; por esto la disociación relevante y los valores de vida media deben tomarse en cuenta (Viebahn, 2002, p. 98).

Ya con la zona de aplicación preparada asépticamente y con el paciente sedado, se procedió a la aplicación intraarticular de ozono ingresando con agujas hipodérmicas que variaron en función al tamaño del paciente y articulación. La técnica empleada fue la descrita en el punto 3.4.4, una vez se verifica el ingreso a la cápsula articular se descarga el gas en la articulación.

El rango de dosis empleada usada en el estudio oscila entre 0.1 a 1 cc (Anexo 6). La dosificación empleada en humanos varía entre 5 a 15 cc en función de la cavidad articular de la que se trate (Hidalgo, Torres, 2013, p. 296).

#### 3.4.6. Método de análisis estadístico

El análisis de los resultados obtenidos de la escala de valoración funcional fueron reportados en valores porcentuales en cada sesión. Adicionalmente, se analizaron los cambios producidos entre el “antes y después” de la terapia aplicada, para lo cual se empleó la prueba de McNemar para determinar la significación de los cambios producidos en la escala de valoración funcional y las citologías.

Cada variable requiere una tabla de contingencia en la que los valores cambiantes son los que han presentado algún tipo de variación representativa entre el antes y el después.

## Capítulo IV: Resultados y discusión

### 4.1. Resultados

En total se evaluaron 11 pacientes caninos en la provincia de Pichincha remitidos a la Clínica Veterinaria de la Universidad de las Américas. Tomando en cuenta los factores de inclusión, exclusión y salida, de los 11 caninos: 7 fueron aptos para el estudio y completaron con normalidad todas las sesiones (n=7); 4 fueron descartados: 2 de ellos no completaron el tratamiento por mortalidad por causas extrínsecas al estudio; 1 de ellos por presentar alteración a nivel de cadera; y finalmente se excluyó 1 paciente que no acudió con periodicidad a las sesiones.

#### 4.1.1 Examen físico clínico

El primer paso de la evaluación de los pacientes es la realización de un examen físico general.

Las evaluaciones de los parámetros clínicos y fisiológicos de los pacientes caninos fueron analizadas en cada sesión, hasta completar su tratamiento, no presentaron signos de enfermedad clínica durante su examen físico y las constantes fisiológicas se encontraron dentro de los rangos normales (Anexo 4).

Las alteraciones articulares en rodilla resultaron más frecuentes en edades que oscilan entre 9 y 11 años con un 71.4% y con un predominio en pacientes hembras representado por el 71.4% del total (n=7) (Tabla 4).

**Tabla 4.- Distribución de los pacientes según edad y sexo**

Edad (Años)	Sexo				Total	
	Macho		Hembra		No.	%
	No.	%	No.	%	No.	%
3 - 5	1	14.3	1	14.3	2	28.6
6 - 8	0	0	0	0	0	0
9 - 11	1	14.3	4	57.1	5	71.4
Total	2	28.6	5	71.4	7	100

*Nota:* Los animales que completaron su tratamiento fueron en su mayoría comprendidos en un rango de los 9-11 años de edad/ hembras.

- a. Los signos de degeneración articular son observados con mayor frecuencia en perros gerontes.

Los pacientes evaluados (n=7) estuvieron comprendidos en su mayoría en una condición corporal del 6 al 9 (71.4%) representado en su mayoría por pacientes hembras en un 42.8% (Tabla 5).

**Tabla 5.- Distribución de los pacientes según su condición corporal**

Condición Corporal	Sexo				Total	
	Macho		Hembra		No.	%
	No.	%	No.	%	No.	%
1 - 3	0	0	0	0	0	0
4 - 5	0	0	2	28.6	2	28.6
6 - 9	2	28.6	3	42.8	5	71.4
Total	2	28.6	5	71.4	7	100

*Nota:* El Sistema de Condición Corporal de Nestlé Purina establece una escala del 1-9. Delgado (1-3); Ideal (4-5); Sobrepeso (6-9).

- a. Los pacientes tratados, en su mayoría, presentaron una condición corporal dentro del rango de sobrepeso, siendo un factor importante para problemas articulares.

#### 4.1.2 Escala de Valoración funcional articular

Los resultados correspondientes a la escala de valoración funcional articular con la Escala Bioarth, fueron evaluados como: buenos, regulares y malos. Se tomó como referencia las 3 evaluaciones realizadas para determinar la mejoría de los parámetros evaluados:

- Limitación funcional
- Movilidad articular
- Atrofia muscular

Cada uno de los parámetros dispone de diferentes variables, todas ellas ponderadas. Los valores más bajos son los considerados como óptimos y los más altos los de mayor gravedad. Se realizó el registro de la escala en cada sesión (Anexo 5). Se establecieron rangos para categorizar los resultados como buenos, regulares y malos.

### **Limitación funcional**

En lo que respecta a limitación funcional, se encuentra que los rangos de puntaje fueron progresivamente disminuyendo a la segunda sesión con un 57,1% de mejoría (bueno) (n=7) y a la tercera y última sesión con un 85,7% de mejoría (bueno) (n=7). Al finalizar el tratamiento (sesión 3), uno de los pacientes (14,3%) se mantuvo con una condición regular variando su puntaje acumulado de 17 a 12.

**Tabla 6.- Resultados escala de valoración: limitación funcional sesión 1**

LIMITACIÓN FUNCIONAL SESIÓN 1			
Resultados		No	%
Bueno	0-8	2	28,6
Regular	9-17	4	57,1
Malo	18-25	1	14,3
Total			100

**Tabla 7.- Resultados escala de valoración: limitación funcional sesión 2**

LIMITACIÓN FUNCIONAL SESIÓN 2			
Resultados		No	%
Bueno	0-8	4	57,1
Regular	9-17	3	42,9
Malo	18-25	0	0
Total			100

**Tabla 8.- Resultados escala de valoración: limitación funcional sesión 3**

LIMITACION FUNCIONAL SESIÓN 3			
Resultados		No	%
Bueno	0-8	6	85,7
Regular	9-17	1	14,3
Malo	18-25	0	0
Total			100

**Movilidad articular**

En lo referente a movilidad articular, se determinó que los rangos de puntaje fueron progresivamente disminuyendo a la segunda sesión con un 57,1% de mejoría (bueno) (n=7) y a la tercera y última sesión con un 85,7% de mejoría (bueno) (n=7), igual que el parámetro de limitación funcional. Al finalizar el tratamiento (sesión 3), uno de los pacientes (14,3%) se presentó con una condición regular variando su puntaje acumulado de 4 (malo) a 2 (regular).

**Tabla 9.- Resultados escala de valoración: movilidad articular sesión 1**

MOVILIDAD ARTICULAR SESIÓN 1			
Resultados		No	%
Bueno	0-1	0	0
Regular	2-3	5	71,4
Malo	4	2	28,6
Total			100

**Tabla 10.- Resultados escala de valoración: movilidad articular sesión 2**

MOVILIDAD ARTICULAR SESIÓN 2			
Resultados		No	%
Bueno	0-1	4	57,1
Regular	2-3	3	42,9
Malo	4	0	0
Total			100

**Tabla 11.- Resultados escala de valoración: movilidad articular sesión 3**

MOVILIDAD ARTICULAR SESIÓN 3			
Resultados		No	%
Bueno	0-1	6	85,7
Regular	2-3	1	14,3
Malo	4	0	0
Total			100

**Atrofia Muscular**

La evaluación de atrofia muscular a finalización del tratamiento permaneció igual que al inicio en todos los pacientes. No se observa mejoría en este parámetro dado que los porcentajes se mantuvieron. Dicho resultado se justifica en que la recuperación de masa muscular en uno o varios miembros, requiere de actividad de fortalecimiento que se consigue con fisioterapia y ello conlleva un tiempo más extenso que el que determina la duración del tratamiento empleado, de aproximadamente dos semanas y media.

**Tabla 12.- Resultados escala de valoración: atrofia muscular sesión 1**

ATROFIA EN MIEMBROS SESIÓN 1			
Resultados		No	%
Bueno	0	4	57,1
Regular	1	2	28,6
Malo	2	1	14,3
Total			100

**Tabla 13.- Resultados escala de valoración: atrofia muscular sesión 2**

ATROFIA EN MIEMBROS SESIÓN 2			
Resultados		No	%
Bueno	0	4	57,1
Regular	1	2	28,6
Malo	2	1	14,3
Total			100

**Tabla 14.- Resultados escala de valoración: atrofia muscular sesión 3**

ATROFIA EN MIEMBROS SESIÓN 3			
Resultados	No		%
Bueno	0	4	57,1
Regular	1	2	28,6
Malo	2	1	14,3
Total			100

La prueba estadística de McNemar para el parámetro de movilidad articular presenta una diferencia significativa en el grupo de estudio, por tanto se acepta la hipótesis propuesta **H1** de que existe una mejoría físico clínica de los pacientes caninos con enfermedad articular en rodilla tratados con ozono.

**Tabla 15.- Tabla de Contingencia – Prueba de McNemar – Movilidad articular**

Antes y Después		
Antes	Después	
	Bueno	Malo
Bueno	0	0
Malo	7	0

*Nota:* Los animales que entraron en un estado malo y que después del tratamiento mejoraron son siete.

**Tabla 16.- Resultados Prueba de McNemar para Movilidad Articular**

Estadísticos de contraste	
	Antes y Después
N	7
Sig. exacta (bilateral)	,016

*Nota:* Puesto que el valor obtenido para el parámetro de movilidad articular tiene una significancia **<0,05**, se acepta la hipótesis **H1**.

En lo que corresponde al parámetro de limitación funcional se observa que no hay diferencia significativa entre el antes y después del tratamiento empleado.

No obstante, este resultado se asocia a la limitación del estudio en lo referente a número de pacientes.

**Tabla 17.- Tabla de Contingencia – Prueba de McNemar – Limitación funcional**

Antes y Después		
Antes	Después	
	Bueno	Malo
Bueno	0	0
Malo	5	0

*Nota:* Los animales que entraron en un estado malo y que después del tratamiento mejoraron son cinco.

**Tabla 18.- Resultados Prueba de McNemar para Limitación Funcional**

Estadísticos de Contraste	
	Antes y Después
N	5
Sig. exacta (bilateral)	,063

*Nota:* Puesto que el valor obtenido para el parámetro de limitación funcional tiene una significancia  $>0,05$ , se acepta la hipótesis **H0**.

