



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
Instituto Tecnológico El Llano Aguascalientes



División de Estudios de Posgrado e Investigación
Maestría en Ciencias en Biotecnología Agropecuaria

Identificación de la presencia de *Sarcocystis* spp., en tejidos de ovinos destinados a consumo humano en el estado de Aguascalientes, México

Tesis que presenta:

Estiven Fernando Ramos De Lira

Como requisito parcial para obtener el grado de
Maestro en Ciencias en Biotecnología Agropecuaria

El Llano, Aguascalientes, México, marzo 2024



DICTAMEN DE TESIS APROBADA



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico El Llano Aguascalientes
División de Estudios de Posgrado e Investigación

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN DICTAMEN DE TESIS APROBADA

El Llano, Aguascalientes. 10/abril/2024

El Comité de Tesis de la candidata a grado **C. ESTIVEN FERNANDO RAMOS DE LIRA**, aprobado por el Consejo de Posgrado de la División de Estudios de Posgrado e Investigación del Instituto Tecnológico El Llano Aguascalientes; integrado por los **CC. DR. LETICIA ESPERANZA MEDINA ESPARZA, DR. CARLOS RICARDO CRUZ VÁZQUEZ, DRA. IRENE VICTORIA VITELA MENDOZA, DRA. ERIKA JANET RANGEL MUÑOZ**, habiéndose reunido a fin de evaluar el trabajo final de la tesis titulada: **"Identificación de la presencia de *Sarcocystis spp.*, en tejidos de ovinos destinados a consumo humano en el estado de Aguascalientes, México"**, que presenta como requisito parcial para obtener el Grado de Maestro en Ciencias en Biotecnología Agropecuaria, según lo establecen los Lineamientos para la Operación de los Estudios de Posgrado del TecNM, y de acuerdo a las Bases para la Elaboración de Tesis de Posgrado, dictaminaron su **APROBACIÓN** para que pueda ser presentada en el Examen de Grado correspondiente.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®
Terra Rica, Sapientia Nostra, Homo Superior Est

DR. LETICIA ESPERANZA MEDINA ESPARZA
DIRECTORA DE TESIS

DR. CARLOS RICARDO CRUZ VÁZQUEZ
ASESOR

DRA. IRENE VICTORIA VITELA MENDOZA
ASESORA

DRA. ERIKA JANET RANGEL MUÑOZ
ASESORA

.c.p.- Consejo de posgrado.
C.c.p.- Archivo.



Km. 18 Carretera Ags. - S.L.P., El Llano Aguascalientes, C.P. 20330 Tel. (449) 962 - 11 - 00 ext.
212 e-mail: e-mail: depi_llano@tecnm.mx tecnm.mx | llano.tecnm.mx



2024
Felipe Carrillo
PUERTO
MANIFIESTA SU VOLUNTAD
DE PARTICIPAR EN EL PROCESO
DE ELECCIÓN



El Llano, Aguascalientes, **12/01/2024**

CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS

En la Ciudad de El Llano, Aguascalientes el día 12 de Enero del año 2024, la que suscribe, C. Estiven Fernando Ramos De Lira, alumno del Programa de Maestría en Ciencias en Biotecnología Agropecuaria con número de control: 21900245, adscrito al Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico El Llano Aguascalientes, manifiesta ser autor del presente trabajo de Tesis bajo la dirección de la Dra. Leticia Esperanza Medina Esparza, y cede los derechos del trabajo intitulado "Identificación de la presencia de *Sarcocystis spp.*, en tejidos de ovinos destinados al consumo humano en el estado de Aguascalientes, México " y de patentes y beneficios que puedan originarse del presente, al Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico El Llano Aguascalientes,

ATENTAMENTE

Estiven Fernando Ramos De Lira

Estiven Fernando Ramos De Lira



Km. 18 Carretera Ags. - S.L.P. El Llano Aguascalientes, C.P. 20330 Tel. (449) 962 - 11 - 00 ext. 212
e-mail: e-mail: depi_llano@tecnm.mx tecnm.mx | llano.tecnm.mx



2023
Francisco
VILLA

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a dios por darme la fortaleza y siempre estar a mi lado en este transcurso de mi vida para concluir con este proceso tan importante tanto en el ámbito académico como para mi vida.

Agradezco a mis padres María Guadalupe De Lira Macias y Rolando Ramos Mireles infinitamente por el apoyo e incondicional tanto económico como moral para realizar mis estudios, por sus consejos y siempre estar pendientes de mí, por ser una de mis más grandes motivaciones para realizar esta meta y seguir superándome en la vida.

Agradezco a mi esposa María del Rosario Lizaran López y mi hija Karime Fernanda Ramos De Lira por ser mi motor y mi motivación para ver logrado esta meta y por el apoyo que me brindaron en este transcurso.

Agradezco infinitamente a mi directora de tesis, a la Dra. Esperanza Leticia Medina Esparza por su paciencia, dedicación, enseñanzas y los consejos que me llevaron a terminar satisfactoriamente la maestría.

Agradezco a las Doctoras Irene Victoria Vitela Mendosa y Erika Janet Rangel Muños y al Doctor Carlos Ricardo Cruz Vázquez por sus consejos y correcciones, las cuales fueron fundamentales para mi formación profesional como maestro en Ciencias Biotecnológicas Agropecuarias.

Por último, agradezco al Instituto Tecnológico El Llano por abrirme sus puertas para formarme profesional mente como Ingeniero Agrónomo y Maestro en Ciencias Biotecnológicas Agropecuarias y por dejarme ser de la familia ITEL.

DEDICATORIA

Este logro se lo dedico principalmente a mis padres María Guadalupe De Lira Macias y Rolando Ramos Mireles y a mi esposa María del Rosario Lizaran López y a mi hija Fernanda Ramos De Lira, por acompañarme tanto en mi vida profesional como personal y por brindarme todo el apoyo posible y a todos mis familiares que creyeron en mí.

A todos los docentes que me dieron clases y me brindaron apoyo y en especial a los doctores Esperanza Leticia Medina Esparza, Irene Victoria Vitela Mendosa y Erika Janet Rangel Muños y al Doctor Carlos Ricardo Cruz Vázquez por ser fundamentales en mi carrera profesional.

Por último, a todas las personas que me apoyaron y creyeron en mí.

SÍMBOLOS Y NOMENCLATURA

°C Grado centígrado

mm Milímetro

cm Centímetro

RESÚMEN

Sarcosystis spp. es protozooario apicomplexa, tiene su ciclo de vida indirecto y puede provocar graves problemas en el sector pecuario como en salud pública, en los últimos años este parásito se ha relacionado en ovinos como hospederos, causando principalmente una infección crónica y subclínica en esta especie, sin embargo, el hombre actúa también como hospedero, puede provocarle distintos síntomas. Es de la familia de los ovinos pueden ser parasitados por cuatro especies de *Sarcocysts*: *Sarcocystis tenella* sin *S. ovicanis*, *Sarcocystis gigantea* sin *S. ovifelis*, *S. arieticanis* y *S. medusiformis*. *Sarcocystis ovicanis* es el más patógeno, con la capacidad de producir tanto macroquistes como microquistes. El objetivo de este trabajo fue estimar la presencia de *Sarcosystis spp.* en tejido de ovino destinado al consumo humano mediante técnicas macroscópicas, microscópicas e histopatológicas. Se recolectaron 300 muestras de tejidos blancos de 100 animales de seis diferentes municipios de Aguascalientes y del rastro municipal de San Francisco de los Romo, las muestras obtenidas fueron procesadas para su diagnóstico mediante las técnicas macro y microscópicas e histopatológicas para detectar la presencia de *Sarcosystis spp.* Los resultados obtenidos mediante las técnicas micro y macroscópicas fueron el 17% casos positivos de 100 revisados, dos casos de Rincón de Romos no presentaron ningún daño, 36 casos que se analizaron mediante la técnica de histopatología, se obtuvieron los resultados siguientes: 62% en corazón y 54% en esófagos como muestras positivas y un 72% de casos, mientras que en hígado no se obtuvo ninguna muestra positiva. El porcentaje obtenido de la presencia de *Sarcosystis spp.* es alta y de gran importancia, debido a que existe la presencia de este parásito en carne para el consumo humano por lo que representa un alto riesgo de problemas tanto para el sector cárnico como para la salud pública.

ABSTRACT

Sarcosystis spp. it is an apicomplexa protozoan, it has an indirect life cycle and can cause serious problems in the livestock sector as well as in public health. In recent years this parasite has been linked to sheep as hosts, mainly causing a chronic and subclinical infection in this species, without However, man also acts as a host, it can cause different symptoms. It is from the family of Sheep can be parasitized by four species of *Sarcocysts*: *Sarcocystis tenella* without *S. ovicanis*, *Sarcocystis gigantea* without *S. ovifelis*, *S. arieticanis* and *S. medusiformis*. *Sarcocystis ovicanis* is the most pathogenic, with the ability to produce both macrocysts and microcysts. The objective of this work was to estimate the presence of *Sarcosystis* spp. in sheep tissue intended for human consumption using macroscopic, microscopic and histopathological techniques. 300 samples of white tissues were collected from 100 animals from six different municipalities of Aguascalientes and the municipal slaughterhouse of San Francisco de los Romo. The samples obtained were processed for diagnosis using macro, microscopic and histopathological techniques to detect the presence of *Sarcosystis* spp. The results obtained through micro and macroscopic techniques were 17% positive cases out of 100 reviewed, two cases from Rincón de Romos did not present any damage, 36 cases that were analyzed using the histopathology technique, the following results were obtained: 62% in heart and 54% in esophagus as positive samples and 72% of cases, while no positive sample was obtained in the liver. The percentage obtained from the presence of *Sarcosystis* spp. is high and of great importance, because there is the presence of this parasite in meat for human consumption, which represents a high risk of problems for both the meat sector and public health.

ÍNDICE GENERAL

		Página
	DICTÁMEN DE TESIS APROBADA	ii
	AGRADECIMIENTOS	iii
	DEDICATORIA	iv
	RESÚMEN	v
	ABSTRACT	vi
	ÍNDICE GENERAL	vii
	ÍNDICE DE CUADROS	viii
	ÍNDICE DE FIGURAS	ix
I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	OBJETIVOS	3
	2.1 Objetivo general	3
	2.2 Objetivos específicos	3
III.	HIPÓTESIS	4
IV.	REVISIÓN DE LITERATURA	5
	4.1 Importancia del ganado ovino en México	5
	4.2 Generalidades de la especie de <i>Sarcocystis</i>	6
	4.2.1 Sarcosistosis o sarcosporidiosis	6
	4.2.2 Importancia de la sarcocistosis en los ovinos	7
	4.2.3 Características de las especies de <i>Sarcocystis</i>	7
	4.2.4 Ciclo biológico	9
	4.2.5 Patogenicidad y signos clínicos	10
	4.3 Epidemiología	11
	4.3.1 Epidemiología a nivel mundial	11
	4.3.2 Epidemiología a nivel nacional	12
	4.4 Prevención, control y tratamiento	13
V.	MATERIALES Y MÉTODOS	15

	5.1 Lugar de estudio	15
	5.2 Diseño de estudio	16
	5.3 Etapa de campo	16
	5.3.1 Las unidades de producción	16
	5.3.2 Recolección y manejo de las muestras	18
	5.4 Etapa de laboratorio	19
	5.4.1 Diagnóstico macroscópico y microscópico	19
	5.4.2 Diagnóstico histopatológico	20
VI.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
VII.	CONCLUSIONES	36
VII.	LITERATURA CITADA	37
	APÉNDICE	

ÍNDICE DE CUADROS		
Cuadro		Página
1	Especie sinónimos y hospederos de <i>Sarcosystis</i> en ovinos	9
2	Epidemiología de <i>Sarcocystis spp.</i> , en el mundo	12
3	Epidemiología de <i>Sarcocystis spp.</i> , en México	12
4	De los municipios monitoreados se obtuvieron los siguientes números de casos con los casos observándose el número de positivos y negativos	26
5	Porcentajes de casos positivos y negativos por municipio	28
6	Número de casos procesados mediante la técnica de histopatología y Tejidos blanco (Corazón, Esófago e Hígado) positivos y negativos por municipio	30
7	Casos analizados mediante la técnica de histopatología y totales de tejidos blancos positivos y negativos	32
8	Total de casos positivos y negativos a <i>Sarcosystis. Spp</i> mediante la técnica de histopatología.	33

