



UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS

ESCUELA DE CIENCIAS VETERINARIAS

ESTUDIO DE LA PREVALENCIA DE *Sarcocystis aucheniae* EN POBLACIONES DE GUANACOS (*Lama guanicoe*) DE LAS PROVINCIAS TIERRA DEL FUEGO Y ÚLTIMA ESPERANZA.

Bárbara Andrea Soto Valle

Memoria para optar al Título
Profesional de Médico
Veterinaria
Departamento de Ciencias
Biológicas Animales

PROFESOR GUÍA: PEDRO CATTAN AYALA
UNIVERSIDAD DE CHILE

SANTIAGO, CHILE

2020



UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS

ESCUELA DE CIENCIAS VETERINARIAS

ESTUDIO DE LA PREVALENCIA DE *Sarcocystis aucheniae* EN POBLACIONES DE GUANACOS (*Lama guanicoe*) DE LAS PROVINCIAS TIERRA DEL FUEGO Y ÚLTIMA ESPERANZA.

Bárbara Andrea Soto Valle

Memoria para optar al Título
Profesional de Médico
Veterinaria
Departamento de Ciencias
Biológicas Animales

Nota Final:

Profesor Guía: Pedro Cattán Ayala

Profesor Corrector: André Rubio

Profesor Corrector: Cristóbal Briceño

PROFESOR GUÍA: PEDRO CATTAN AYALA
UNIVERSIDAD DE CHILE

SANTIAGO, CHILE

2020

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero agradecer a mi profesor guía Pedro Cattán, que desde un inicio aceptó con entusiasmo mi propuesta de tema, fue un gran apoyo y estuvo presente cuando lo necesitaba. También agradecer a mis profesores correctores André Rubio y Cristóbal Briceño por su tremenda disposición, sus aportes y sugerencias que contribuyeron a enriquecer esta investigación.

A mis compañeros y amigos de la universidad, que fueron parte importante en todo este proceso de crecimiento profesional, sin ellos la etapa de la universidad no habría sido gratamente llevadera.

Al frigorífico MacLean por permitirme participar en el procedimiento de inspección de las canales y así poder llevar a cabo este estudio.

A Pamela por abrirme las puertas de su casa y su acogedora hospitalidad. A Carolina y su equipo por la enseñanza, paciencia, excelente disposición y simpatía durante toda mi estadía en Natales y mi participación en la inspección.

A Álvaro, que ha sido un constante apoyo durante todo este periodo, muchas gracias por acompañarme en todo momento.

A mi prima Fabi y a la Steph por su ayuda con la traducción del abstract, se pasaron.

Y especialmente quiero darle las gracias a toda mi familia, a mi omama, mi abuelita, mis tíos, primos, mi hermano y en especial a mis papás que, a pesar de tener diferencias, apoyaron mi decisión y estuvieron siempre conmigo. Sin ellos, esto no habría sido posible, de verdad muchas gracias.

Finalmente, a mi abuelito y mi tata querido que no alcanzaron a presenciar este momento pero que siempre estuvieron conmigo. Un abrazo enorme a los dos y gracias por todas sus enseñanzas.

ÍNDICE DE CAPÍTULOS

AGRADECIMIENTOS.....	3
RESUMEN.....	IV
ABSTRACT	V
INTRODUCCIÓN.....	1
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	2
Antecedentes generales de la especie.....	2
Densidad Poblacional del guanaco	2
Manejo y control de la población del guanaco en la región	3
Parásitos presentes en guanacos	4
Características de Sarcocystis sp.	5
Sarcocistosis en el guanaco.....	6
OBJETIVO GENERAL.....	9
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
MATERIALES Y MÉTODOS	9
RESULTADOS.....	11
DISCUSIÓN.....	25
CONCLUSIONES	26
ANEXOS	27
BIBLIOGRAFÍA	29

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Prevalencia de <i>S. aucheniae</i> según origen.....	11
Tabla 2. Resumen valores mínimos, máximos, promedio y desviación estándar de animales positivos según sexo, origen, peso, edad, densidad de quistes por cortes y total.	12
Tabla 3. Resumen valores mínimos, máximos, promedio y desviación estándar del total de animales inspeccionados según sexo, origen, peso, edad, densidad de quistes por cortes y total.....	12
Tabla 4. Prevalencia de sarcocistosis según sexo y origen.....	13
Tabla 5. Prevalencia sarcocistosis según edad y origen.	14
Tabla 6. Prevalencia según masa muscular, sexo y origen.	15
Tabla 7. Regresión logística de prevalencia v/s edad, sexo, origen y peso.	16
Tabla 8. Regresión logística de prevalencia v/s edad y origen.....	17
Tabla 9. ANDEVA prevalencia sarcocistosis según masa muscular.	18
Tabla 10. Regresión lineal entre densidad de quistes v/s edad, sexo, peso y origen.....	19
Tabla 11. ANDEVA densidad de quistes/cm ² según masa muscular.....	21
Tabla 12. Regresión logística de prevalencia v/s categoría edad, sexo, origen y peso.....	23
Tabla 13. Regresión lineal entre densidad de quistes v/s categoría edad, sexo, peso y origen.	23