#### 4.1.3 Citología de líquido articular

La evaluación citológica de líquido sinovial extraído por artrocentesis de la articulación de la rodilla (izquierda/derecha) de los pacientes en estudio (n=7), corresponden a dos muestreos (al inicio (n=7) y al final del tratamiento (n=7)).

La evaluación se enfocó en la determinación de células de revestimiento, polimorfonucleares, mononucleares y eritrocitos. Así mismo se reportó la presencia de otros: material proteínico (agregados), adipocitos y células epiteliales (Anexo 8).

Tabla 19.- Celularidad líquido sinovial antes de la terapia

	Erit.	PMN	MN	SA	SB	Celularidad
<b>KIRA</b>	Presencia	Ausencia	Ausencia	Marcado	Ausencia	Moderadamente incrementado
<b>TEO</b>	Presencia	Ausencia	Ausencia	Marcado	Ausencia	Moderadamente incrementado
<b>PELUCHE</b>	Presencia	Ausencia	Ausencia	Ligero	Ausencia	Normal
<b>DULCE</b>	Presencia	Ligero	Ligero	Marcado	Ausencia	Moderadamente incrementado
<b>EMILIA</b>	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Marcado	Ausencia	Moderadamente incrementado
<b>SWEETY</b>	Presencia	Moderado	Ligero	Marcado	Ausencia	Moderadamente incrementado
<b>MOLLY</b>	Presencia	Ausencia	Ausencia	Moderado	Ausencia	Ligeramente incrementado

*Nota:* Erit.: Eritrocitos; PMN: Células Polimorfonucleares; MN: Células Mononucleares; SA: Células de revestimiento Sinoviocitos tipo A; SB: Células de revestimiento Sinoviocitos tipo B.

Tabla 20.- Celularidad líquido sinovial después de la terapia

	Erit.	PMN	MN	SA	SB	Celularidad
<b>KIRA</b>	Presencia	Ausencia	Ausencia	Ligero	Ausencia	Normal
<b>TEO</b>	Presencia	Ausencia	Ligero	Ligero	Ausencia	Normal
<b>PELUCHE</b>	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Marcado	Ausencia	Moderadamente incrementado
<b>DULCE</b>	Presencia	Ligero	Ligero	Moderado	Ausencia	Ligeramente incrementado
<b>EMILIA</b>	Ausencia	Ligero	Ausencia	Ligero	Ausencia	Normal
<b>SWEETY</b>	Ausencia	Moderado	Ligero	Marcado	Ausencia	Moderadamente incrementado
<b>MOLLY</b>	Presencia	Ausencia	Ausencia	Ligero	Ausencia	Normal

*Nota:* Erit.: Eritrocitos; PMN: Células Polimorfonucleares; MN: Células Mononucleares; SA: Células de revestimiento Sinoviocitos tipo A; SB: Células de revestimiento Sinoviocitos tipo B.

El 85.7% de las muestras (n=7) tuvieron presencia de hemorragia aguda antes del tratamiento. Al finalizar, el 57.1% presentó hemorragia. Esto se asocia a la contaminación sanguínea iatrogénica al momento de la extracción (Anexo 8).

No obstante, se determinó que uno de los pacientes presentaba hemartrosis. La hemartrosis se presenta generalmente después de algún proceso traumático regional, por coagulopatías o por procesos inflamatorios graves

(Meyer, Harvey, 2007, p. 360). Adicionalmente, este paciente en cuestión, presentó una inflamación crónica activa con elevada celularidad.

Los pacientes (n=7) presentaron escasas células inflamatorias dispersas, representadas por polimorfonucleares (neutrófilos) y mononucleares (macrófagos y linfocitos) tanto al inicio como al final del estudio, esto se asocia a una contaminación por células sanguíneas al momento de la artrocentesis.

Todos los pacientes (n=7) presentaron cantidades variables de células de revestimiento (sinoviocitos), dispuestos en grupos o sueltos.



**Figura 4.- Extracción de líquido sinovial. Artrocentesis. Canino.**

El líquido obtenido es traslúcido y rojizo (homogéneo).

Todas las muestras (n=7) presentaron cantidades variables de material proteináceo basofílico, granular o fibrilar, en ocasiones dificultando la lectura de las placas.

Este material contiene ácido hialurónico, cuanto más viscoso más material proteináceo (Martínez, 2008, p.299).

En algunos casos se evidenció la presencia de adipocitos, células epiteliales escamosas y cúmulos fibroblásticos por contaminación con tejidos adyacentes. La prueba estadística de McNemar para el análisis citológico muestra que no hay diferencia significativa entre el antes y el después del tratamiento con ozono en la celularidad de líquido sinovial dado que el valor obtenido es  $>0,05$ .

**Tabla 21.- Tabla de Contingencia – Prueba de McNemar – Citología de líquido sinovial**

Antes y Después		
Antes	Después	
	Normal	Incrementado
Normal	0	1
Incrementado	4	0

*Nota:* Los animales que entraron al estudio con celularidad en el líquido sinovial incrementada y que después del tratamiento mejoraron son cuatro.

**Tabla 22.- Resultados Prueba de McNemar para Citología de líquido sinovial**

Estadísticos de contraste	
	Antes y Después
N	5
Sig. exacta (bilateral)	,375 <sup>a</sup>

*Nota:* Puesto que el valor obtenido para el parámetro de citología de líquido sinovial tiene una significancia  $> 0,05$ , no se acepta la hipótesis **H1**.

#### 4.1.4 Proyección de costos de ozonoterapia en relación a terapias alternas

Para determinar el costo del tratamiento para una terapia completa que comprende en 3 sesiones, se estima el valor unitario de cada insumo utilizado además de la vida útil del equipo y de la preparación técnica del médico veterinario para la aplicación intraarticular.

Tabla 23.- Costo tratamiento Ozonoterapia

<b>OZONOTERAPIA</b>				
<b>COSTO DEL TRATAMIENTO</b>				
<b>MATERIALES</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>VALOR</b>
Guantes de examinación	4	Guantes	0,07	0,26
Jeringuillas 5 cc	2	Unitario	0,10	0,20
Jeringuillas 3 cc	2	Unitario	0,08	0,16
Jeringuillas 1 cc	2	Unitario	0,06	0,11
Agujas descartables No.24	2	Unitario	0,04	0,08
Tramadol clorhidrato	0,8	ml	0,21	0,17
Xilacina	0,7	ml	0,70	0,49
Yohimbina	0,5	ml	1,60	0,80
Oxígeno	1	Aplicación	0,75	0,75
Uso del equipo	1	Sesión	0,23	0,23
Insumos y materiales	1	Kit de desinfección	7,00	7,00
Procedimiento	1	Hora	20,00	20,00
<b>COSTO DE CADA SESIÓN</b>	<b>30,25</b>			
<b>COSTO DE TRATAMIENTO (3 Sesiones)</b>	<b>151,25</b>			

Con los datos de la tabla 23, se determinó que un tratamiento completo de ozonoterapia que incluye 3 sesiones en total cuesta 151,25 dólares, y para comparar con otros tratamientos se tomó como referencia el Suprayhal® y al

Artroflex®, tomando en cuenta las recomendaciones y estudios de las casas comerciales.

Tabla 24.- Costo tratamiento con Artroflex®

<b>PRECIOS DE TRATAMIENTO CON AINES Y CONDROITIN SULFATO (Artroflex®)</b>		
<b>DOSIS ARTROFLEX</b>		
1 tableta por cada 10 Kg	Tratamiento específico	
1 tableta diaria	Mantenimiento o preventivo	
Frasco con 60 tabletas		\$ 22,00
Ej: en seis meses de uso	3 frascos de \$ 22	\$ 66,00

Para el tratamiento de Artroflex se recomienda el uso conjunto de AINES (carprofeno) 15 días continuos 2 veces al día a una dosis de 2.2 mg/kg. Teniendo en consideración los efectos del uso de AINES en el sistema gastrointestinal, se recomienda adicionar un protector de mucosa gástrica (omeprazol) por el mismo tiempo de uso de los AINES a una dosis de 0.7 mg/kg.

Tabla 25.- Costo tratamiento con AINES

<b>DOSIS AINES (Perro 10Kg)</b>				
2.2 mg/Kg dos veces al día por 15 días	Carprofeno 25mg por tableta	En 15 días de tratamiento	P. unitario por tableta	Valor total del tratamiento
22 mg	1	30 tabletas	\$ 0,42	\$ 12,60

Tabla 26.- Costo tratamiento con Omeprazol

<b>DOSIS OMEPRAZOL (Perro 10Kg)</b>				
0.7 mg/Kg 1 vez al día por 15 días	Omeprazol 10mg por cápsula	En 15 días de tratamiento con AINES	P. Unitario por cápsula	Valor total del tratamiento
7 mg	1	15 ápsulas	\$ 0,82	\$ 12,30

Para determinar el precio final del tratamiento de Artroflex combinado con AINES y protectores gástricos, en un periodo de 6 meses, se calcula los valores unitarios de cada producto (Tabla 27).