ÍNDICE DE FIGURAS		
Figura		Página
1	Ciclo de vida de <i>Sarcocystis spp.</i>	10
2	Localización geográfica del estado de Aguascalientes	15
3	Estado de Aguascalientes dividido por municipio	17
4	Tejido blanco (corazón, esófago e hígado)	18
5	Análisis de tejido en el Laboratorio de sanidad fitopecuaria del ITEL	18
6	Análisis de esófago de ovino	19
7	Corte de tejido blanco	19
8	Tejidos blancos depositados en recipientes con formalina neutra para su conservación	21
9	Cortes histológicos situados en caset histológicos para ser puestos en el estoquinete.	21
10	Estoquinete en función para la preparación del tejido para su proceso histológico (Tiempo de duración 11 horas).	21
11	Sistema de embebido junto al plato de enfriamiento para su solidificación.	21
12	Corte del bloque de parafina con tejidos blanco en el Microtomo.	22
13	Baño maría donde se colocan las muestras del tejido embebido y poder seleccionar la muestra para procesar mediante H-E	22
14	Canastilla histopatológica con portaobjetos lista para pasarse a la estufa eléctrica	23
15	Estufa eléctrica con los portaobjetos dentro, a una temperatura de 56°C	23
16	Recipientes con diferentes soluciones para procesar las muestras y teñirlas mediante la técnica de Hematoxilina-Eosina.	23
17	Porta objetos con tejidos blanco (Esófago, Corazón e Hígado) teñido mediante la técnica de Hematoxilina-Eosina.	24

18	Tejido Blanco (Corazón) con alteraciones celulares (Microquistes) observado en el microscopio a 4x.	24
19	Tejido blanco (Esófago) con alteraciones celulares (Microquistes) observado en el microscopio a 4x.	25
20	A y B <i>Sarcocistys</i> spp., visto en el microscopio estereoscopio.	27
21	Tejido de esófago con un posible quiste provocado por <i>Sarcocystis</i> spp.	27
22	Casos positivos por municipio.	29
23	Tejidos blanco positivos y negativos por Municipio.	31
24	Porcentajes de corazones (tejido blanco) positivos y negativos.	32
25	Porcentajes de esófagos (tejido blanco) positivos y negativos.	33
26	Total de casos positivos y negativos a <i>Sarcosystis. Spp</i> mediante la técnica de histopatología.	33

I. INTRODUCCION

La actividad pecuaria es de gran importancia en el país, por su participación en la economía y por la población que en ella se desempeña. El elevado porcentaje del territorio nacional dedicado a la actividad ganadera, se ha estimado en 56%, denota claramente el potencial productivo de la nación [1]. La producción ovina en México ha tenido un crecimiento en las últimas décadas, debido a la importancia económica y social. En 2011, el inventario nacional ovino era de aproximadamente 8.2 millones de cabezas para 2021, de acuerdo con cifras del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [2]. el inventario alcanzó las 8'724,882 cabezas; gracias a esto se han podido reducir las importaciones en un 74%, pasando de 58 mil a 10,379 toneladas (UNO, 2018). Los estados con mayor producción son: Estado de México (16.29%); Hidalgo (13.65%); Veracruz (7.81%); Oaxaca (5.86%) y Puebla (5.68%) [2]. El 95 % de la carne de borrego, en México, se consume en forma de barbacoa.

El ovino se ha relacionado con un parásito denominado *Sarcocystis* spp., del cual, los ovinos son hospederos, causando principalmente una infección crónica y subclínica en esta especie, sin embargo, el hombre actúa también como hospedero, puede provocarle distintos síntomas como: náuseas, diarrea, cólicos y escalofríos. El parásito *Sarcocystis* spp. perteneciente a phylum Apicomplexa, tiene su ciclo de vida indirecto, es decir de tipo predador-presa. Afecta a una amplia gama de mamíferos que actúan como hospederos intermediarios, donde se lleva a cabo la fase asexual y se desarrollan los quistes que se ubican en la musculatura esquelética (11). Los ovinos pueden ser parasitados por cuatro especies de *Sarcocysts*: *Sarcocystis tenella* sin *S. ovicanis*, *Sarcocystis gigantea* sin *S. ovifelis*, *S. arieticanis* y *S. medusiformis*. *Sarcocystis ovicanis* es considerado el más patógeno, con la capacidad de producir tanto macroquistes como microquistes [3].

En México existe muy poca información sobre la presencia de *Sarcocystis* spp. Por lo que es importante investigar sobre este parásito debido a que el consumo de carne de ovino es de alta demanda por lo que podría generar un problema de salud pública en la república mexicana ya que el humano sirve como hospedero de este parásito.

El consumo de carne infectada o insuficientemente cocida, produce en el humano un cuadro de gastroenteritis con náuseas, diarrea, cólicos y escalofríos, sintomatología aparentemente ocasionada por la acción de una sustancia tóxica contenida en los quistes. No ha podido determinarse la especie o especies de *Sarcocystis* causantes de esta infección. En Aguascalientes el consumo de carne de ovino resulta ser de importancia económica ya que la demanda de carne de este es alta, por lo que es necesario detectar la presencia de *Sarcocystis* spp., mediante técnicas macroscópicas, histopatológicas y moleculares en tejidos de ovinos y con ello, proponer un medio de control así como establecer la frecuencia de *Sarcocystis* spp., y el impacto en salud animal de igual forma es importante identificar la especie de este parásito presente en la especie ovina del estado.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Estimar la presencia de *Sarcocystis* spp., mediante técnicas macroscópicas, microscópicas e histopatología en tejidos de ovinos destinados a consumo humano en el estado de Aguascalientes.

2.2. Objetivos Específicos

Detectar la presencia de macroquistes de *Sarcocystis* spp., mediante técnicas microscópicas en tejidos blanco de ovinos sacrificados para consumo humano.

Detectar mediante histopatología lesiones microscópicas ocasionadas en los tejidos blancos por *Sarcocystis* spp.

Estimar la frecuencia de *Sarcocystis* spp., en ovinos mediante estadística no paramétrica de los resultados obtenidos.

III. HIPÓTESIS

Hi: *Sarcocystis spp.*, está presente en tejidos de ovinos destinados a consumo humano del Estado de Aguascalientes, México.

Ho: *Sarcocystis spp.*, no está presente en tejidos de ovinos destinados a consumo humano del Estado de Aguascalientes, México.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Importancia del ganado ovino en México

La crianza de ovinos, tiene gran importancia económica y social para el hombre, con características de la crianza como la facilidad para su manejo en sistemas de pastoreo, han tenido una rápida propagación por el mundo, mediante la difusión de diversas razas especializadas de acuerdo a las necesidades de los distintos sistemas. Las personas con menos recursos económicos y marginadas del mundo dependen directamente del ganado como un componente clave de su estrategia de medios de vida [4].

Los sistemas tradicionales de producción ovina son parte de las actividades asociadas a los medios de vida rurales en México [5]. En este sentido, la creación de manuales y normas para el establecimiento de las Buenas Prácticas Ganaderas (BPG) en diferentes países, en Latinoamérica, pretenden minimizar el impacto en el medio ambiente, disminuyendo los riesgos de contaminación de los productos pecuarios con agentes químicos, físicos y biológicos, y mejorando el bienestar laboral de los trabajadores rurales [6].

En México, se han descrito principalmente tres sistemas de producción ganadera: intensivos, semi-intensivos y extensivos. En los intensivos, los animales están confinados y los productores dependen de razas especializadas, un alto consumo de insumos externos, en donde el manejo de residuos se vuelve necesario. En los sistemas semi-intensivos o de agricultura mixta, la alimentación se basa en pastoreo y suplementación en comedero; la mayoría de las unidades de producción en estos

sistemas crían ovejas con fines de ingresos y de subsistencia. Finalmente, los sistemas extensivos, en donde los animales reciben la menor cantidad de suplementos y típicamente se alimentan mediante el pastoreo [7].

4.2 Generalidades de la especie de *Sarcocystis*

4.2.1 Sarcosistosis o sarcosporidiosis

La sarcosporidiosis es una parasitosis que puede provocar una serie de problemas en las unidades de producción pecuaria. Es considerada cosmopolita por diversos autores debido a su distribución mundial. Existen varias especies que pueden afectar a los animales domésticos y de producción, incluso al ser humano [8].

Sarcocystis spp., forma quistes en los músculos de los huéspedes intermediarios, principalmente en caballos, bovinos, ovejas, cabras, cerdos, aves, roedores, camélidos, animales de vida silvestre reptiles incluido el ser humano, el tamaño de estos quistes varía de pocas micras a varios centímetros, dependiendo esto del huésped y de la especie, estos se encuentran con mayor frecuencia en esófago, diafragma y músculo cardíaco. *Sarcisystis spp.* puede provocar ciertos problemas en los ovinos, aunque generalmente es asintomática, los signos clínicos que se pueden detectar en casos cuando el contagio es avanzado, los factores más importantes que influyen en el desarrollo de la forma clínica son: el estado inmune del huésped y la cantidad de esporocistos [9].

4.2.2 Importancia de la sarcocistosis en los ovinos

La presencia de macroquistes en ovinos causa gran preocupación para la industria cárnica, debido a que su hallazgo impide la comercialización de carne, principalmente cuando el consumo de carne es insuficientemente cocida, fresca o deshidratada, lo cual, provoca un cuadro gastrointestinal en el humano, por ser considerado que *Sarcocystis spp.* es de tipo zoonótico [10]. La carne de ovino con la presencia de microquistes y macroquistes no es apta para el consumo humano, lo que provocaría cancelar las exportaciones e importaciones, así como el consumo de esta, generando pérdidas económicas considerables [11].

4.2.3 Características de las especies de *Sarcocystis*

Los ovinos son susceptibles al menos cuatro especies de *Sarcocystis*: *S. gigantea*, *S. medusiformis*, *S. tenella* y *S. arieticanis* como se muestra en el (Cuadro 1). Siendo las de mayor patogenicidad *S. tenella* y *S. gigantea*, esto debido a que estas especies pueden provocar tanto microquistes como macroquistes por los efectos negativos en el desarrollo del hato y la salud de los propios ovinos [12].

Sarcocystis tenella es un parásito intracelular protozoario del género Apicomplexa, tiene una alta prevalencia en el alimento que consume el ganado bovino, ovino y caprino. *S. tenella* produce quistes macroscópicos en el musculo esquelético [13,14]. *Sarcocystis* es de la familia de las coccidias, que puede causar fallas reproductivas en oveja. *S. tenella* también conocida como *S. ovicanis* y *S. arieticanis* debido a el grado de patogenicidad que tiene, implica formas graves de encefalomielitis y

enfermedad respiratoria en corderos. Las infecciones crónicas afectan la calidad de la calidad de la carne, lana y leche [15].

Sarcocystis gigantea es un protozoario del género Apicomplexa se caracteriza por su amplia distribución y por la formación de quistes tisulares macroscópicos, con un ciclo de vida obligada son dos hospedadores. Su replicación es asexual y sexual en ovinos y gatos respectivamente. Las ovejas se infectan por el consumo de esporocistos diseminados en las heces de los gatos infectados, su patogenicidad suele ser leve por lo que la infección suele ser crónica y subclínica [16]. *S. gigantea* y *S. medusiformis*, generan macroquistes en el musculo esquelético y generalmente son menos patógenos que *S. tenella* y *S. arieticanis* los cuales generan microquistes en el musculo esquelético y liso [17]. La estructura de la pared de *S. Tenella* presenta protusiones de aproximadamente 3,5 a 4 μ de largo, mientras que *S. Arieticanis* tiene protusiones de 5 a 9 μ de largo, señalando que *S. Arieticanis* es más patógena que *S. Tenella* [18]. Los caninos actúan como huésped definitivo y causan diferentes enfermedades teniendo un grado de patogenicidad alto e importante para los productores [19].

Los hospedadores definitivos e intermediarios están vinculados por una relación predador – presa. Entre los animales domésticos de interés en veterinaria se encuentran el perro y el gato como hospedadores definitivos de especies que tienen a los bovinos, equinos, ovinos, caprinos y porcinos como hospedadores intermediarios. Pero perros y gatos pueden ser hospedadores intermediarios de especies que tienen otros hospedadores definitivos. La mayoría de las especies de *Sarcocystis* solo pueden desarrollar en un solo hospedador definitivo, pero algunas pueden hacerlo en varias, (Cuadro 1) [8].

Cuadro 1. Especie sinónimos y hospederos de *Sarcosystis* en ovinos [8].

Especie	Sinónimo	Hospedero definitivo	Hospedero intermediario
<i>S. ovifelis</i>	<i>S. gigantea</i>	Gato	Ovino
<i>S. ovicanis</i>	<i>S. tenella</i>	Perro	Ovino
<i>S. arieticanis</i>		Perro	Ovino
<i>S. medusiformis</i>		Gato	Ovino

4.2.4 Ciclo biológico

Sarcocystis tiene un ciclo de vida indirecto, y debe desarrollarse tanto en un hospedador intermediario como en uno definitivo (Figura 1). El hospedador definitivo se infecta al ingerir parásitos enquistados (sarcoquistes) en el tejido muscular. Los sarcoquistes son quistes blanquecinos ovalados, cuyo tamaño varía de microscópico a macroscópico. Están repletos de cientos a miles de bradizoítos. Los bradizoítos se liberan en el intestino del hospedador definitivo, donde ingresan a la lámina propia y experimentan la gametogonia y forman ooquistes. No existe replicación asexual en el hospedador definitivo. Los ooquistes maduran dentro de las células del hospedador y luego son excretados en las heces. Estos ooquistes contienen dos esporoquistes, cada uno de los cuales contiene cuatro esporozoítos. Es posible que los ooquistes se desintegren y se encuentren esporoquistes en las heces. Los hospedadores intermediarios contraen la infección a través de la ingesta de ooquistes o esporoquistes. Los esporozoítos se liberan en los intestinos e ingresan en el torrente sanguíneo. En muchos casos, se multiplican asexualmente en las paredes de pequeños vasos sanguíneos antes de invadir el músculo esquelético o cardíaco o el tejido neuronal, donde forman la pared del sarcoquiste y se multiplican como merozoítos durante varias generaciones. Los merozoítos finalmente se

convierten en bradizoítos dentro de los sarcocistes. Solamente la etapa del bradizoóito es infecciosa [21].

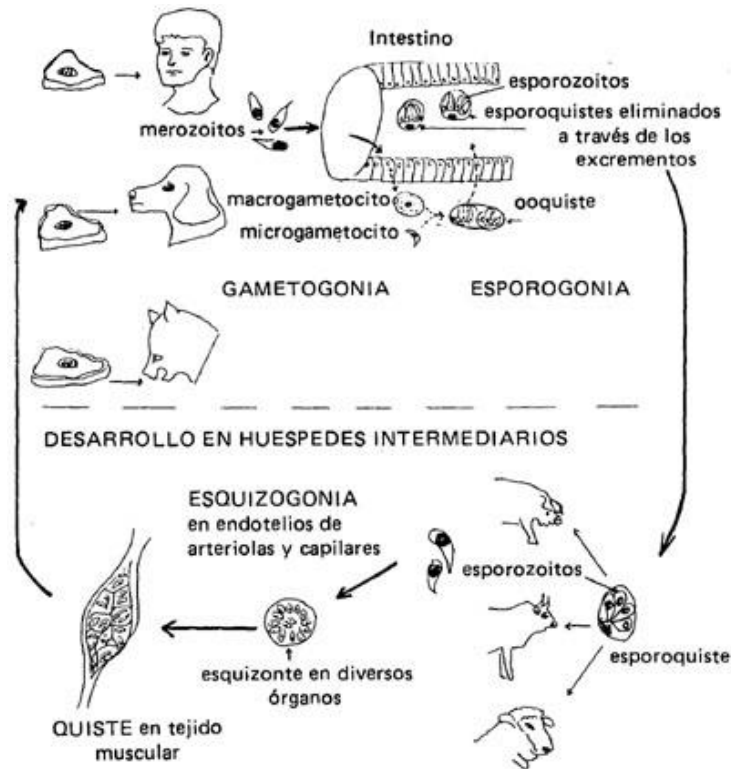


Figura 1. Ciclo de vida de *Sarcocystis* spp. [21].

4.2.5 Patogenicidad y signos clínicos

Se cree que la *S. tenella* es la más patogénica de las especies *Sarcocystis* en ovejas. Puede causar anorexia, fiebre, disminución en la ganancia de peso, anemia y muerte en corderos infectados experimentalmente, y ha sido asociada con abortos en las ovejas [23]. Los signos neurológicos que se han observado en ovejas infectadas espontáneamente incluyen encefalomielitis, debilidad muscular, paresia de las extremidades posteriores y ataxia. La muerte por reacción aguda también

puede ocurrir sin la presencia de otros síntomas [24]. Se cree que *S. medusiformis* y *S. gigantea* son no patógenas o sólo causan enfermedades leves.

4.3 Epidemiología

4.3.1 Epidemiología a nivel mundial

En la actualidad existen reportes al redor del mundo que señalan la presencia de *Sarcocystis spp.*, en animales productivos. Las variaciones en la prevalencia son mostradas en el (Cuadro 2). Las cuales fueron diagnosticadas mediante la implementación de técnicas serológicas, moleculares, macroscópicas y microscópicas. Para el caso de las especies de *Sarcocystis* llama la atención la coincidencia que tienen los autores en la toma de muestras de esófago principalmente para la observación de macroquistes. De igual forma el (Cuadro 3) se observa información sobre la epidemiología de estos protozoarios en México [22].

Cuadro 2. Epidemiología de *Sarcocystis spp.*, en el mundo [22].

4.3.2 Epidemiología a nivel nacional

País	Tamaño de muestra	Especie animal	Protozooario	Prevalencia	Autor
Iraq	605	Ovino	<i>Sarcocystis spp.</i>	4.10%	Latif <i>et al.</i> , 1999
Irán	620	Ovino	<i>Sarcocystis spp.</i>	3.30%	Mirzaei y Rezaei 2014
Irán	1362	Ovino	<i>Sarcocystis spp.</i>	57.70%	Oryan <i>et al.</i> , 1996
Rumania	48	Ovino	<i>Sarcocystis tenella</i>	91.70%	Adriana <i>et al.</i> , 2008

Cuadro 3. Epidemiología de *Sarcocystis spp.*, en México

Estado	Tamaño de muestra	Especie animal	Protozooario	Prevalencia	Autor
Sonora	4	Serpiente cascabel	<i>Sarcocystis spp</i>	100%	Mcallister <i>et al.</i> , 1996
Morelos	15	Aves silvestres	<i>Sarcocystis spp</i>	100%	Sánchez <i>et al.</i> , 2014
Edo México	150	Patos silvestres	<i>Sarcocystis rileyi</i>	0.66%	Aguilar <i>et al.</i> , 2016
Durango	239	Asno	<i>Sarcocystis neurona</i>	2.50%	Alvarado <i>et al.</i> , 2017

4.4 Prevención, control y tratamiento

En un estudio realizado en Argentina, se propusieron varias medidas destinadas a mejorar la resistencia inmune de los rebaños, una de ellas es interrumpiendo el ciclo biológico del parásito, lo cual se lograría evitando a través de la mala costumbre de alimentar a los perros con carne, vísceras crudas e infectadas con este parásito, además de activar una educación sanitaria sostenida, tomando en cuenta las siguientes recomendaciones:

1. Instruir a los productores la forma como se contagia o transmite la enfermedad y los prejuicios que ocasionan a los animales y al hombre.
2. No alimentar a los perros con carne, vísceras crudas o mal cocidas que presentan “triquina”, arrocillo, bolsa de agua, los cuales también pueden desarrollarse en el hombre.
3. Prohibiendo la matanza clandestina o domiciliaria de ovinos.
4. Mejorar las condiciones higiénico-sanitarias de las instalaciones donde se encuentre la producción de ovinos, evitando el ingreso de perros.

5. No abandonar en el campo a los animales muertos, debido os perros se los comerían y mantendría el ciclo biológico.

6. Manejo adecuado de animales muertos.

7. Limitando la población de perros en las zonas rurales y áreas urbanas.

8. Realizar campañas para reducir la población de perros vagabundos.

9. Implementar medidas tendientes a formar frigoríficos específicos para ovinos que cuenten con los requisitos de sanidad.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Lugar de estudio

El estudio se llevó a cabo en el estado de Aguascalientes, México, que se encuentra ubicado en la región centro-norte de la República Mexicana, con la siguiente localización geográfica: al norte $22^{\circ}27'35''$, al sur $21^{\circ}37'20''$ de latitud norte, al este $101^{\circ}50'07''$, al oeste $102^{\circ}52'27''$ de longitud oeste, con una altitud entre 1,765 y 2,400 msnm, temperatura promedio anual de 17.4°C y precipitación pluvial media de 526 mm, que se concentra en el verano; colinda al norte, noreste y oeste con el estado de Zacatecas y al sureste y sur con Jalisco, (figura 2) [31].



Figura 2. Localización geográfica del estado de Aguascalientes.

5.2 Diseño del Estudio

Es un estudio epidemiológico de tipo observacional, para el cual, se seleccionaron unidades de producción cuyo objetivo sea la producción de ovinos principalmente destinados al sacrificio y consumo humano, de los ovinos sacrificados se tomaron las muestras de órganos blanco: esófago, corazón e hígado. El estudio se realizó en dos etapas; A) etapa de campo, para la selección e incorporación de unidades de producción ovina al estudio; y B) etapa de laboratorio, para el análisis de las muestras obtenidas y la realización de las técnicas instrumentales necesarias, esta etapa se realizó en el Laboratorio de Sanidad Fitopecuaria del ITTEL.

5.3. Etapa de Campo

5.3.1 Las unidades de producción

Se seleccionaron con base al método no probabilístico de conveniencia [32], considerando los siguientes criterios:

1. Que las unidades de producción se localicen dentro de la zona de estudio.
2. Que se dediquen a la producción de ovinos para consumo humano.
3. Que los propietarios deseen participar en el estudio y den las facilidades para la toma de muestras de tejido blanco a la hora del sacrificio.
4. Los animales que se incorporarán al estudio serán los destinados al sacrificio, sin importar la edad, sexo ni función zootécnica.

5. Que permitieran la colección de las muestras de tejido al momento del sacrificio de los animales.

Se seleccionaron 6 municipios de Aguascalientes y un rastro Municipal (Figuras 3):

- San Francisco de los Romo
- Rincón de Romos
- Tepezalá
- El Llano
- Aguascalientes
- Asientos
- Rastro Municipal de San Francisco de Los Romo

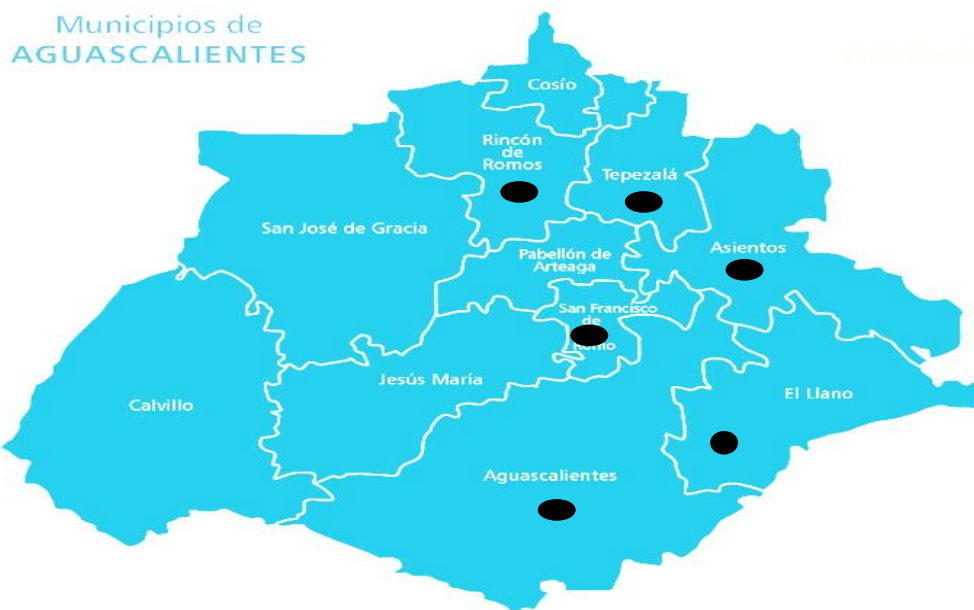


Figura 3. Estado de Aguascalientes dividido por municipio

En los cuales se localizan las instalaciones donde se realiza el sacrificio de los ovinos y posteriormente eran llevados a los hornos para su cocción y su posterior consumo como barbacoa y birria.