**Tabla 27.- Costo final de tratamiento con Condroitín sulfato**

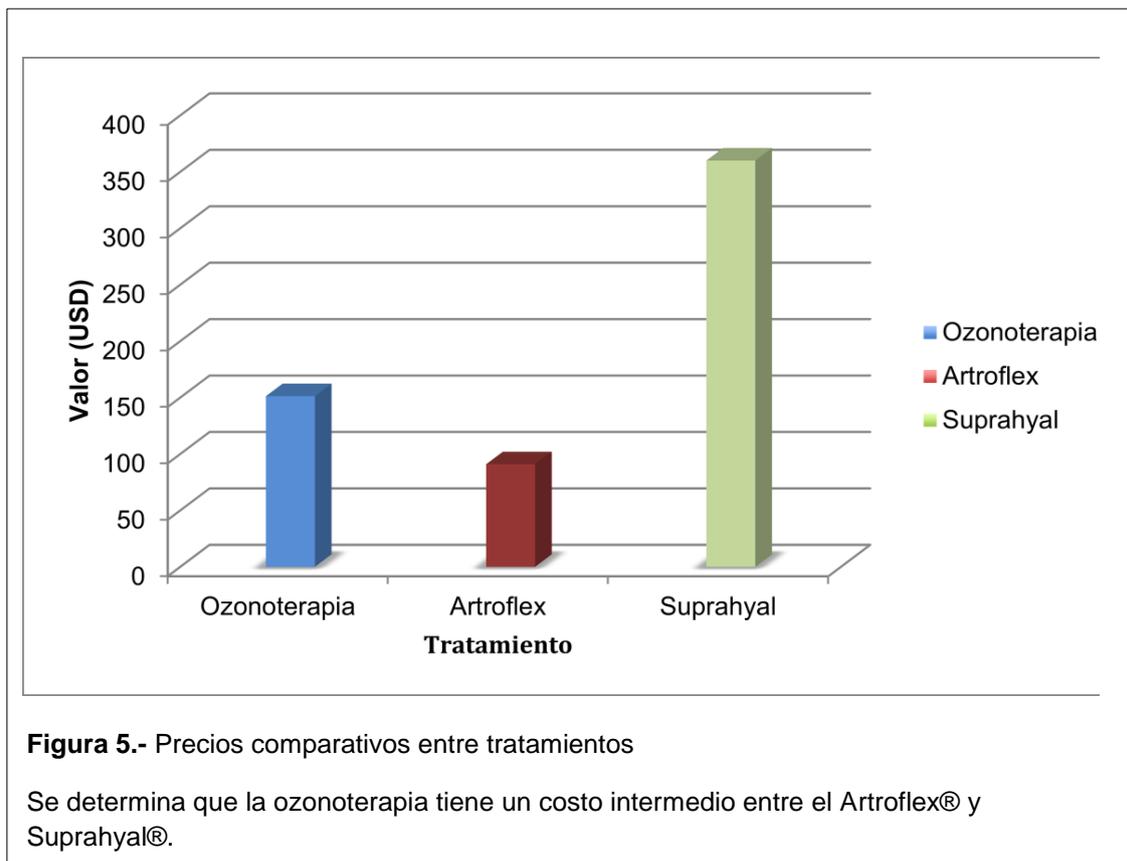
<b>PRECIO FINAL DE TRATAMIENTO CON AINES Y CONDROITINSULFATO</b>	
Tratamiento con Condroitinsulfato	\$ 66,00
Tratamiento con AINES	\$ 12,60
Protector Gástrico	\$ 12,30
<b>Total</b>	<b>\$ 90,90</b>

El tratamiento con hialuronato de sodio, de acuerdo a las consideraciones del fabricante, recomienda su uso una vez por semana por cinco semanas consecutivas mediante infiltración intraarticular culminando un ciclo de aplicación. Posterior a esto, una aplicación cada 3 o 6 meses en función del criterio médico. El costo unitario se puede observar en la tabla 28.

**Tabla 28.- Costo tratamiento con Suprahyal®**

<b>PRECIOS DE TRATAMIENTO CON HIALURONATO DE SODIO (Suprahyal®)</b>	
Una solo dosis de 2,5 ml por jeringa	\$ 40,00
Costo de aplicación	\$ 20,00
Un Ciclo de aplicación (1 vez por semana en 5 semanas)	\$300,00
Una aplicación cada 3 o seis meses dependiendo el criterio del médico para mantenimiento	\$60,00
Por un ciclo de tratamiento y una aplicación para mantenimiento	\$360,00

Se determina en la figura 8 el comparativo de costos entre los 3 tratamientos siendo el Suprahyal® el más costoso, el Artroflex® el más barato y la ozonoterapia intermediaria entre ambos.



## 4.2 Discusión

En la actualidad las investigaciones en ozonoterapia son limitadas, no obstante se ha podido demostrar que su uso genera resultados positivos en numerosos pacientes, humanos y animales, con diversas patologías. Es necesario determinar los efectos intrínsecos que genera el ozono para cumplir con todos sus mecanismos de acción.

En un estudio realizado en el Hospital General Docente “Dr. Ernesto Guevara de la Serna” en Cuba de medicina humana se demostró que se necesitaron de 3 a 4 infiltraciones intraarticulares para obtener resultados positivos en osteoartritis de rodilla y solo en 4 pacientes de 126 se necesitaron más de 5

infiltraciones y se demostró que el 71,4% tuvieron un resultado bueno, 10,3% regular y el 18,3% malo; también se logró evidenciar que la principal complicación fue dolor durante la infiltración (Escarpanter, Valdés, Sánchez, López, López, 1997, pp. 124-132). En el presente estudio se pudo determinar que la terapia con ozono realizada en 3 sesiones con 1-2 intervalos/semana a una concentración de 10 µg se logró una mejoría en los parámetros de limitación funcional y movilidad articular del 85,7% (bueno) de los pacientes (n=7); un 14,3% (regular); y, 0% (malo) a la finalización del tratamiento. Adicionalmente, si se observó dolor durante la infiltración.

En una revisión de la ozonoterapia evaluada en relación a la medicina del dolor, nos indica que en pacientes con artritis postraumática, gonartrosis con deformidad leve y gonartrosis con deformidad severa, se obtuvieron resultados favorables, principalmente en pacientes con deformidad leve (Hidalgo, Torres, 2013, pp. 291-300). En el estudio realizado se contempla que la mejoría observada en los pacientes, es principalmente en aquellos que llegaron con un estado regular en limitación funcional del 57,1% y en movilidad articular 71,4%.

Como se ha podido evidenciar los efectos del ozono en enfermedades articulares de rodilla, queda por indicar que los efectos terapéuticos intraarticulares de la ozonoterapia son a largo plazo, algunos estudios en medicina humana indican que se puede repetir las sesiones 6 meses después ya que algunos pacientes muestran recidivas en este tiempo, el efecto prolongado se debe a que actúa regulando el metabolismo celular y la oxigenación tisular, evita cambios degenerativos del cartílago articular y reduce la cantidad de granulocitos y células inflamatorias (Huanqui, Cruz, Miranda, Poblete, Mamani, 2006, pp. 21-26).

Si bien en los procesos articulares degenerativos se puede encontrar de un ligero - marcado aumento de celularidad, con un predominio de mononucleares, cabe señalar que el análisis citológico de líquido sinovial, principalmente en artropatías de curso crónico, muestra resultados de

diferentes categorías y variables (Martínez, 2008, pp. 301-302). Los resultados citológicos obtenidos en el estudio son variables y no se obtuvo significancia representativa entre los cambios evaluados al inicio y al final de la terapia.

Estudios dirigidos a estudiar la fisiopatología de las alteraciones de la sinovia evidencian un incremento en el recuento celular principalmente de mononucleares, pudiendo alrededor de un 10% de éstos estar vacuolados. La presencia de neutrófilos por lo general es baja aunque se pueden producir picos inflamatorios en los que aumentaría el porcentaje neutrofílico llegando hasta el 12 % (Chico, Martí, Durall, 1995, pp. 135-139). En la evaluación de leucocitos de las muestras sinoviales obtenidas, se determinó que la presencia de éstas se asocian a contaminación por sangre al momento de la extracción.

Por los resultados obtenidos y con la comparación de estudios en medicina humana, el uso de ozonoterapia se puede realizar sin que represente riesgos para la salud de los pacientes, además de brindar unos resultados favorables y ser utilizado de una manera más habitual en la clínica diaria.

## Capítulo V: Conclusiones y recomendaciones

### 5.1. Conclusiones

- En base a los resultados obtenidos se puede determinar que existe una mejoría favorable en la funcionalidad y movilidad articular de los pacientes tratados con ozono intraarticular en 3 sesiones con 1-2 intervalos/semana a una concentración de 10 µg y por lo tanto un bienestar para el propietario al observar a su mascota en un óptimo estado.
- En el análisis citológico realizado antes y después de la terapia con ozono no se encuentran cambios representativos. Sin embargo, la información que otorga este estudio es de gran ayuda para evaluar la condición y estadio de la articulación afectada; siempre debe ir en conjunto de una valoración e historia clínica.
- En la proyección de costos entre ozono y terapias alternas se estima que el ozono es relativamente asequible en relación a precios de tratamientos que se pueden encontrar en el mercado como Suprayhal® y Artroflex®.

### 5.2. Recomendaciones

- Es imprescindible que se cumpla con el protocolo establecido en el tratamiento con ozono para una valoración correcta del progreso del paciente y garantizar así la confiabilidad al propietario.
- Para hacer un recuento celular diferencial exacto y porcentual en citologías de líquido articular, es necesario la obtención de una muestra mayor para realizar con ella una concentración de células gracias al centrifugado. Además, para reducir el grado de contaminación de las placas tomadas se recomienda realizar una sola punción que conlleve a una directa extracción de la muestra sinovial.
- Realizar una valoración física de los pacientes evaluados en el estudio posterior a 6 meses de haber recibido el tratamiento, para poder

determinar el tiempo de repetición de la ozonoterapia para que pueda ser tomada como alternativa terapéutica para el médico veterinario y para el propietario.

- Considerar un estudio comparativo en relación al costo – beneficio de la ozonoterapia frente a terapias convencionales.
- Realizar un estudio en el que se involucre un mayor número de casos en el que se pueda realizar un estudio estadístico con una mayor relevancia y significancia.