5.3.2. Recolección y Manejo de las muestras

El tipo de muestra que se recolecto son considerados tejido blanco como lo es: esófago, corazón e hígado (Figura 4) colectándose al momento del sacrificio de los animales. Las muestras tomadas fueron depositadas en bolsas de plástico con cierre hermético, fueron colocadas en una hielera con gel refrigerante para su conservación y se transportarlas al Laboratorio de Sanidad Fitopecuaria que se ubica en el Instituto Tecnológico El Llano Aguascalientes, donde se colocaron en un congelador a una temperatura de -20°C , para su posterior análisis mediante las técnicas macroscópicas y microscópicas (Figura 5).



Figura 4. Tejido blanco (corazón, esófago e hígado).



Figura 5. Análisis de tejido en laboratorio de sanidad fitopecuaria del ITEL.

5.4. Etapa de laboratorio

Esta etapa se realizará en el Laboratorio de Sanidad Fitopecuaria que se ubica en el Instituto Tecnológico El Llano Aguascalientes.

5.4.1. Diagnóstico macroscópico y microscópico

Se tomaron para la identificación macroscópica y microscópica de *Sarcocystis* spp. Y lesiones en los tejidos, en el Laboratorio de sanidad Fitopecuaria del ITEL (Figura 6 y 7).



Figura 6. Análisis de esófago de ovino



Figura 7. Corte de tejido blanco

Las muestras obtenidas de los ovinos sacrificados para consumo humano fueron analizadas para identificar macroscópicamente y después mediante el uso de un microscopio estereoscópico para observar la presencia de macroquistes de *Sarcocystis* spp.

5.4.2. Diagnóstico histopatológico

Posteriormente, el tejido blanco (esófago, corazón e hígado) observados, fueron conservados en formalina neutra (Figura 8), por lo menos tres días, para ser procesados por histología, según el protocolo [33].

Las porciones de tejido medirán aproximadamente 1 a 1.5 cm³ (Figura 9), y serán sometidas al siguiente proceso:

- ✓ Deshidratación del tejido: Se llevó a cabo mediante seis pases de las muestras por etanol a diferentes concentraciones de la siguiente manera: uno al 80%, tres al 96% y dos al 100%, durante un tiempo de una hora cada uno.
- ✓ Para evitar el cambio brusco de las soluciones de etanol y las soluciones de Xilol, se colocaron las muestras durante una hora en una mezcla de alcohol y Xilol puros en una relación de 1:1.
- ✓ Aclaración del tejido: Se llevará a cabo mediante el paso de la muestra por una solución de Xilol puro, en dos tiempos, durante una hora cada uno de ellos.
- ✓ Etapa de penetración de parafina: Los espacios celulares que estuvieron ocupados por agua serán ocupados por parafina, esto se logra mediante dos pasos de parafina durante 1 hora cada uno de ellos.

Este proceso se llevó a cabo en un histoquinete automático y contiene 11 vasos en los cuales contienen soluciones en diferentes concentraciones para llevar a cabo correctamente el proceso de preparación del tejido (Figura 10).

- ✓ Embebido: Se llevará a cabo mediante un aparato automático utilizando los casetes para colocar la muestra y la parafina, tratando que la muestra quede de una forma regular, para que al momento del corte sea lo más uniforme posible (Figura 11).



Figura 8. Tejidos blancos depositados en recipientes con formalina neutra para su conservación.



Figura 9. Cortes histológicos situados en casete histológicos para ser puestos en el estoquinate.



Figura 10. Estoquinate en función para la preparación del tejido para su proceso histológico (Tiempo de duración 11 horas).



Figura 11. Sistema de embebido junto al plato de enfriamiento para su solidificación.

Posteriormente para determinar si existe daño tisular, los bloques embebidos en parafina fueron procesados mediante la técnica de Hematoxilina-Eosina (H-E), que consiste en: realizar cortes de 5 μm en un micrótopo (Figura 12), estos cortes se pasan a un baño maría, a una temperatura de 48° C (Figura 13), posteriormente se recolectaron con un portaobjetos con las submuestras obtenidas a una estufa eléctrica a una temperatura promedio de 56° C (Figuras 14 y 15), esto para que se realice el secado del agua y una pre-desparafinación. Después de ello, se procedió a la tinción mediante hematoxilina y eosina, utilizando un tren de tinción (Figura 16). Las laminillas teñidas se observaron en un microscopio compuesto apoyadas con un programa analizador de imágenes, para identificar estructuras y lesiones sugestivas a *Sarcocystis spp.* (Figuras 17 y 18).

Las siguientes figuras representan la última parte que correspondería a la Técnica Histológica correspondiendo al corte del bloque de parafina y selección de la muestra ideal para realizar la técnica de H-E (Figura 19) (Montalvo, A C 2010).



Figura 12. Corte del bloque de parafina con tejidos blanco en el Microtopo.



Figura 13. Baño maría donde se colocan las muestras del tejido embebido y poder seleccionar la muestra para procesar mediante H-E



Figura 14. Canastilla histopatológica con portaobjetos lista para pasarse a la estufa eléctrica.



Figura 15. Estufa eléctrica con los portaobjetos dentro, a una temperatura de 56°C

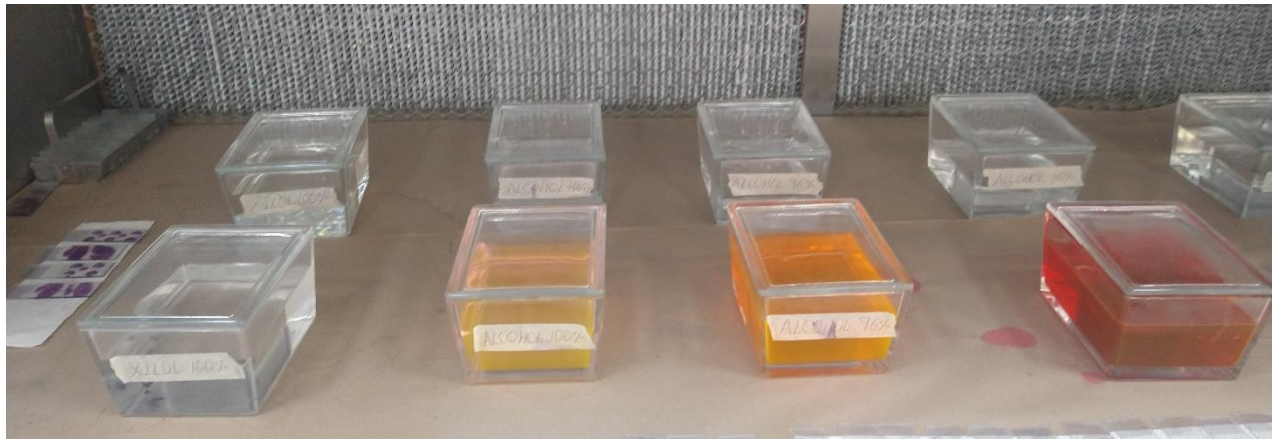


Figura 16. Recipientes con diferentes soluciones para procesar las muestras y teñirlas mediante la técnica de Hematoxilina-Eosina.

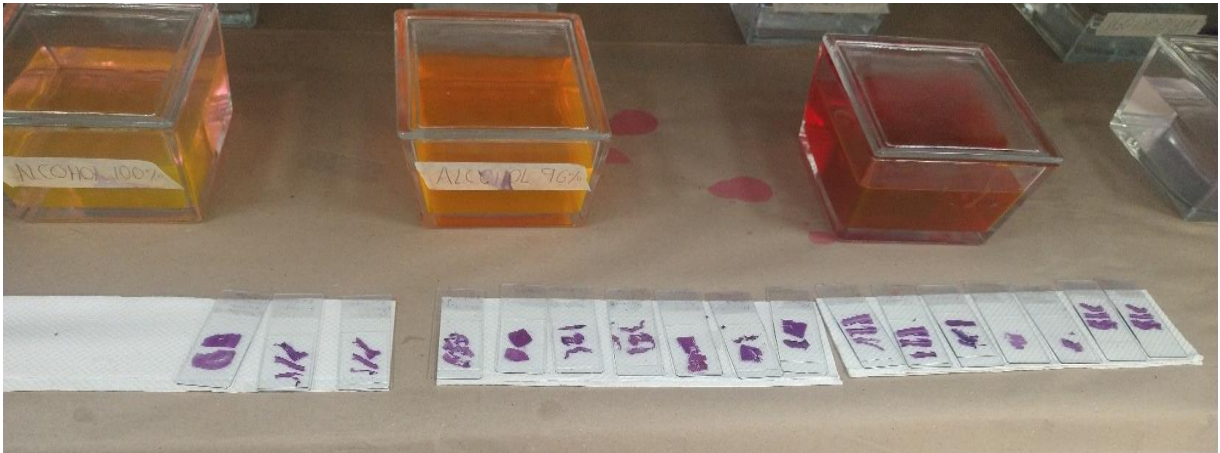


Figura 17. Porta objetos con tejidos blanco (Esófago, Corazón e Hígado) teñido mediante la técnica de Hematoxilina-Eosina.

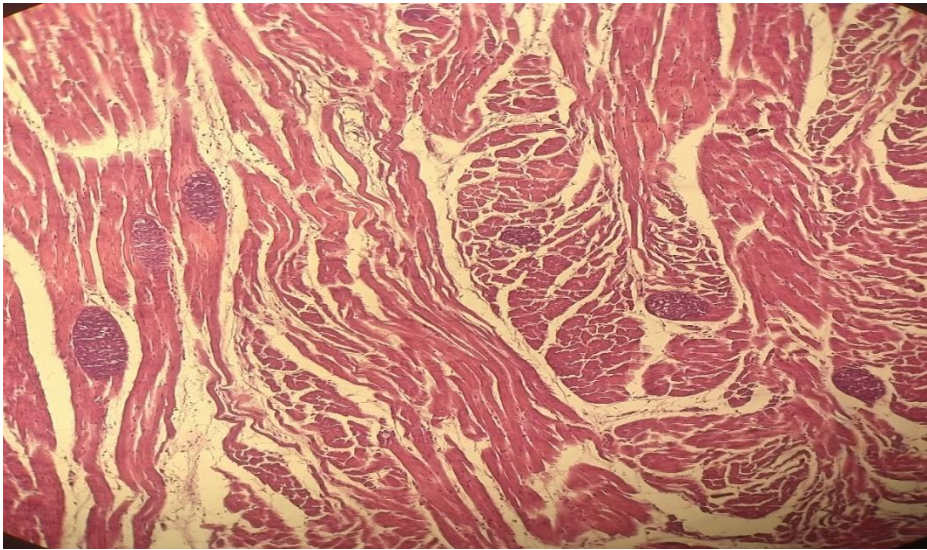


Figura 18. Tejido Blanco (Corazón) con alteraciones celulares (Microquistes) observado en el microscopio a 4x.

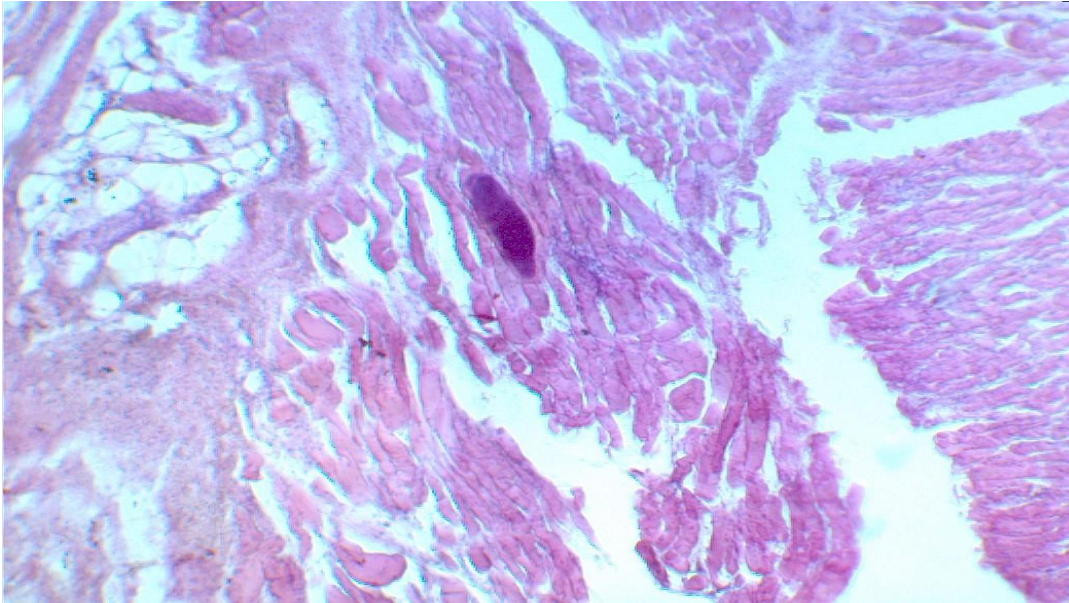


Figura 19. Tejido blanco (Esófago) con alteraciones celulares (Microquistes) observado en el microscopio a 4x.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se recolectaron 300 muestras de tejidos blanco (esófago, corazón e hígado) de 100 ovinos, de los diferentes municipios seleccionados, de los cuales con las capacitaciones tomadas se analizaron todas las muestras obtenidas, utilizando la técnica macroscópica y corroborando en el microscopio estereoscopio con las técnicas microscópicas, se obtuvo como resultados algunos casos positivos a *Sarcocistys ssp.* de distintos municipios (Cuadro 4). De los 100 casos de ovinos en 17 se encontraron con tejido dañado como lo es en corazón e hígado, y en algunos esófagos se encontraron algunos macroquistes (Figuras 20 y 21).

Cuadro 4. De los municipios monitoreados se obtuvieron los siguientes números de casos con los casos observándose el número de positivos y negativos

Municipio	No. Casos	Positivos	Negativos
Aguascalientes	10	2	8
EL Llano	10	1	9
Rincón de Romos	10	0	10
San Francisco de los Romo	10	2	8
Tepezalá	10	1	9
Asientos	5	1	4
Rastro Municipal de San Francisco de Los Romo	45	10	35
Totales	100	17	83

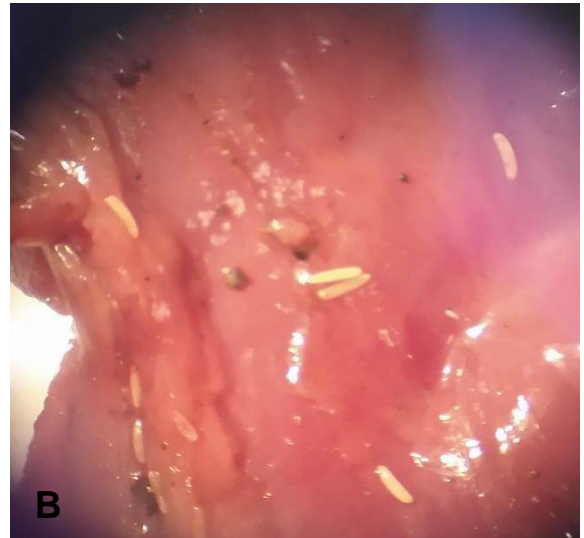
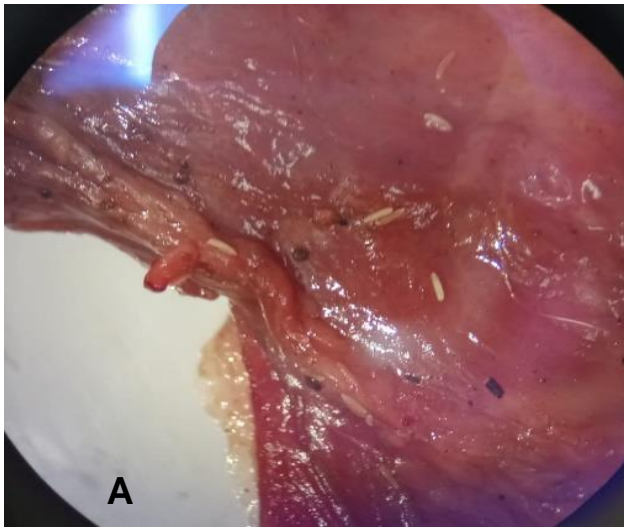


Figura 20. A y B *Sarcocystis* spp., visto en el microscopio



Figura 21. Tejido de esófago con un posible quiste provocado por *Sarcocystis* spp.

En el análisis macroscópico y microscópico se obtuvo un porcentaje de animales positivos, en el que destaca el rastro municipal de San Francisco de los Romo con un porcentaje de 22.2% con 10 casos positivos de 45, seguido de los municipio de Aguascalientes, San Francisco de los Romo y Asientos que se obtuvo un 20%, Aguascalientes y San Francisco de Los Romo con 2 casos positivos de 10 analizados en cada municipio y Asientos con 1 caso positivo de 5, en los municipios de El Llano y Tepezalá se obtuvo un porcentaje del 10% con 1 caso positivo de 10 analizados, y en el municipio de Rincón de Romos no se obtuvo ningún caso positivo (Cuadro 5 y Figura 22).

Cuadro 5. Porcentajes de casos positivos y negativos por municipio

Municipio	Casos Positivos			
	Positivos	%	Negativos	%
Aguascalientes	2	20%	8	80%
El Llano	1	10%	9	90%
Rincón de Romos	0	0%	10	100%
San Francisco de los Romo	2	20%	8	80%
Tepezalá	1	10%	9	90%
Asientos	1	20%	4	80%
Rastro Municipal de San Francisco de los Romo	10	22%	35	78%
Totales	17	17%	83	83%

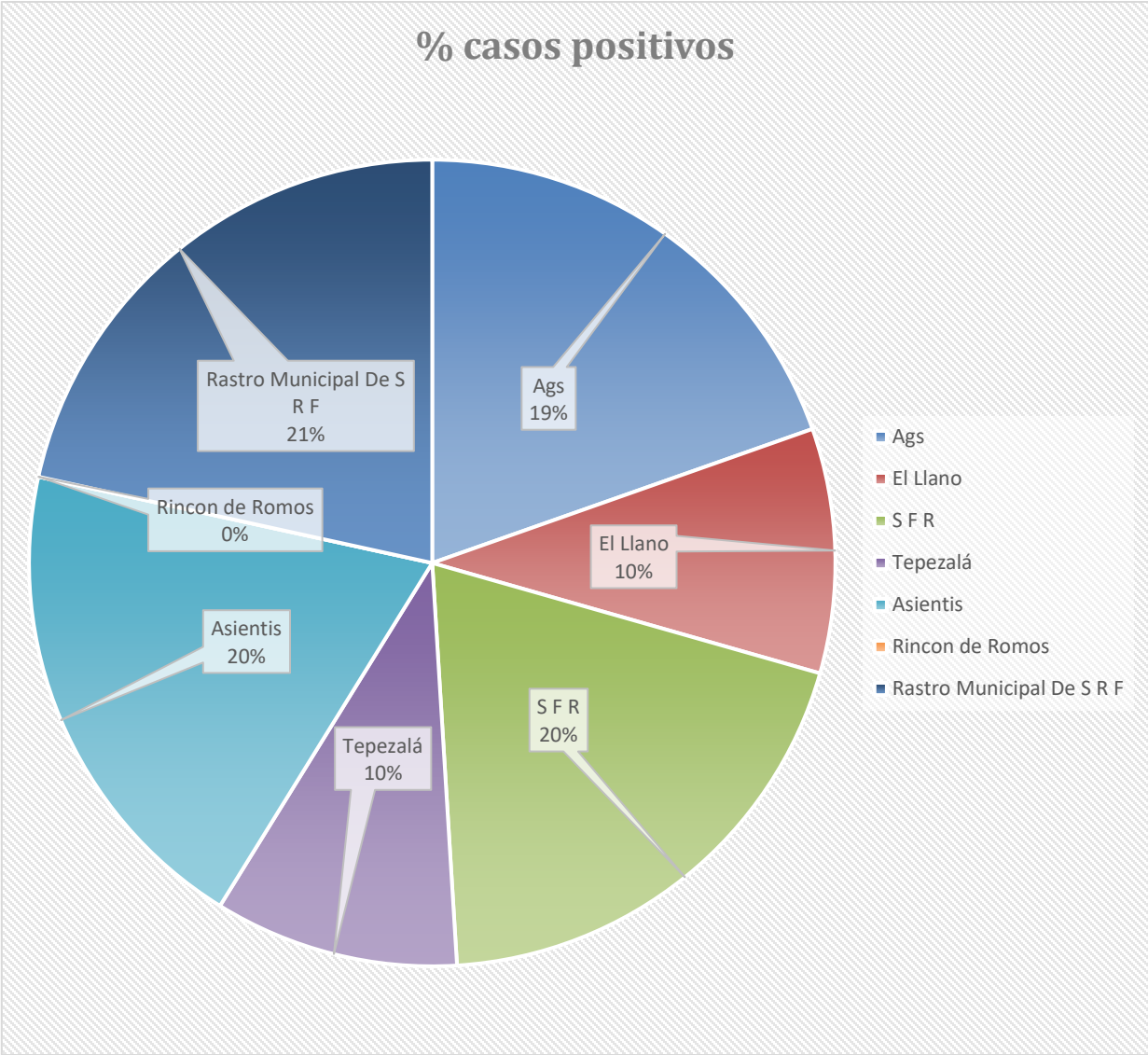


Figura 22. Porcentajes de casos positivos por municipio.

Los 17 casos en donde se encontraron tejidos dañados y en algunos macroquistes, junto con otros 17 casos que no presentaron ningún daño en el tejido blanco (esófago, corazón e hígado) ni se encontraron ningún rastro de macroquistes, se agregaron 2 casos al azar pertenecen al municipio de Rincón de Romos ya que

en el análisis macroscópico y microscópico no se encontraron tejidos dañados o alteración en el tejido (Cuadro 6), se llevaron al laboratorio de histopatología de la Posta Zootecnista de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, ubicada en Jesús María, Ags., para ser procesadas y posteriormente hacer la prueba de histopatología para corroborar la presencia de *Sarcosystis spp.*, en donde se obtuvo los siguientes resultados (Cuadro 7, Figura 23).

Cuadro 6. Número de casos procesados mediante la técnica de histopatología y Tejidos blanco (Corazón, Esófago e Hígado) positivos y negativos por municipio

Municipio	No. Casos	Tejido blanco	Positivo	Negativo
Aguascalientes	4	Esófago	2	2
		Corazón	2	2
		Hígado	0	4
El Llano	2	Esófago	1	1
		Corazón	1	1
		Hígado	0	2
Rincón de Romos	2	Esófago	2	2
		Corazón	2	2
		Hígado	0	2
San Francisco de Los Romo	4	Esófago	0	4
		Corazón	1	3
		Hígado	0	4
Tepezalá	2	Esófago	1	1
		Corazón	1	1
		Hígado	0	2
Asientos	2	Esófago	1	1
		Corazón	2	0
		Hígado	0	2
Rastro Municipal de San Francisco de los Romo	20	Esófago	12	8
		Corazón	12	8
		Hígado	0	20