## REFERENCIAS

- Asociación Española de Profesionales Médicos en Ozonoterapia (AEPROMO). (2015). El ozono médico: Efectos biológicos del ozono. España. Recuperado el 28 de marzo de 2015 de: <http://aepromo.org/el-ozono-medico/>
- Arichábala, C. Argudo, D. (2012). El empleo de ozonoterapia en ganadería de leche como alternativa de tratamiento para mastitis clínica. Universidad de Cuenca. Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Ecuador.
- Arquero, P. (2013). Ozonoterapia. Madrid, España. Recuperado el 12 de septiembre de 2015 de: [http://www.medicinaantiaging.com/02\\_ozonoterapia.htm](http://www.medicinaantiaging.com/02_ozonoterapia.htm)
- Bocci, V. (2005). Ozone: a new medical drug. Países Bajos: Springer.
- Bernal, M. (2014). Evaluación del efecto de la ozonoterapia en perros con problemas de dermatitis bacteriana en la ciudad de Cuenca provincia del Azuay. Universidad Politécnica Salesiana. Cuenca, Ecuador.
- Bustamante, V. (s.f). Cirugía ortopédica y traumatológica: Enfermedades degenerativas articulares. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Perú. Recuperado el 3 de junio de 2015 de: [http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/libros/Medicina/cirugia/Tomo\\_II/pdfs/clase24.pdf](http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/libros/Medicina/cirugia/Tomo_II/pdfs/clase24.pdf)
- Cabo, J. (2013). Factores de crecimiento y ozonoterapia. Tratamiento de artrosis de la rodilla. Barcelona, España. Recuperado el 28 de abril de 2015 de: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:hFiAwYSZDeCJ:clinicadoctormorchon.es/noticias/+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=ec>
- Chico, A. Martí, J. Durall, N. (1995). Artrocentesis y análisis de líquido sinovial en pequeños animales. Centro Clínico Veterinario. Barcelona. Avepa. Vol.15, nº3, pp. 135-144.
- Commision for Environmental Cooperation (CEC). (2006). Ozono troposférico. Recuperado el 4 de noviembre de 2015 de:

<http://www3.cec.org/islandora/es/item/986-north-american-mosaic-overview-key-environmental-issues-es.pdf>

- Cowell, R. Tyler, R. Meinkoth, J. DeNicola, D. (2008). *Diagnostic cytology and hematology of the dog and cat*. Third Edition. Canada: Mosby Elsevier.
- Dyce, K.M., Sack, W.O., Wensing, C.J.G. (2012). *Anatomía Veterinaria*. Cuarta Edición. México D.F., México: El Manual Moderno
- Escarpanter, J., Valdés, O., Sánchez, R., López, Y., López, C. (1997). Resultados terapéuticos en la osteoartritis de la rodilla con infiltraciones de ozono. Hospital General Docente "Comandante Pinares" San Cristóbal, Pinar del Río. Cuba. *Invest Biomed*. Vol. 16, nº2, pp. 124-132.
- Fossum, T. (2009). *Cirugía de pequeños animales*. Tercera Edición. Barcelona, España: Elsevier.
- García, I. (2013). *Atlas de Interpretación Radiológica en Pequeños Animales*. Primera Edición. Zaragoza, España: Servet.
- Gil, J. Gimeno, M. Laborda, J. Nuviala, J. (2012). *Anatomía del perro*. Protocolos de disección. Tercera Edición. España: Servet.
- Hidalgo, F. Torres, L. (2013). *Ozonoterapia en medicina del dolor*. Revisión. Instituto de Neurociencias. Universidad de Granada. España. *Revista Soc. Esp. Dolor*. Vol 20, nº 6, pp. 291-300.
- Houlton, J. Cook, J. Innes, J. Langley-Hobbs, S. (2012). *Manual de alteraciones musculoesqueléticas en pequeños animales*. España: Lexus.
- Huanqui, C., Cruz, M., Miranda, A., Poblete, P., Mamani, R. (2006). Eficacia y seguridad del ozono intraarticular en artrosis de rodilla refractaria al tratamiento. Universidad Católica de Santa María. Perú. *Reum*. Vol. 12, nº1, pp.21-26.
- Instituto Geográfico Militar. (2013). *Carta Topográfica Pichincha, Escala 1:50.000*. Recuperado el 21 de marzo de 2015 de: [http://www.igm.gob.ec/cms/files/cartabase/enie/ENIEIII\\_A4.htm](http://www.igm.gob.ec/cms/files/cartabase/enie/ENIEIII_A4.htm)

- König, H. Liebich, H. (2004). Anatomía de los animales domésticos Aparato locomotor. Texto y atlas en color. Segunda Edición. Madrid, España: Panamericana.
- Laborda, J. Gil, J. Gimeno, M. Unzueta, A. (2005). Atlas de artrología del perro. Zaragoza, España: Servet.
- Liste, F. (2010). Atlas veterinaria de diagnóstico por imagen. Zaragoza, España: Servet.
- Martínez, E. (2008). Atlas de citología clínica del perro y del gato. Zaragoza, España: Servet.
- Mena, R. (2014). Imagenología. Quito, Ecuador: Universidad de las Américas.
- Merial. (2015). Ketofen. Antiinflamatorio no esterooidal, analgésico y antipirético. México. Recuperado el 19 de agosto de 2015: <http://www.merial.com.mx/Cat/Products/Pages/Ketofen.aspx>
- Meyer, D. Harvey, J. (2007). Medicina Laboratorial Veterinaria: Interpretación y Diagnosis. Tercera Edición. España: Multimedia Ediciones Veterinarias.
- Muir, W. Hubbell, J. Bednarski, R. Skarda, R. (2008). Manual de anestesia veterinaria. Cuarta Edición. España: Elsevier.
- Nelson, R. Couto, G. (2010). Medicina interna de pequeños animales. Cuarta Edición. España: Elsevier.
- Núñez, L. Bouda, J. (2005). Patología Clínica Veterinaria. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia Universidad Nacional Autónoma. México.
- Otero, P. (2012). Protocolos anestésicos y manejo del dolor en pequeños animales. Reporte de casos. Buenos Aires, Argentina: Intermedica.
- Pérez, RA. Estepa, JC. Mendoza, FJ. (2011). Análisis y estudio del frotis sanguíneo. Facultad de Veterinaria Universidad de Córdoba. España. Recuperado el 26 de marzo de 2015 de: <http://argos.portalveterinaria.com/noticia/7130/Articulos-archivo/Analisis-y-estudio-del-frotis-sanguineo.html>
- Ramon, A. Sánchez, A. Agut, A. Chico, A. Closa, J. Rial, J. (2006). Bioarth functional evaluation scale. The 4th International Symposium on Rehabilitation and Physical Therapy in Veterinary Medicine.

- Recuperado el 26 de marzo de 2015 de:  
<http://www.iavrpt.org/2006/poster3.pdf>
- Restrepo, J. (2011). *Terapéutica Veterinaria 2011-2012*. Tercera Edición. Medellín- Colombia: Corporación para Investigaciones Biológicas (CIB).
- Sanidad Animal Bayer. (s.f). *Artroflex*. México. Recuperado el 4 de julio de 2015 de:  
<http://www.sanidadanimal.bayer.com.mx/es/abc-productos/animales-de-compania/artroflex/index.php>
- Santoscoy, E. (2008). *Ortopedia, neurología y rehabilitación en pequeñas especies. Perros y gatos*. México, DF: Manual Moderno
- Schwartz, A; Martínez-Sánchez, G. (2012). La Ozonoterapia y su fundamentación científica. *Revista Española de Ozonoterapia*. Vol 2, n° 1, pp. 163-198.
- Socreum, 2015. *Hialuronato de sodio*. Recuperado el 9 de julio de 2015 de:  
<http://www.socreum.sld.cu/farmacos/hialuronato.htm>
- Stockburger, D. (2002). *Terapia con ozono, bases y técnicas para terapia con ozono*. Alicante, España: Foitzick Verlag.
- Strasinger, S. Di Lorenzo, S. (2008). *Análisis de orina y de los líquidos corporales*. Quinta Edición. Madrid, España: Médica Panamericana.
- Tarragó, A. (2014). *Qué es y cuándo se usa la condroprotección*. Barcelona, España. recuperado el 14 de marzo de:  
<http://www.traumatologiveterinaria.com/articuls/docs/condroproteccion.pdf>
- Thrall, D. (2009). *Tratado de diagnóstico radiológico veterinario*. Buenos Aires, Argentina: Inter-médica.
- Timberline. (2015). *Artrin*. Recuperado el 9 de julio de 2015 de:  
[http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:pduXpQ82lbQJ:www.timberline.com.ar/index.php%3Fpage%3Dshop.product\\_detail%26product\\_id%3D3123%26flypage%3Dflypage.tpl%26option%3Dcom\\_virtuemart%26Itemid%3D8+%&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=ec#.VZ9NI1V\\_Oko](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:pduXpQ82lbQJ:www.timberline.com.ar/index.php%3Fpage%3Dshop.product_detail%26product_id%3D3123%26flypage%3Dflypage.tpl%26option%3Dcom_virtuemart%26Itemid%3D8+%&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=ec#.VZ9NI1V_Oko)

- Vidal, L. Urruchi, W. Zamora, Z. (2009). Potential usefulness of ozone therapy in the veterinary medicine. REDVET. Revista electrónica de Veterinaria. Vol. 10, Nº 10.
- Viebahn, R. (2002). El uso del Ozono en Medicina. Cuarta Edición. Berlín, Alemania: Haug.
- Villagrasa, M. (2014). Suplementos dietéticos para enfermedades articulares. Zaragoza, España. Recuperado el 28 de abril de 2014 de: [http://ateuves.es/revista-online/ateuves\\_53.html](http://ateuves.es/revista-online/ateuves_53.html)
- WSAVA. (2012). Guías para la evaluación nutricional. Recuperado el 20 de septiembre de 2015 de: [http://www.wsava.org/sites/default/files/Global%20Nutritional%20Assesment%20Guidelines%20%20-Spanish\\_0.pdf](http://www.wsava.org/sites/default/files/Global%20Nutritional%20Assesment%20Guidelines%20%20-Spanish_0.pdf)
- Zoetis. (2015). Rimadyl: Antiinflamatorio no esteroideo en comprimido masticable oral. Argentina. Recuperado el 19 de agosto de 2015 de: <https://ar.zoetis.com/products/caninos/rimadyl.aspx>

## **ANEXOS**

## Anexo 1: Registro y valoración clínica de los pacientes

DATOS DEL PACIENTE						
NOMBRE:	ESPECIE: Canino	RAZA:	EDAD:	SEXO:	PESO:	FECHA:
PROPIETARIO:						
VACUNAS Y DESPARASITACIONES:						
EXAMEN FÍSICO CLÍNICO						
Estado: <input type="checkbox"/> Alerta <input type="checkbox"/> Deprimido <input type="checkbox"/> Estupor <input type="checkbox"/> Coma	Temperatura:	Mucosas:		Linfonodos:	Ayuno: Sólidos Horas: Líquidos Horas:	
	Frecuencia Cardíaca:	Pulso:		Hidratación:		
	Frecuencia Respiratoria:	TLLC:		CC:		
EVALUACIÓN DE LAS ARTICULACIONES (Escala Bioarth)						
Limitación funcional						
Apoyo en estación 0. Apoyo normal 1. Desplazamiento de cargas 2. Apoyo sólo de los dedos 3. No apoya	Cambio postura al levantarse 0. Se levanta correctamente 1. Modifica postura al levantarse 2. Tiene dificultad al levantarse 3. No se levanta	Cojera en frío 0. No cojea 1. Cojea al inicio (10 min) 2. Cojea durante 20 min 3. La cojera es permanente				
Cojera tras 10 min de marcha 0. No cojea 1. Cojera leve 2. Cojera intensa	Resistencia al andar en el paseo 0. Camina largas distancias sin problema 1. Se detiene durante el paseo 2. Solo paseos breves 3. No quiere pasear	Resistencia a la carrera y juego 0. Corre y juega sin dificultad 1. Corre y juega con ligera dificultad 2. Corre y juega con mucha dificultad 3. No corre ni juega				
Subir escaleras 0. Sube largos tramos sin problema	Limitaciones en pequeños saltos 0. Sube sin	Movilidad articular manual pasiva 0. Libre de dolor y crepitación 1. Dolor leve en los últimos				

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sube tramos con cierta dificultad</li> <li>2. Sube tramos cortos con mucha dificultad</li> <li>3. No sube escaleras</li> </ol>	<p>problema</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sube con dificultad</li> <li>2. No sube</li> </ol>	<p>grados de flexión y extensión</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. Dolor y crepitación en el proceso</li> <li>3. No se puede realizar el proceso</li> </ol>
<b>Movilidad Articular</b>		
<p>Flexión:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>0. Total</li> <li>1. Ligera limitación</li> <li>2. Severa limitación</li> </ol>	<p>Extensión:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>0. Total</li> <li>1. Ligera limitación</li> <li>2. Severa limitación</li> </ol>	
<b>Atrofia muscular</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>0. No hay signos de atrofia</li> <li>1. Ligera atrofia</li> <li>2. Severa atrofia</li> </ol>		
<b>PROTOCOLO ANESTÉSICO</b>		
•		
•		
•		
<b>TRATAMIENTO OZONOTERAPIA</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Rodilla Derecha:</b></li> <li>• <b>Rodilla Izquierda:</b></li> </ul>		
<b>OBSERVACIONES</b>		



Anexo 1, Figura 6.- Valoración clínica del paciente.

DATOS DEL PACIENTE					
Nombre:	España	Especie:	Caballo	Sexo:	H
Edad:	11	Raza:	Shetland	Peso:	6 Kg
Identificación:	Cynthia Soria	Fecha:	11/05/15	Clínica:	R-05-05
Diagnóstico:	Artrosis	Tratamiento:	At. dia		
EXAMEN FÍSICO GLOBAL					
Tiempo:	Temperatura: 38.5 °C	Frecuencia cardíaca:	45 lpm	Frecuencia respiratoria:	18 rpm
PCV:	20%	Hemoglobina:	10 g/dl	Proteínas totales:	5.5 g/dl
Albúmina:	1.5 g/dl	Bilirrubina:	0.2 mg/dl	Glucosa:	100 mg/dl
Urea:	15 mg/dl	Creatinina:	0.8 mg/dl	Electrolitos:	Na: 135, K: 4.5, Ca: 1.0
EVALUACIÓN DE LAS ARTICULACIONES (Borde de la articulación)					
Inspección visual					
<ul style="list-style-type: none"> <li>Asimetría</li> <li>Deformación</li> <li>Edema</li> <li>Color</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Temperatura</li> <li>Acromioclavicular</li> <li>Escápulo-humeral</li> <li>Codo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Articulaciones</li> <li>Articulaciones</li> <li>Articulaciones</li> <li>Articulaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Articulaciones</li> <li>Articulaciones</li> <li>Articulaciones</li> <li>Articulaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Articulaciones</li> <li>Articulaciones</li> <li>Articulaciones</li> <li>Articulaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Articulaciones</li> <li>Articulaciones</li> <li>Articulaciones</li> <li>Articulaciones</li> </ul>
Muestrado Articular					
<ul style="list-style-type: none"> <li>Articulaciones</li> <li>Articulaciones</li> <li>Articulaciones</li> <li>Articulaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Articulaciones</li> <li>Articulaciones</li> <li>Articulaciones</li> <li>Articulaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Articulaciones</li> <li>Articulaciones</li> <li>Articulaciones</li> <li>Articulaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Articulaciones</li> <li>Articulaciones</li> <li>Articulaciones</li> <li>Articulaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Articulaciones</li> <li>Articulaciones</li> <li>Articulaciones</li> <li>Articulaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Articulaciones</li> <li>Articulaciones</li> <li>Articulaciones</li> <li>Articulaciones</li> </ul>

Anexo 1, Figura 7, Ficha de datos, examen clínico, escala de valoración de funcionalidad articular, dosis y observaciones.

## Anexo 2: Preparación del paciente



Anexo 2, Figura 8.- Sedación del paciente.



Anexo 2, Figura 9.- Tricotomía de la articulación de la rodilla.

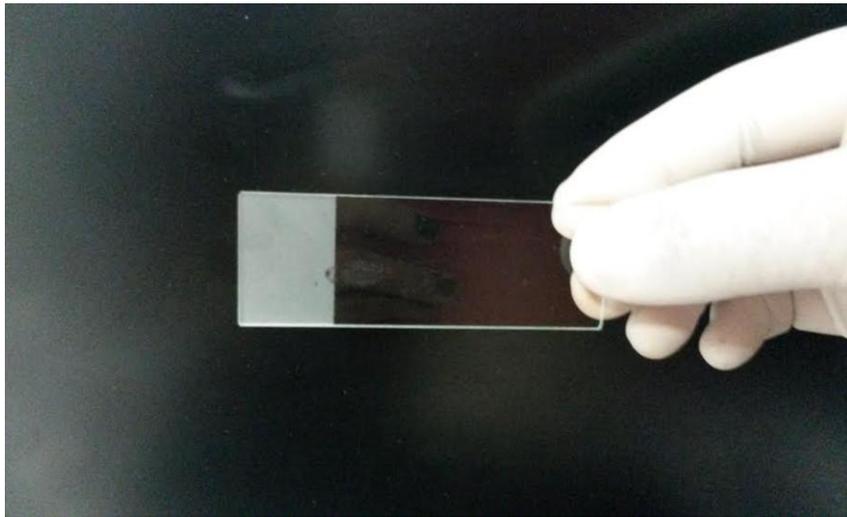


Anexo 2, Figura 10.- Limpieza de la articulación de la rodilla.

### Anexo 3: Toma de muestras, tinción y citologías de líquido articular



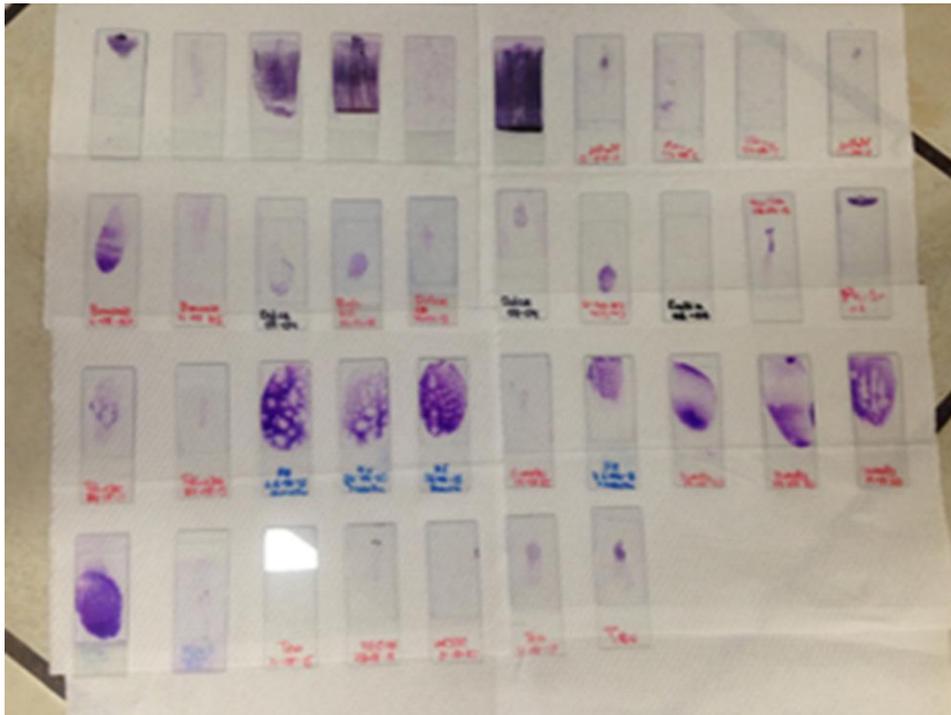
Anexo 3, Figura 11.- Agujas y jeringas para extracción de líquido sinovial.



Anexo 3, Figura 13.- Frotis de líquido sinovial.



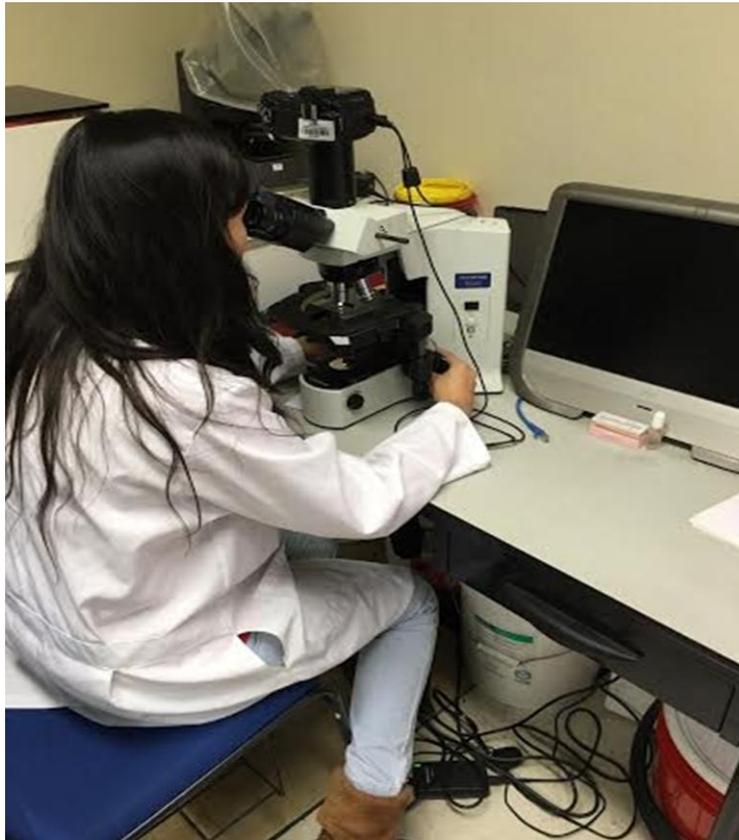
Anexo 3, Figura 12.- Artrocentesis en rodilla.