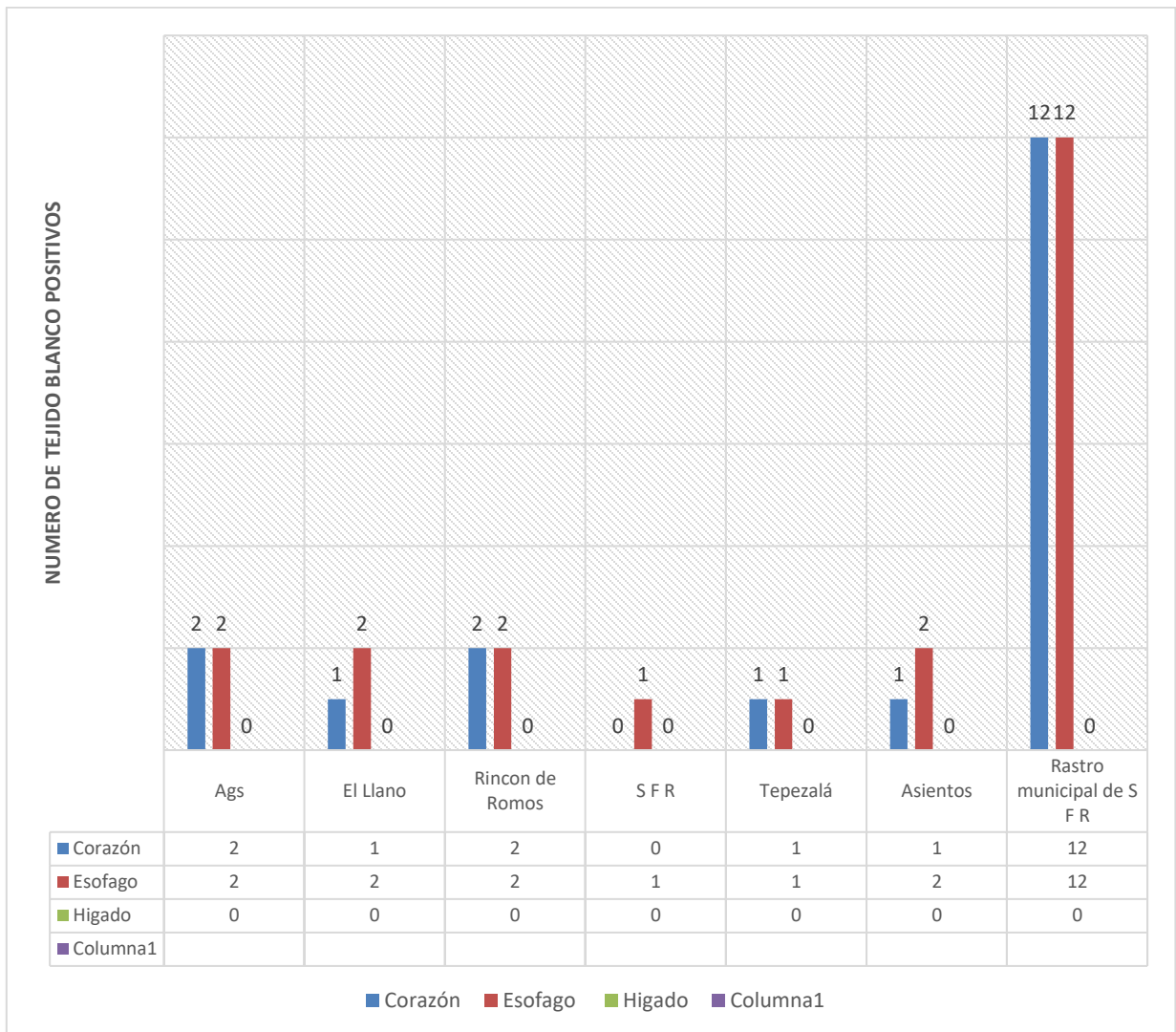


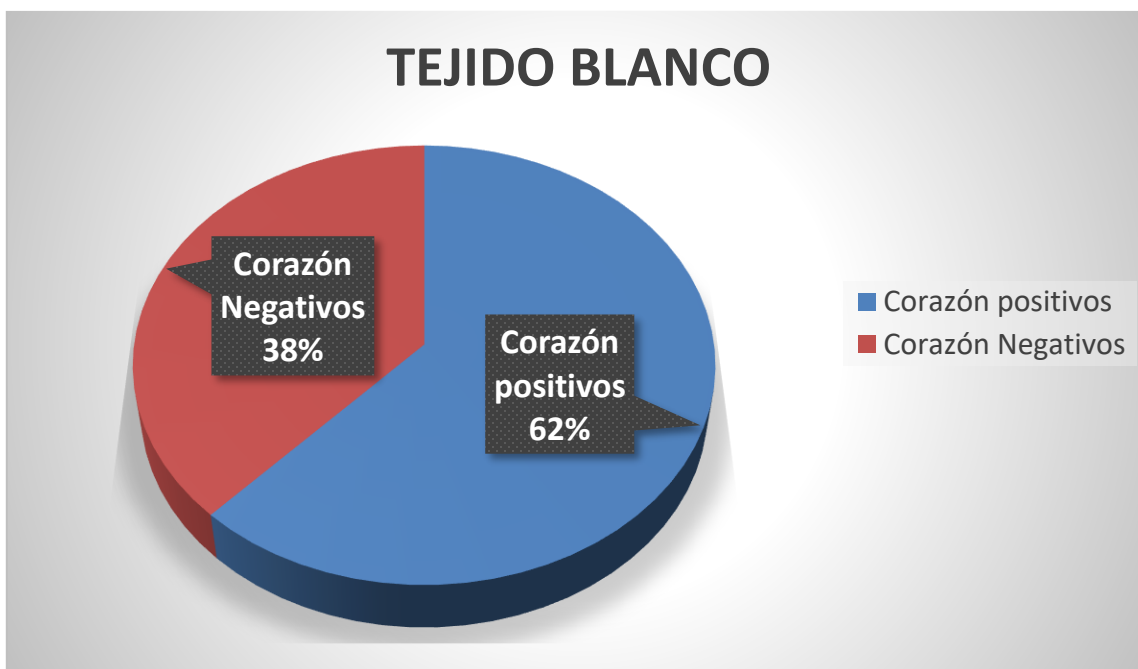
Figura 23. Grafica de tejidos blanco positivos y negativos por Municipio.

De los 36 casos procesados (108 muestras de tejidos blanco) mediante la técnica histopatológicas se observa que, en el análisis de los tejidos, el mayor número de muestras que dan positivos a *Sarcosystis spp.*, es el corazón con 22 muestras de tejido positivos seguido del esófago con 19 muestras mientras que en el hígado no se encontró ninguna alteración celular [8] (Cuadro 8) (Figura 24, 25 y 26).

Cuadro 7. Casos analizados mediante la técnica de histopatología y totales de tejidos blancos positivos y negativos

Tejido Blanco	Total de casos	Cantidad de casos positivos	Cantidad de casos negativos
Corazón	36	22	14
Esófago	36	19	17
Hígado	36	0	36

En las siguientes figuras se observa la diferencia de tejidos positivos a *Sarcosistys spp.* en porcentaje (Figura 24 y 25).



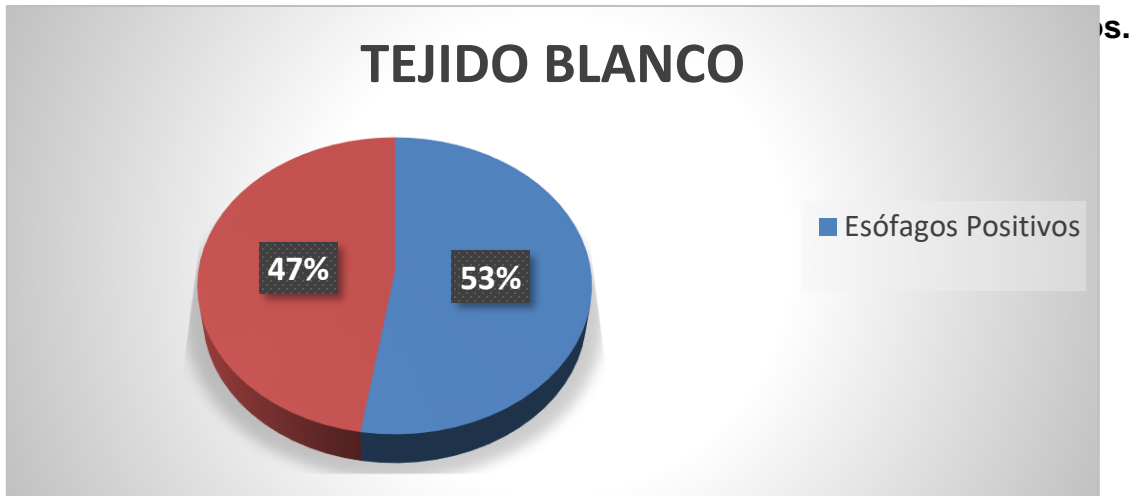


Figura 25. Porcentajes de esófagos (tejido blanco) positivos y negativos.

Cuadro 8. Total de casos positivos y negativos a *Sarcosystis. Spp* mediante la técnica de histopatología.

Total de Casos	Casos positivos	Casos negativos
36	26	10
%	72.3%	27.7%

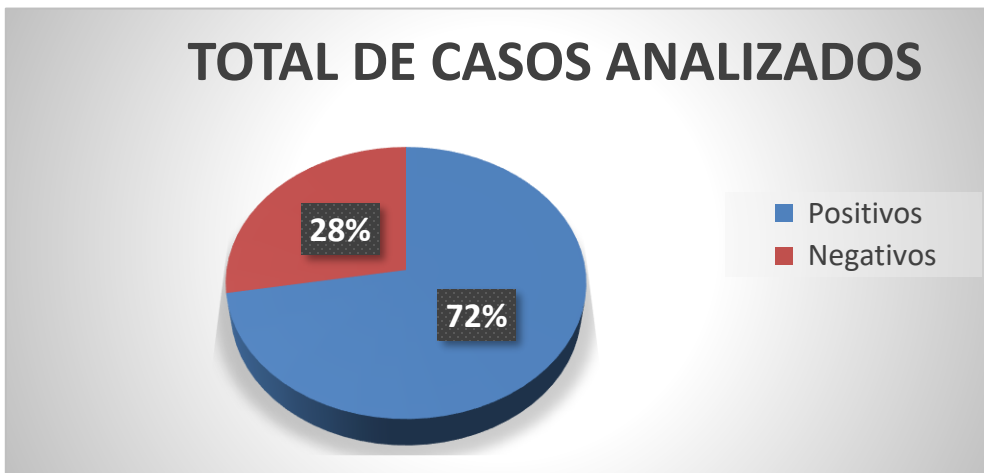


Figura 26. Porcentajes de casos positivos y negativos.

Ruiz (2022) realizó una investigación donde obtuvo 7.58% de muestras infectadas mientras que en la investigación presente en el primer análisis macroscópico y microscópico en fresco se obtuvo un 17%, teniendo una diferencia de entre 11% entre los dos resultados de las investigaciones, teniendo un porcentaje similar por debajo de 20%, comparándolo con otro estudio hecho por Baharí (2014) en donde en el análisis en fresco obtuvieron un porcentaje de 5% de muestras con macroquistes, este resultado es similar al de este estudio ya que se encuentra en un rango debajo del 20% de infección.

Pires y Col (2016) demostraron que los ovinos tienen una tasa de infección de entre el 70 y 100% del parásito *Sarcosystis spp.*, lo que deduce que los ovinos tienen una tasa de infección alta a *sarcosystis. Spp.*, los datos anteriores coinciden con los resultados de nuestra investigación ya que de los animales muestreados obtuvimos un 72.3% de animales positivos a *Sarcosystis. spp* estos datos están entre el rango demostrado por Pires y Col (2016).

Puebla y col (2020) investigaron la tasa de infección por *Sarcocystis spp.* en ovinos destinados a consumo humano en el municipio de Manzanillo en el estado de Grama en Argentina, obteniendo un resultado de un 100% de infección en el miocardio y en el esófago un 78.95 %, comparando los resultados con los de esta investigación concuerda con en algunos aspectos, comparando el músculo cardíaco están en un rango de 60 a 100% de tasa de infección, mientras que en el esófago están en un rango de 50% a 80%, ante la comparación de estas 2 investigaciones se señala que el parásito *sarcocystis spp.* se aloja principal ente en el músculo cardíaco.

Metwally y Col (2019) realizaron un estudio donde se incluyeron 230 ovinos y 84 cabras, tomando muestras de tejidos como lo son: lengua, esófago, corazón, diafragma y musculo esquelético donde realizaron pruebas moleculares obteniendo una prevalencia de un 43.53% lo que contrasta con el resultado de esta investigación, ya que se obtuvo un porcentaje del 72.3% de animales infectado por *Sarcocystis spp.* teniendo una diferencia del 28.77% mayor que la de Metwally y Col.

En el primer análisis macroscópico y microscópico se encontraron algunos tejidos con quistes macroscópicos, corroborándose en el microscopio, en otros tejidos analizados se encontraron lesiones tanto macroscópicas como microscópicas por lo que también se decidió tomarlas como positivas, teniendo como resultado un porcentaje de 17% como positivo (Cuadro 6), mientras que en el examen Histopatológico se obtuvo como resultado un 72.3 % de casos positivos (Cuadro 9). La diferencia que se encontró en estos 2 resultados es muy significativa por lo que se desuse que esta diferencia se debe a varios factores como lo es: inexperiencia en la examinación macroscópica y microscópica como la observación de quistes y lecciones provocadas por el parasito *Sarcosystis. Spp*, también por las características de las diferentes especies.

VII. CONCLUSIONES

- Con las técnicas descritas en los objetivos de esta investigación se detectó la presencia de *Sarcosystis. spp* en los tejidos blanco de ovinos que fueron destinados a consumo humano.
- Se determinó que existe una alta presencia de *Sarcocystis spp.* en el estado de Aguascalientes con un porcentaje de 72% según los animales (ovino) muestreados en esta investigación.
- Se comprobó que el examen histopatológico es más eficiente y exacto para corroborar la existencia de *Sarcosystis. Spp* en tejidos que, en los análisis macroscópicos y microscópicos, aunque los métodos que se utilizaron en los dos análisis tienen ventajas y desventajas, en el método que se utilizó en el análisis macroscópicos y microscópicos es un procedimiento más rápido y simple en el que no se necesitan aparatos tan sofisticados, aunque se necesita experiencia para la utilización del microscopio estereoscopio, pero resulta ser un análisis de baja precisión, mientras que el examen Histológico consta de un proceso en aparatos sofisticados y una técnica de tinción conocida como Hematoxilina-Eosina, del cual primero se tiene que tomar unas series de capacitaciones para poder llevar a cabo el procedimiento histológico, por lo que este examen resulta ser de alta precisión. Aunque se recomienda hacer los dos análisis como complementación para la observación tanto de macroquistes como microquistes.
- Se confirma la hipótesis planteada de este estudio, ya que existe la presencia de *Sarcocystis spp.* en ovinos destinados al consumo humano en el estado de Aguascalientes.