Anexo 3, Figura 15.- Citologías de líquido sinovial.



Anexo 3, Figura 14.- Tinción de placas DiffQuick®



Anexo 3, Figura 16.- Observación de citologías.

**Anexo 4: Registro de datos y constantes fisiológicas evaluadas en los pacientes**

<b>REGISTRO DE PACIENTES EN ESTUDIO</b>						
<b>Nombre</b>	<b>Prop.</b>	<b>Raza</b>	<b>Edad</b>	<b>Sexo</b>	<b>Peso Kg.</b>	<b>Vacunas/ desparasitaciones</b>
KIRA	Jannina Saltos	Shih Tzu	5	H	8,6	Al día
TEO	Paola Herdoiza	Schnauzer	9	M	12,4	Al día
PELUCHE	Nicole Ruales	Shih Tzu Mtz	3	M	7,3	No tiene vacunas
DULCE	Daina Torres	Yorkshire	9	H	2,4	Al día
EMILIA	Cynthia Jarrín	Fox Terrier	11	H	6	Al día
SWEETY	Nined Vinueza	Teckel Mtz	9	H	10,2	Al día
MOLLY	Verónica Reinoso	French Poodle Mtz	10	H	6,1	Al día

<b>REGISTRO DE CONSTANTES Y ESTADO FÍSICO PACIENTES EN ESTUDIO</b>									
<b>Nombre</b>	<b>Fecha</b>	<b>T. rectal °C</b>	<b>FC (lat/min)</b>	<b>Pulso</b>	<b>FR (resp/min)</b>	<b>TLLC sg</b>	<b>CC</b>	<b>Mucosas</b>	<b>Linfonodos</b>
KIRA	05/12/14	38,6	120	cc	20	2	7	Rosadas	No reactivos
KIRA	08/12/14	38,2	140	cc	24	1	7	Rosadas	No reactivos
KIRA	12/12/14	39,3	120	cc	28	1	7	Rosadas	No reactivos
KIRA	16/12/14	38,9	112	cc	20	2	7	Rosadas	No reactivos
KIRA	19/12/14	38,4	128	cc	24	1	7	Rosadas	No reactivos
TEO	29/01/15	38,8	140	cc	70	1	8	Rosadas	No reactivos
TEO	02/02/15	38,5	104	cc	40	2	8	Rosadas	No reactivos
TEO	05/02/15	38,6	100	cc	40	1	8	Rosadas	No reactivos
TEO	09/02/15	38,8	120	cc	44	2	8	Rosadas	No reactivos

TEO	12/02/15	39	112	cc	40	1	8	Rosadas	No reactivos
PELUCHE	17/03/15	38,4	120	cc	32	2	7	Rosadas	No reactivos
PELUCHE	20/03/15	38,6	112	cc	32	2	7	Rosadas	No reactivos
PELUCHE	24/03/15	38,7	116	cc	40	2	7	Rosadas	No reactivos
PELUCHE	27/03/15	38,7	120	cc	48	2	7	Rosadas	No reactivos
PELUCHE	31/03/15	38,6	124	cc	40	1	7	Rosadas	No reactivos
DULCE	24/03/15	38,8	160	cc	40	2	7	Rosadas	Reactivos
DULCE	27/03/15	38,5	168	cc	44	1	7	Rosadas	Reactivos
DULCE	31/03/15	38,9	164	cc	40	1	7	Rosadas	Reactivos
DULCE	03/04/15	39,1	168	cc	42	2	7	Rosadas	Reactivos
DULCE	07/04/15	38,8	144	cc	36	2	7	Rosadas	Reactivos
EMILIA	28/04/15	38,5	80	cc	40	1	5	Rosadas	No reactivos
EMILIA	01/05/15	38,8	88	cc	40	2	5	Rosadas	No reactivos
EMILIA	05/05/15	38,6	80	cc	36	1	5	Rosadas	No reactivos
EMILIA	08/05/15	38,6	92	cc	36	2	5	Rosadas	No reactivos
EMILIA	12/05/15	38,8	88	cc	40	2	5	Rosadas	No reactivos
SWEETY	29/05/15	39	120	cc	48	1	8	Rosadas	No reactivos
SWEETY	02/06/15	38,8	120	cc	44	1	8	Rosadas	No reactivos
SWEETY	05/06/15	38,7	116	cc	44	2	8	Rosadas	No reactivos
SWEETY	09/06/15	38,5	104	cc	40	2	8	Rosadas	No reactivos
SWEETY	12/06/15	39,3	124	cc	48	1	8	Rosadas	No reactivos
MOLLY	18/06/15	39,3	92	cc	36	2	5	Rosadas	No reactivos
MOLLY	22/06/15	38,8	88	cc	36	1	5	Rosadas	No reactivos
MOLLY	25/06/15	38,8	96	cc	32	2	5	Rosadas	No reactivos
MOLLY	29/06/15	38,6	80	cc	28	2	5	Rosadas	No reactivos
MOLLY	02/07/15	38,7	88	cc	32	2	5	Rosadas	No reactivos

**Anexo 5: Registro de Escala de valoración funcional articular**

REGISTRO DEVALORACIÓN FUNCIONAL ARTICULAR (ESCALA BIOARTH)													
Nombre	Fecha	LIMITACIÓN FUNCIONAL									MOVILIDAD ARTICULAR		ATROFIA
		Apoyo en estación	Cambio de postura levantarse	Cojera en frío	Cojera 10 min marcha	Resistencia al paseo	Resistencia carrera y juego	Subir escaleras	Saltos	Movilidad articular manual pasiva	Flexión	Extensión	Atrofia en miembros
KIRA	05/12/14	1	0	1	1	1	1	1	0	2	2	2	0
	12/12/14	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0
	19/12/14	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0
TEO	29/01/15	0	0	0	0	2	1	1	1	1	2	1	0
	05/02/15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	12/02/15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PELUCHE	17/03/15	2	2	2	1	2	1	1	1	2	1	2	0
	24/03/15	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0
	31/03/15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DULCE	24/03/15	0	0	3	1	2	3	3	2	2	1	2	0
	31/03/15	0	0	1	1	2	3	3	1	1	0	1	0
	07/04/15	0	0	0	0	2	3	1	0	1	0	0	0
EMILIA	28/04/15	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	1
	05/05/15	1	1	3	1	0	0	1	1	1	1	1	1
	12/05/15	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1
SWEETY	29/05/15	1	2	1	1	2	3	2	2	2	1	2	1
	05/06/15	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1
	12/06/15	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1
MOLLY	11/09/15	2	2	3	2	2	2	2	0	2	1	2	2
	18/09/15	1	2	3	2	2	2	1	0	1	1	1	2
	24/09/15	1	2	3	1	2	1	1	0	1	0	1	2



Anexo 5, Figura 18.- Valoración del paciente: apoyo en estación.



Anexo 5, Figura 17.- Valoración del paciente Escala funcional.



Anexo 5, Figura 19.- Valoración del paciente: movimientos extensión.

### Anexo 6: Registro de dosis empleadas

REGISTRO DE DOSIS EMPLEADAS						
Nombre	Fecha	Protocolo sedación		Tratamiento ozonoterapia		Reversión
		Xilacina	Tramal	RI	RD	Yohimbina
KIRA	05/12/14	0.4	0.5	0.5	0.5	0.4
KIRA	08/12/14	0.4	0.5	0.5	0.5	0.4
KIRA	12/12/14	0.4	0.5	0.5	0.5	0.4
KIRA	16/12/14	0.4	0.5	0.5	0.5	0.4
KIRA	19/12/14	0.4	0.5	0.5	0.5	0.4
TEO	29/01/15	0.4	0.7	0.8	-	0.6
TEO	02/02/15	0.4	0.7	0.8	-	0.6
TEO	05/02/15	0.4	0.7	0.8	-	0.6
TEO	09/02/15	0.4	0.7	0.8	-	0.6
TEO	12/02/15	0.4	0.7	0.8	-	0.6
PELUCHE	17/03/15	0.3	0.4	0.6	-	0.4
PELUCHE	20/03/15	0.3	0.4	0.6	-	0.4
PELUCHE	24/03/15	0.3	0.4	0.6	-	0.4
PELUCHE	27/03/15	0.3	0.4	0.6	-	0.4
PELUCHE	31/03/15	0.3	0.4	0.6	-	0.4
DULCE	24/03/15	0.12	0.1	-	0.15	0.1

DULCE	27/03/15	0.2	0.1	-	0.15	0.1
DULCE	31/03/15	0.15	0.1	-	0.15	0.1
DULCE	03/04/15	0.15	0.1	-	0.15	0.1
DULCE	07/04/15	0.15	0.1	-	0.15	0.1
EMILIA	28/04/15	0.3	0.4	-	0.5	0.3
EMILIA	01/05/15	0.3	0.4	-	0.5	0.3
EMILIA	05/05/15	0.3	0.4	-	0.5	0.3
EMILIA	08/05/15	0.3	0.4	-	0.5	0.3
EMILIA	12/05/15	0.3	0.4	-	0.5	0.3
SWEETY	29/05/15	0.5	0.6	0.8	0.8	0.5
SWEETY	02/06/15	0.5	0.6	0.8	0.8	0.5
SWEETY	05/06/15	0.5	0.6	0.8	0.8	0.5
SWEETY	09/06/15	0.5	0.6	0.8	0.8	0.5
SWEETY	12/06/15	0.5	0.6	0.8	0.8	0.5
MOLLY	18/06/15	0.4	0.4	-	0.5	0.3
MOLLY	22/06/15	0.4	0.4	-	0.5	0.3
MOLLY	25/06/15	0.4	0.4	-	0.5	0.3
MOLLY	29/06/15	0.4	0.4	-	0.5	0.3
MOLLY	02/07/15	0.4	0.4	-	0.5	0.3