VIII. LITERATURA CITADA

1. Durán, G. V., Medina, A. B., & Prado, L. O. (2001). *La ganadería en México* (Vol. 5). Plaza y Valdés.
2. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) 2017. Ovino – Población ganadera. Disponible en: <https://www.gob.mx/siap/documentos/poblacion-ganadera-136762>. Fecha de consulta: Noviembre de 2021.
3. Pipia, A.; Varcasia, A.; Zidda, A.; Dessi, G.; Panzalis, R.; Tamponi, C.; Marrosu, R.; Tosciri, G.; Sanna, G.; Dore, F.; Chiesa, F.; Scala, A. (2016). Cross-sectional investigation on sheep Sarcoporidiosis in Sardinia, Italia. *Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports*. 3-4: 13-17.
4. Markemann A., Stemmer A., Siegmund-Schultze M., Piepho HP., Zárate AV. 2009. Stated preferences of llama keeping functions in Bolivia. *Livestock Science*, 124: 119-125.
5. LernerAM., EakinH., SweeneyS. 2013. Understanding periurban maize production through an examination of household livelihoods in the Toluca metropolitan Área, México. *J. Rural Stud*, 30: 52–63.
6. Uribe F., Zuluaga AF., Valencia L., Murgueitio E., Ochoa L. 2011. Buenas prácticas ganaderas. Manual 3 – Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible. GEF, BANCO MUNDIAL, FEDEGÁN, CIPAV, FONDO ACCION, TNC. Bogotá, Colombia.
7. Vázquez-GarcíaV.2013. Sheep Production in the Mixed-FarmingSystems of México: Where Are the Women?. *Rangelands*, 35: 41-46.
8. Romero, S., Carletti, T., Franco, C. D., Moré, G., Schnittger, L., & Florin-Christensen, M. (2017). Seropositivity to Sarcocystis infection of llamas correlates with breeding practices. *Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports*, 10, 65-70.
9. Scott, P. (2014). Sarcocystosis in sheep. *Livestock*. 19(6): 356-359.

10. Carletti, T.; Martina, M.; Romero, S.; Morrison, D.; Marcoppido, G.; FlorinChristensen, M.; Schnittger, L. (2013). Molecular identification of *Sarcocystis aucheniae* as the macrocyst-forming parasite of llamas. *Veterinary Parasitology* 198: 396-400.
11. Tenter, A. (1995). Current research on *Sarcocystis* species of domestic animals. *Int. J. Parasitol.*, 25: 1311- 1330.
12. Pipia, A.; Varcasia, A.; Zidda, A.; Dessi, G.; Panzalis, R.; Tamponi, C.; Marrosu, R.; Tosciri, G.; Sanna, G.; Dore, F.; Chiesa, F.; Scala, A. (2016). Cross-sectional investigation on sheep Sarcoporidiosis in Sardinia, Italia. *Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports*. 3-4: 13-17
13. Da Silva, R. C., Su, C., & Langoni, H. (2009). First identification of *Sarcocystis tenella* (Railliet, 1886) Moule, 1886 (Protozoa: Apicomplexa) by PCR in naturally infected sheep from Brazil. *Veterinary parasitology*, 165(3), 332-336.
14. Bacci, C., Vismarra, A., Passeri, B., Sciarrone, F., Mangia, C., Genchi, M., & Kramer, L. (2016). Detection of *Toxoplasma gondii* and *Sarcocystis tenella* in indigenous Cornigliese sheep in Italy using serological and molecular methods. *Small Ruminant Research*, 135, 13-16.
15. Gual, I., Bartley, P. M., Katzer, F., Innes, E. A., Cantón, G. J., & Moore, D. P. (2017). Molecular confirmation of *Sarcocystis gigantea* in a naturally infected sheep in Argentina: A case report. *Veterinary Parasitology*, 248, 25-27.
16. Universidad Nacional de la plata. Facultad de Ciencias Veterinarias (2021). Publicación electrónica consultada el día 12/11/21 del sitio: http://www.fcv.unlp.edu.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=1928&Itemid=1961
17. Bahari, P.; Salehi, M.; Seyedabadi, M.; Mohammadi, A. (2014). Molecular Identification of Macroscopic and Microscopic Cysts of *Sarcocystis* in Sheep in North Khorasan Province, Iran. *Int. J. Mol. Cell. Med.* 3(1): 51-56.

18. Gokpinar, S.; Yildiz, K.; Gurcan, I. (2014). Prevalence and Concentration of *Sarcocystis* spp. Microscopic Cyst in Sheep Muscles Using Percoll Gradient Centrifugation. *Israel Journal of Veterinary Medicine*. 69: 16-20.
19. Heckeroth, A., Tenter, A. (1999). Development and Validation of species-specific nested PCRs for diagnosis of acute Sarcocystiosis in sheep. *International Journal for Parasitology* 29. p. 1331-1349.
20. Amstutz, H. E.; Anderson, D. P.; Armour, J.; Jeffcott, L. B.; Loew, F. M. y Wolf A. M. (2000). *El Manual Merck de Veterinaria*. Merck & Co., Inc. Ediciones Centrum S.A. (España), 5ta Edic. en español: 2558 pags.
21. Iowa State University, College of Veterinary Medicine (2005). Publicación electrónica consultada el día 07/11/17 del sitio: <http://www.cfsph.iastate.edu/Factsheets/es/sarcocistosis.pdf>
22. Gorman Goffreri, Texia. Nuevos conceptos sobre sarcosporidiosis animal. *Monografías de Medicina Veterinaria*. Vol.6(1), Julio 1984.
23. Bittencourt, M.; Meneses, I.; Ribeiro-Andrade, M.; Fernando de Jesus, R.; Ribeiro de Araújo, F.; Pita Gondim, L. (2016). *Sarcocystis* spp. in sheep and goats: frequency of infection and species identification by morphological, ultrastructural, and molecular tests in Bahia, Brazil. *Parasitology Research*. 115:1683–1689
24. Pipia, A.; Varcasia, A.; Zidda, A.; Dessi, G.; Panzalis, R.; Tamponi, C.; Marrosu, R.; Tosciri, G.; Sanna, G.; Dore, F.; Chiesa, F.; Scala, A. (2016). Cross-sectional investigation on sheep Sarcoporidae in Sardinia, Italia. *Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports*. 3-4: 13-17
25. Latif, B. M. A., Al-Delemi, J. K., Mohammed, B. S., Al-Bayati, S. M., & Al-Amiry, A. M. (1999). Prevalence of *Sarcocystis* spp. in meat-producing animals in Iraq. *Veterinary Parasitology*, 84(1-2), 85-90.
26. Mirzaei, M., & Rezaei, H. (2016). The role of sheep in the epidemiology of *Sarcocystis* spp. in Tabriz area northwest of Iran. *Journal of parasitic diseases*, 40(2), 285-288.

27. Oryan, A., Moghaddar, N., & Gaur, S. N. S. (1996). The distribution pattern of *Sarcocystis* species, their transmission and pathogenesis in sheep in Fars Province of Iran. *Veterinary research communications*, 20(3), 243-253.
28. Adriana, T., Mircean, V., Blaga, R., Bratu, C. N., & Cozma, V. (2008). Epidemiology and etiology in sheep sarcocystosis. *Bull UASVM Vet Med*, 65, 49-54.
29. Sánchez G, F. D., Chávez M, F., Méndez B, A., García E, G., Guerrero M, C., Ledesma M, N., & Morales S, E. *Sarcocystis* sp. parasites in the Mexican Great-tailed Grackle (*Quiscalus mexicanus*), Bronzed Cowbird (*Molothrus aeneus*), and Stripe-headed Sparrow (*Aimophila ruficauda*). *Veterinaria México OA*, 1(2).
30. Alvarado E, C., Howe, D. K., Yeargan, M. R., Alvarado E, D., Zamarripa B, J. A., & Dubey, J. P. (2017). Seroepidemiology of *Sarcocystis neurona* and *Neospora hughesi* infections in domestic donkeys (*Equus asinus*) in Durango, Mexico. *Parasite*, 24.
31. Anuario estadístico y geográfico de Aguascalientes (2017) https://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF_Docs/AGS_ANUARIO_PDF.pdf (noviembre de 2019)
32. Thrusfield, M., Christley, R., Brown, H., Diggle, P. J., French, N., Howe, K., Kelly, L., O'Connor, A., Sargeant, J., & Wood, H. (2017). *Veterinary Epidemiology: Fourth Edition*. (4th ed.)
33. Prophet, B. E, Mills, B., Arrington, B. J., Sobin, H.L. 1995. Métodos Histotecnológicos, Instituto de Patología de las Fuerzas Armadas de los Estados Unidos de America. Versión en Castellano. Whashington, D,C. p27-61.
34. Ruiz, G. (2022). Prevalencia asociada a *Sarcocystis spp.* en ovinos de engorda de la región altos del sur del estado de Jalisco. Esacuela de cs. Biologicas, Agropecuarias y Ambientales. P. 26.
35. Bahari, P., Salehi, M., Seyedabadi, M., and Mohammadi, A. (2014). Molecular identification of macroscopic and microscopic cysts of *Sarcocystis* in sheep in

North Khorasan province, Iran. International journal of molecular and cellular medicine, 3(1), 51.

36. Pires, L.; Cauduro, G.; Sangioni, L.; Machado, M.; Chemeris, R.; Picada, L.; Silveira, F. (2016). Molecular Detection of Protozoa the Sarcocystidae family in sheep from the State of Rio Grande do Sul, Brazil. *Ciecian Rural*, (Santa María). 46(9): 1613-1617.
37. Puebla, H; Col. (2020). Infestación Muscular por Sarcocystis en Ovinos Jóvenes *Revista Argentine Veterinaria*. Vol. XXXVII. Nº 387. Julio 2020. P. 4-5.
38. Metwally, D. M., Al-Damigh, M. A., Al-Turaiki, I. M., and El-Khadragy, M. F. (2019). Molecular characterization of Sarcocystis species isolated from sheep and goats in Riyadh, Saudi Arabia. *Animals*, 9(5), 256.

IX. APÉNDICES

Apéndice A. Ovinos sacrificados para el consumo humano (Rastro Municipal de San Francisco de Los Romo).



Apéndice B. Tejidos Blanco (Esofágó, Corazón e Hígado) mediante las técnicas macroscópicas y microscópicas para la identificación de *Sarcocystis spp.* en el Laboratorio de Sanidad Fitopecuaria que se ubica en el Instituto Tecnológico El Llano Aguascalientes.