### Anexo 7: Monitoreo del paciente



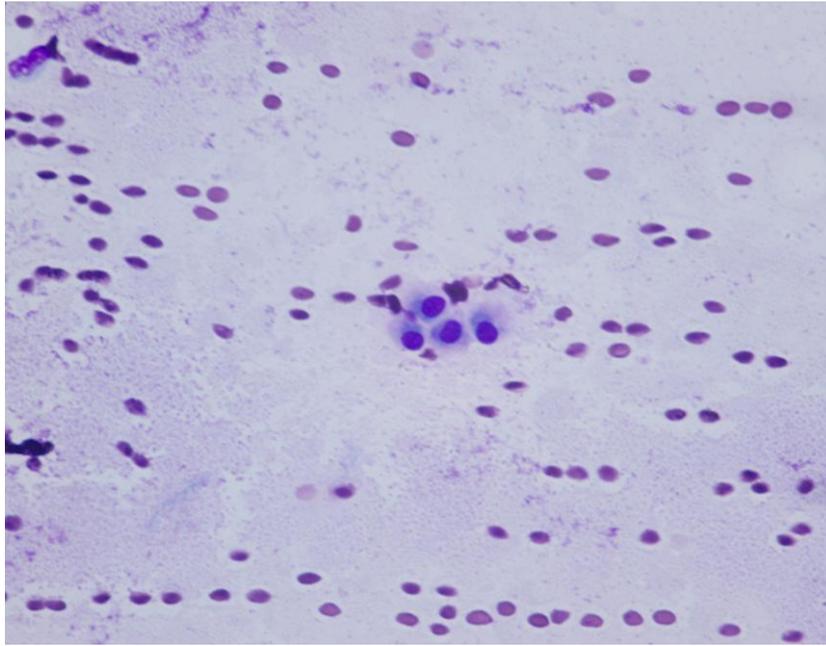
Anexo 7, Figura 20.- Monitoreo de paciente en sedación.

### Anexo 8: Resultados citológicos

EVALUACIÓN CITOLÓGICA DE LÍQUIDO ARTICULAR									
NOMBRE	FECHA	Erit.	PMN	MN	(SA)	(SB)	Material Proteináceo	Otros	Observaciones
KIRA	05/12/14	Presencia	Ausencia	Ausencia	Marcado	Ausencia	Marcado	Presencia de adipocitos y de hemorragia	Exceso de material proteináceo dificulta la visión, adipocitos (tejido conectivo adyacente)
KIRA	19/12/14	Presencia	Ausencia	Ausencia	Ligero	Ausencia	Ligero	Presencia de hemorragia	Material proteináceo ligero
TEO	29/01/15	Presencia	Ausencia	Ausencia	Marcado	Ausencia	Ausencia	Presencia de hemorragia	Sinoviocitos A dispuestos en láminas, cúmulos + 20
TEO	12/02/15	Presencia	Ausencia	Ligero	Ligero	Ausencia	Ausencia	Presencia de hemorragia	Sinoviocitos A dispuestos en láminas, cúmulos + 4
PELUCHE	17/03/15	Presencia	Ausencia	Ausencia	Ligero	Ausencia	Ausencia		
PELUCHE	31/03/15	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Marcado	Ausencia	Moderado		Sinoviocitos A dispuestos en láminas, cúmulos +20.
DULCE	24/03/15	Presencia	Ligero	Ligero	Marcado	Ausencia	Marcado	Presencia de hemorragia y células epiteliales	Exceso de material proteináceo dificulta la visión. Células epiteliales escamosas (contaminación piel). Sinoviocitos A dispuestos en láminas, cúmulos +30
DULCE	07/04/15	Presencia	Ligero	Ligero	Moderado	Ausencia	Ligero	Presencia de hemorragia y cúmulos fibroblásticos.	Células epiteliales escamosas (contaminación piel). Sinoviocitos A dispuestos en láminas, cúmulos +20. Cúmulos fibroblásticos (contaminación)

									tejido conectivo adyacente)
EMILIA	28/04/15	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Marcado	Ausencia	Ausencia		Sinoviocitos disposición: dispersa
EMILIA	12/05/15	Ausencia	Ligero	Ausencia	Ligero	Ausencia	Ausencia	Presencia de adipocitos y de cúmulos fibroblásticos.	Cúmulos fibroblásticos y adipocitos (contaminación tejido conectivo adyacente)
SWEETY	29/05/15	Presencia	Moderado	Ligero	Marcado	Ausencia	Marcado	Presencia de hemorragia aguda y adipocitos.	Exceso de material proteináceo dificulta la visión, adipocitos (tejido conectivo adyacente). Inflamación Crónica activa
SWEETY	12/06/15	Ausencia	Moderado	Ligero	Marcado	Ausencia	Ligero	Libre de hemorragia	Inflamación crónica activa
MOLLY	18/06/15	Presencia	Ausencia	Ausencia	Moderado	Ausencia	Moderado	Presencia de hemorragia,	Agregados proteináceos
MOLLY	02/07/15	Presencia	Ausencia	Ausencia	Ligero	Ausencia	Ligero	Presencia de hemorragia, adipocitos, células mesenquimales, fibroblásticas y adipocitos	Contaminación con tejido adyacente (posible arrastre capsular)

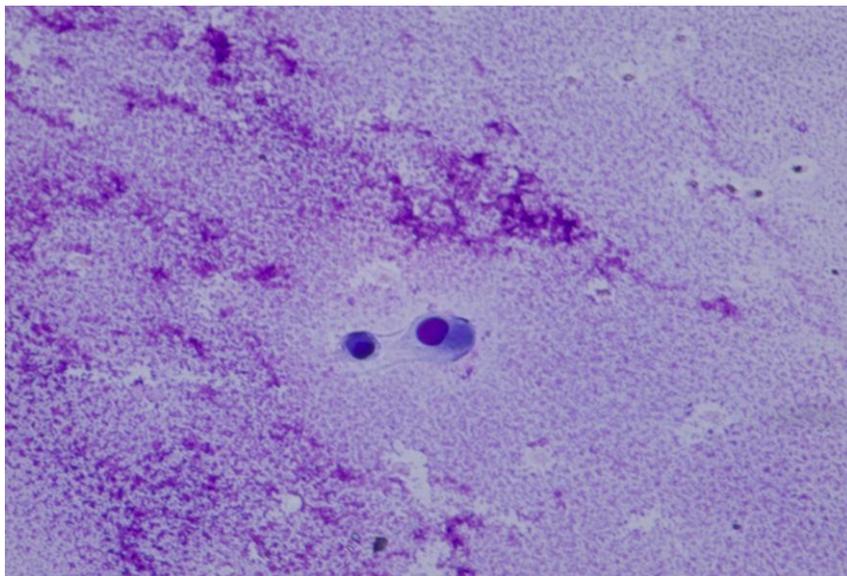
*Nota:* Erit.: Eritrocitos; PMN: Células Polimorfonucleares; MN: Células Mononucleares; SA: Células de revestimiento Sinoviocitos tipo A; SB: Células de revestimiento Sinoviocitos tipo B.



Anexo 8, Figura 21.- Citología líquido sinovial. Eritrocitos. Artrocentesis. Canino. Tinción DiffQuick®. Aumento 40x.

Foto: Julio Ortiz

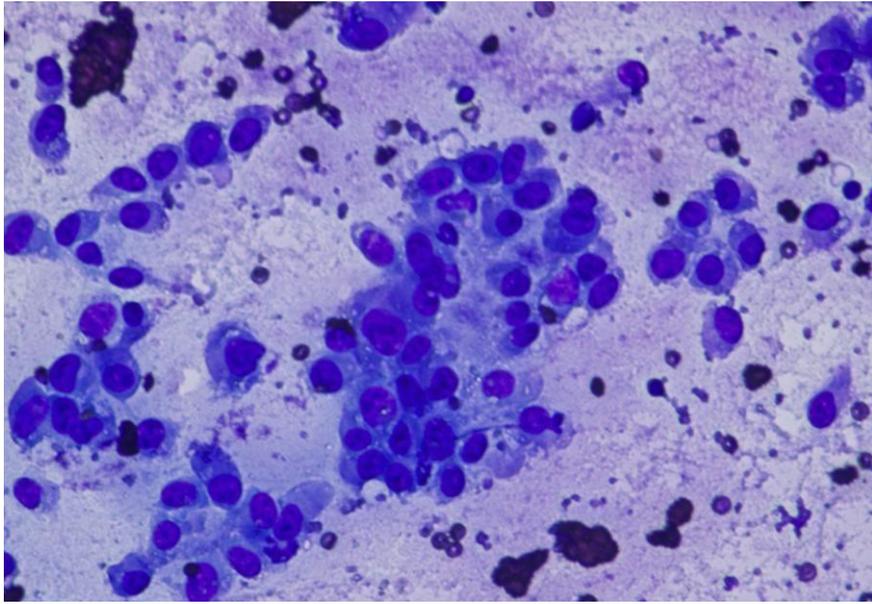
a. Sobre un fondo proteináceo se aprecia moderada cantidad de eritrocitos y un pequeño grupo de sinoviocitos (grupo 4).



Anexo 8, Figura 22.- Citología líquido sinovial. Mononucleares. Artrocentesis. Canino. Tinción DiffQuick®. Aumento 40x.

Foto: Julio Ortiz

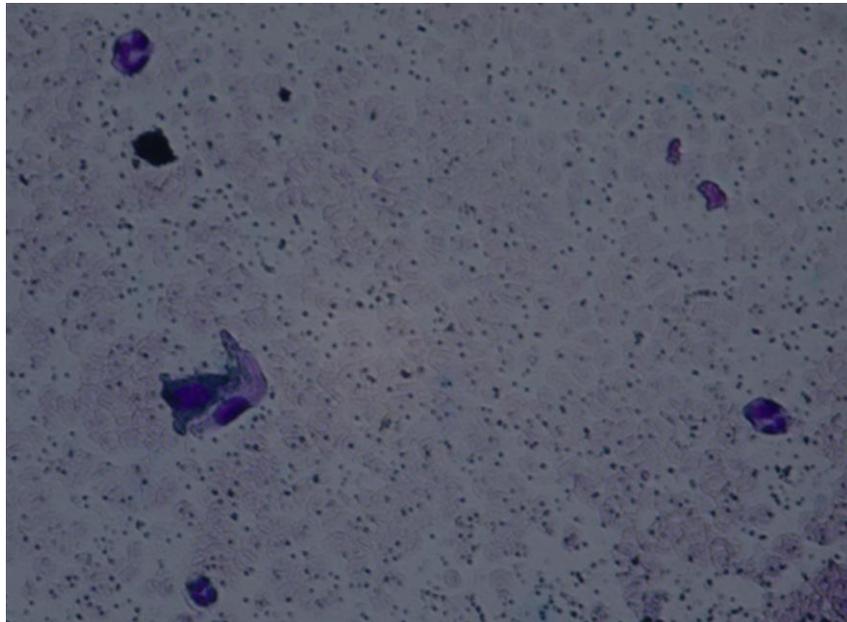
a. Sobre un fondo proteináceo se aprecia un linfocito y un sinoviocito.



Anexo 8, Figura 24.- Citología líquido sinovial. Sinoviocitos. Artrocentesis. Canino. Tinción DiffQuick®. Aumento 40x.

Foto: Julio Ortiz

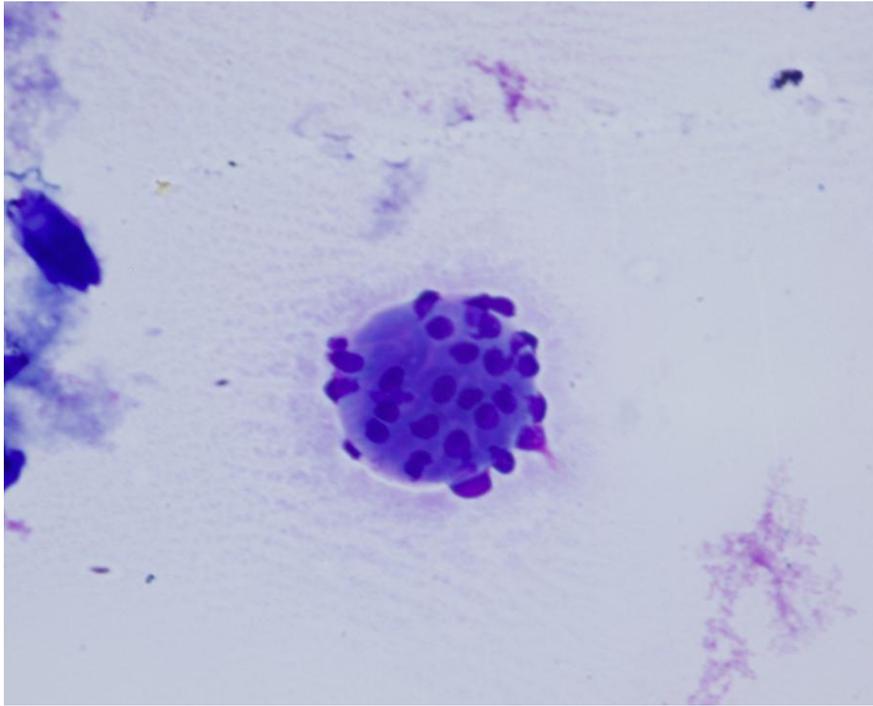
a. Sobre un fondo proteináceo con eritrocitos se observa gran cantidad de sinoviocitos dispuestos en grupos o sueltos.



Anexo 8, Figura 23.- Citología líquido sinovial. Células. Artrocentesis. Canino. Tinción DiffQuick®. Aumento 40x.

Foto: Julio Ortiz

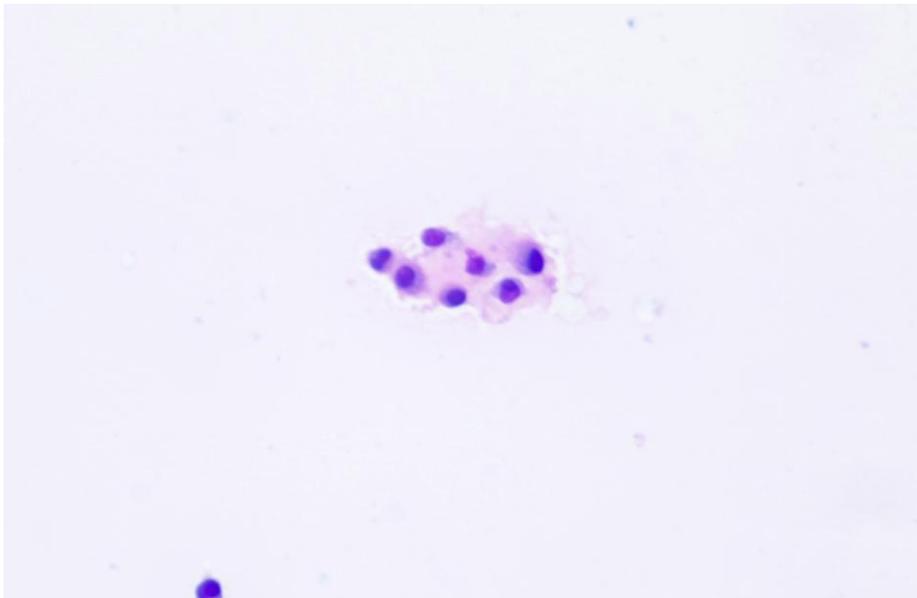
a. Sobre un fondo proteináceo se observan eritrocitos, escasos neutrófilos y pocas células escamosas nucleadas y anucleadas.



Anexo 8, Figura 25.- Citología líquido sinovial. Sinoviocitos 2. Artrocentesis. Canino. Tinción DiffQuick®. Aumento 40x.

Foto: Julio Ortiz

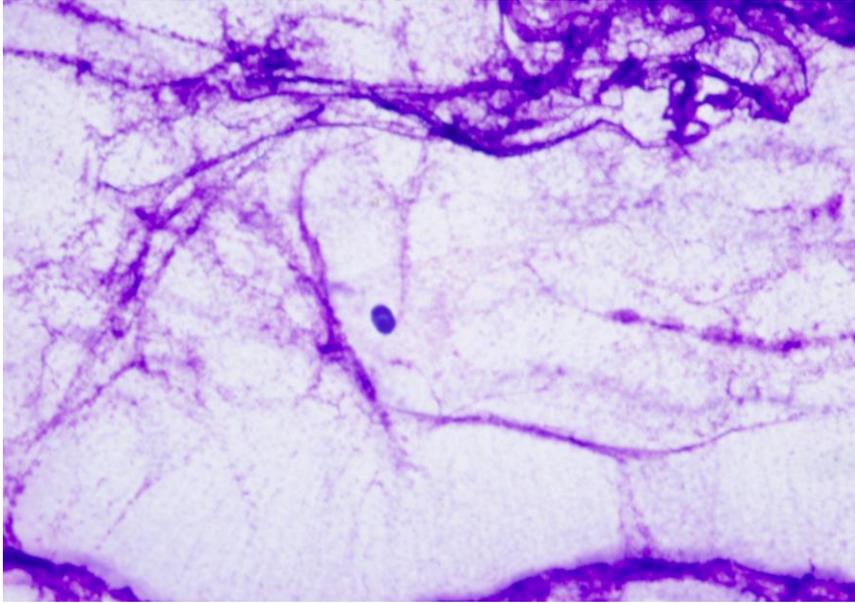
- a. Sobre un fondo proteináceo se observa un grupo de sinoviocitos.



Anexo 8, Figura 26.- Citología líquido sinovial. Sinoviocitos 3. Artrocentesis. Canino. Tinción DiffQuick®. Aumento 40x.

Foto: Julio Ortiz

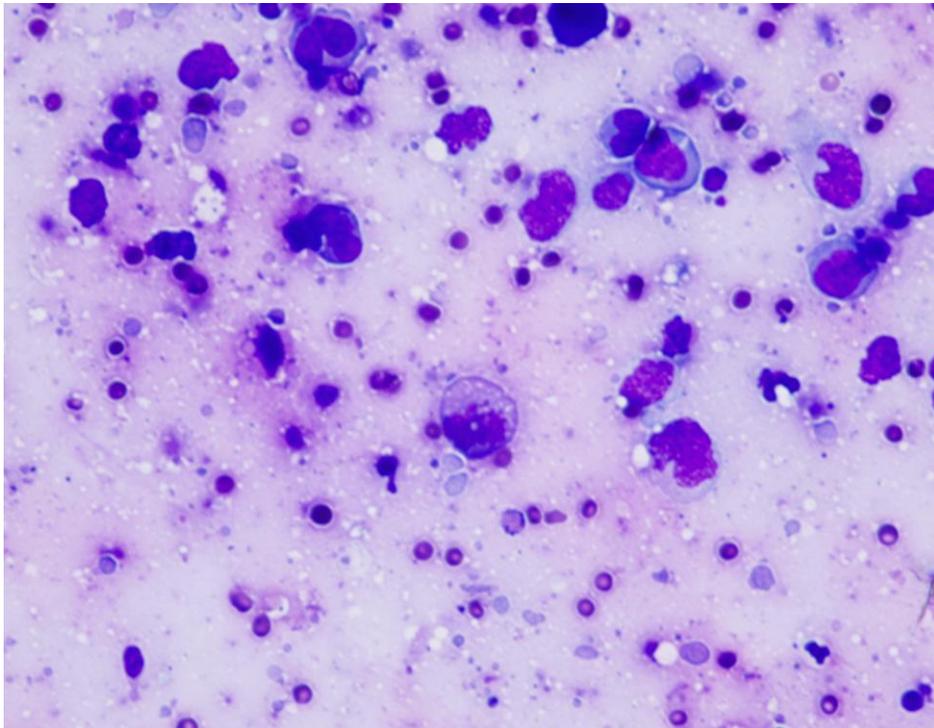
- a. Sobre un fondo proteináceo se observa un grupo de sinoviocitos.



Anexo 8, Figura 27.- Citología líquido sinovial. Material proteináceo. Artrocentesis. Canino. Tinción DiffQuick®. Aumento 40x.

Foto: Julio Ortiz

a. Se observa gran cantidad de material proteináceo fibrilar basofílico y un linfocito.



Anexo 8, Figura 28.- Citología líquido sinovial. Células 2. Artrocentesis. Canino. Tinción DiffQuick®. Aumento 40x.

Foto: Julio Ortiz

a. Sobre un fondo proteináceo se observan eritrocitos y macrófagos.

## Anexo 9: Equipos ozonoterapia



Anexo 9, Figura 29.- Generador de ozono Domo 400®; Tanque de oxígeno M6B 164L; Manómetro para tanque de oxígeno Drive® .