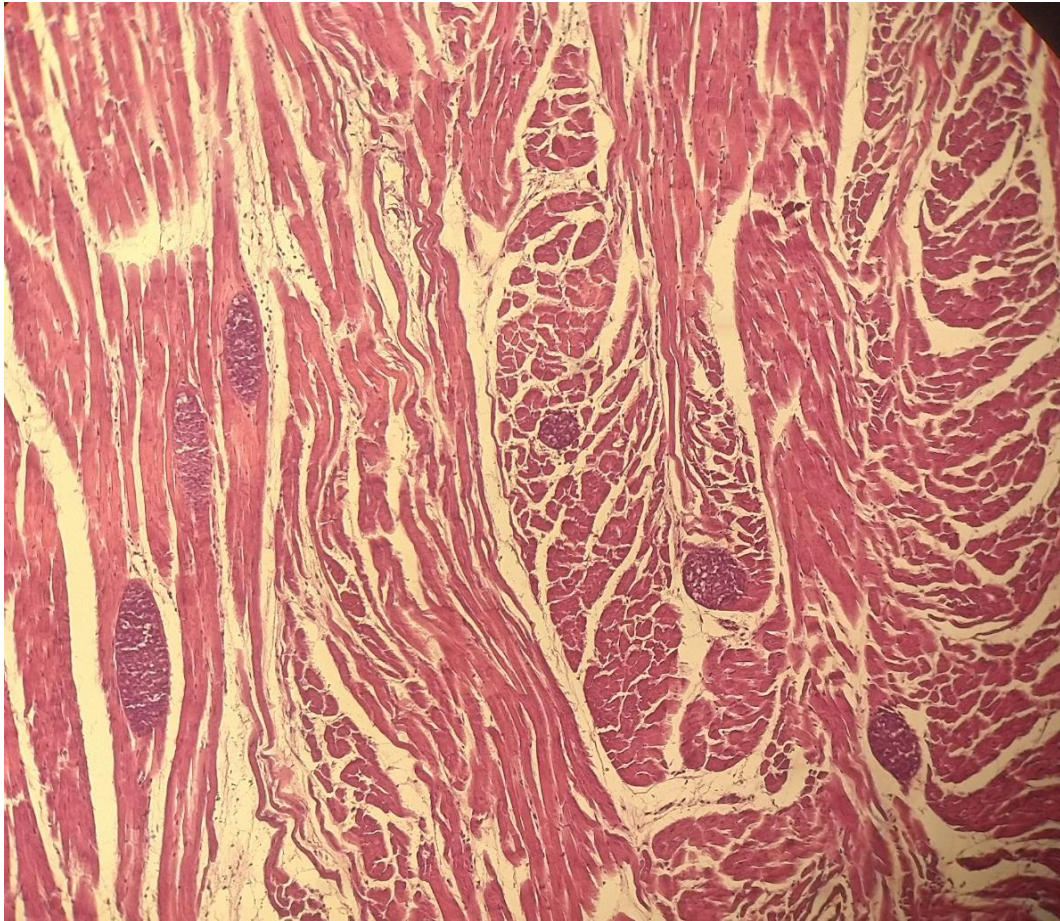
Apéndice C. Tejido Blanco (Esófago) en revisión macroscópica para la identificación de *Sarcocystis spp.* (Laboratorio de Sanidad Fitopecuaria del Tecnológico El Llano)



Apendice D. Quiste Macroscópico en tejido Blanco de Ovino (Esófago)



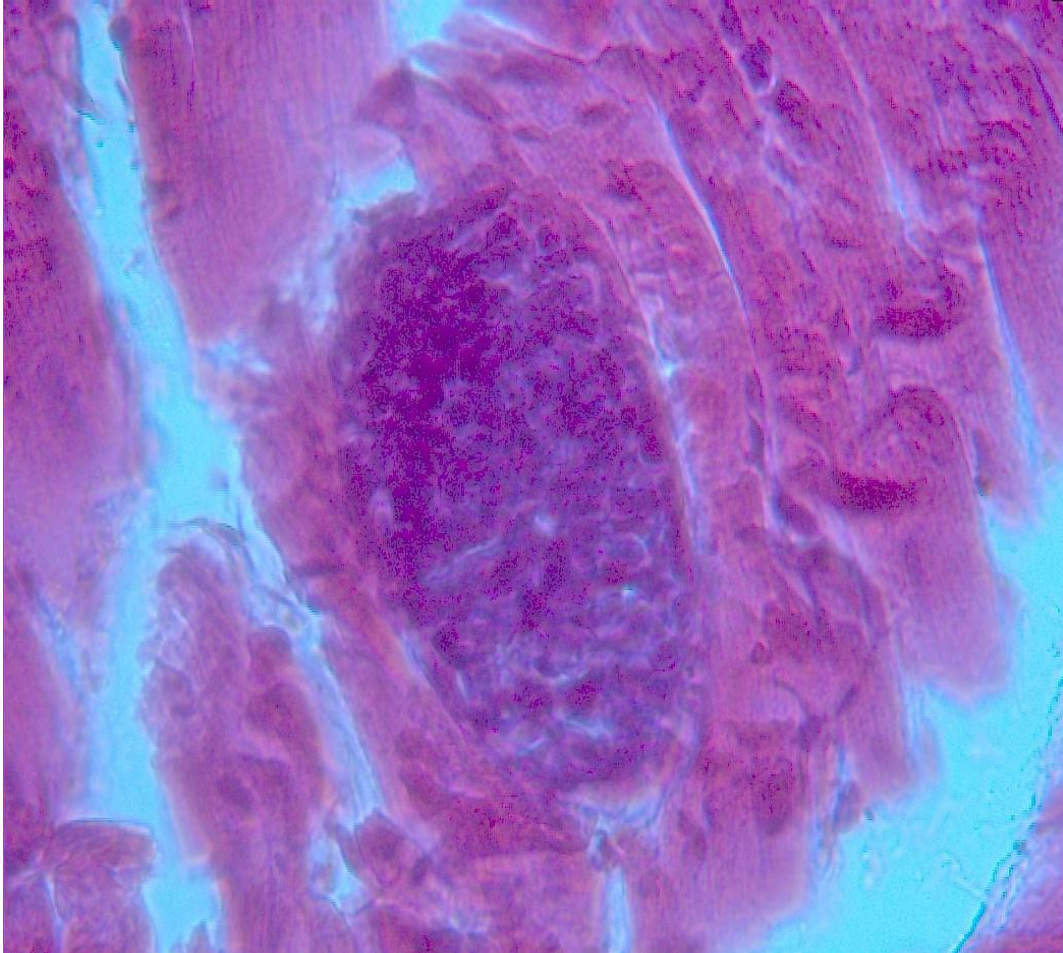
Apéndice D. Quistes microscópico en tejido blanco (Corazón) a 4x.



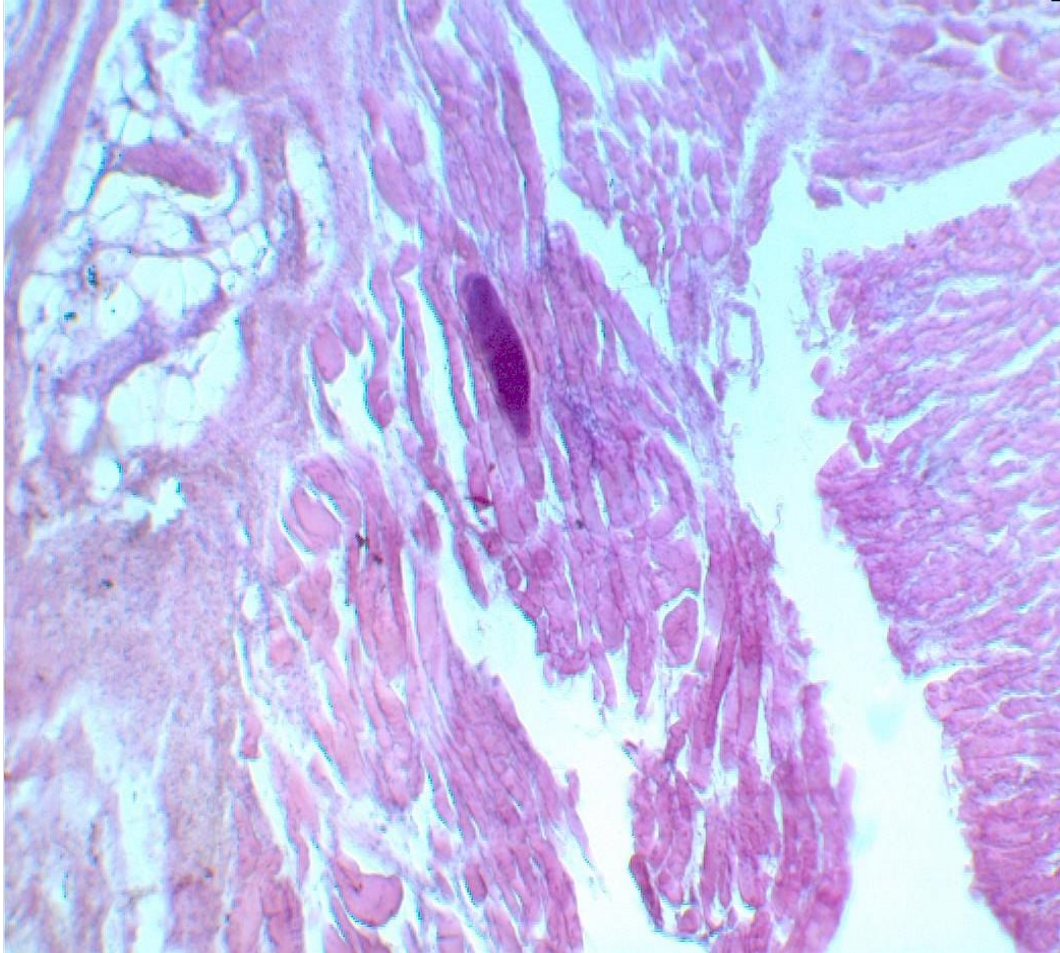
Apéndice E. Quiste microscópico en tejido blanco (Corazón) visto a 10X.



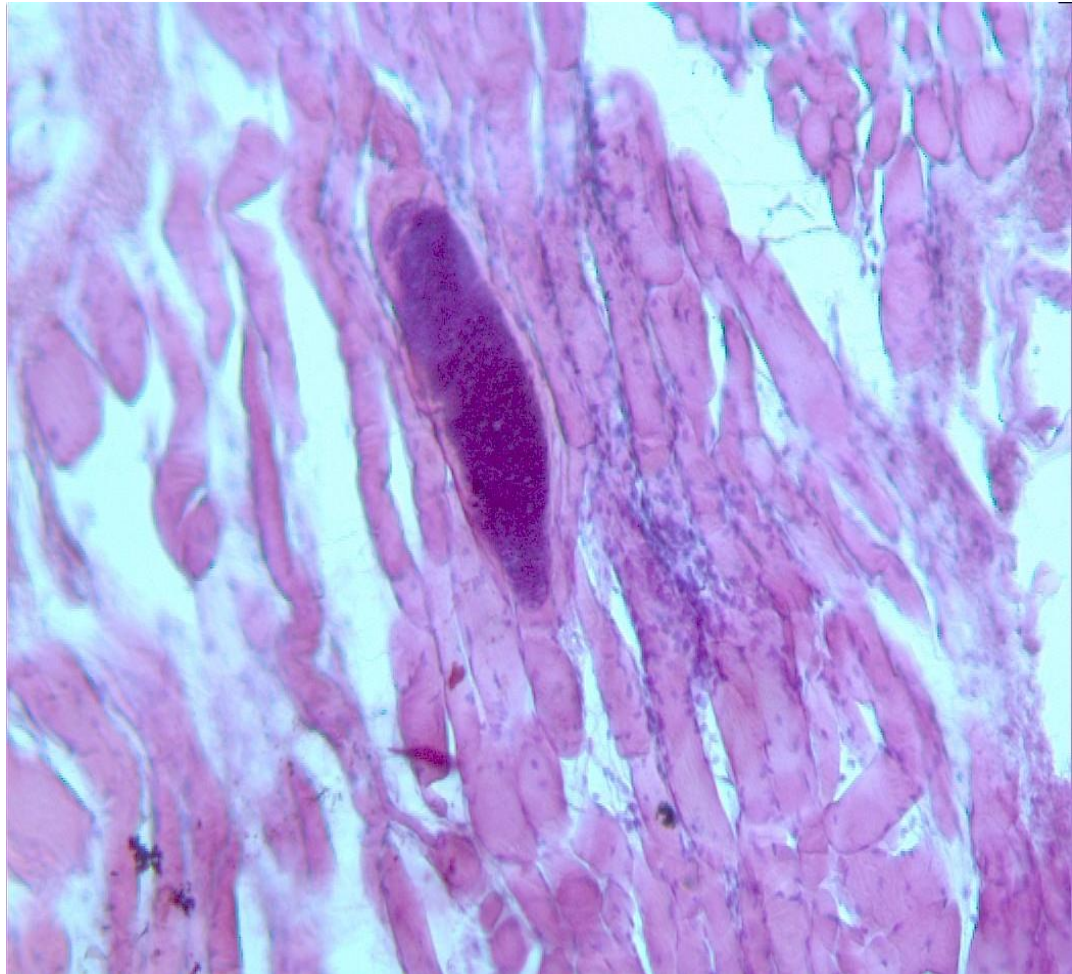
Apéndice F. Microquisté de *Srccocystis.spp* en tejido blanco (Corazón) 40x.



Apéndice G. Microquiste de *Sarcocystis spp.* en Tejido blanco (Esófago) 4x.



Apéndice H. Microquiste de *Sarcocystis spp.* en Tejido blanco (Esófago) 10x.



Apendice I. Microquiste de *Sarcocystis spp.* en Tejido blanco (Esófago) 40x.