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Regresión logística que muestra la probabilidad de que el individuo sea positivo según origen y edad.	17
Figura 2. ANDEVA prevalencia de sarcocistosis según masa muscular.	18
Figura 3. Regresión lineal densidad de quistes por individuo según origen y edad.	20
Figura 4. Regresión lineal densidad de quistes por individuo según peso y origen.	20
Figura 5. ANDEVA densidad de quistes/cm ² según masa muscular.	22
Figura 6. Regresión logística que muestra la probabilidad de que el individuo sea positivo según origen y peso, considerando la edad como categoría juveniles y adultos.	24
Figura 7. Regresión lineal densidad de quistes por individuo según peso y origen, considerando la edad como categoría juveniles y adultos.	24

ÍNDICE ANEXOS

Figura A 1. Áreas de muestreo según masa muscular.....	27
Figura A 2. Determinación de la edad en terreno	28
Figura A 3. Quistes macroscópicos de <i>S. aucheniae</i>	28

RESUMEN

Una de las cuatro especies de camélidos sudamericanos presente en el país es el guanaco (*Lama guanicoe*), especie autorizada para manejo sustentable en la Región de Magallanes y la Antártica Chilena.

Como resultado de este manejo se han abierto las puertas a la comercialización de subproductos como fibra y carne. En cuanto a la carne, existen diversos factores que afectan su comercio, dentro de los cuales destaca la presencia de enfermedades parasitarias, siendo la sarcocistosis la más importante para esta especie.

El presente estudio evaluó: 1) la prevalencia de macroquistes de *Sarcocystis aucheniae* en canales provenientes de dos poblaciones, Tierra del Fuego y Torres del Payne, 2) la intensidad de infestación de los ejemplares y 3) las diferencias en intensidad entre distintos cortes comerciales afectados.

De un total de 893 individuos faenados, 610 individuos (68,3%) resultaron positivos a *S. aucheniae*, 291 de Tierra del Fuego y 319 de Torres del Payne, equivalente a un 58,2% y 81,1% del total de animales faenados respectivamente. Con respecto a las variables analizadas (sexo, edad, peso y origen), el origen, peso y edad presentaron diferencias significativas en la positividad de los individuos siendo mayor en aquellos individuos de origen Tierra del Fuego y en individuos de mayor edad y peso. En relación con la intensidad de quistes/cm² se encontró una relación lineal positiva significativa con las variables peso, origen y edad. Por último, entre los grupos de masas musculares analizados se observó una diferencia significativa tanto para la prevalencia como la intensidad de quistes, siendo mayor en cuello, seguido por la paleta y por último los músculos intercostales.

Con este estudio se entrega información que permite una mejor comprensión sobre el plano ecológico, epidemiológico y sanitario respecto del comportamiento de la parasitosis en poblaciones de guanacos y que da sustento a futuras investigaciones.

Palabras clave: guanaco, *Lama guanicoe*, sarcocistosis, sarcosporidiosis, *Sarcocystis sp.*

ABSTRACT

One of the four species of South American camelids present in the country is the guanaco (*Lama guanicoe*), an authorized species for sustainable management in the Magallanes and Chilean Antarctic Region.

As a result of this management, the doors to the manipulation of by-products such as fiber and meat have been opened. Regarding meat, there are several factors that affect its trade, including the presence of parasitic diseases, with sarcocystosis being the most important one for this species.

The present study evaluated: 1) the prevalence of *Sarcocystis aucheniae* macrocysts in carcasses from two populations, Tierra del Fuego and Torres del Payne, 2) the intensity of infestation of the specimens and 3) the differences in intensity between the different types of commercialized meat cuts affected.

Of a total of 893 individuals slaughtered, 610 (68.3%) were positive for *S. aucheniae*, 291 from Tierra del Fuego and 319 from Torres del Payne, equivalent to 58.2% and 81.1% of the total number of slaughtered animals respectively. Regarding the variables analyzed (sex, age, weight and origin), origin, weight and age, showed significant differences in the positivity of the individuals, being greater in those from Tierra del Fuego and in older and heavier individuals. In terms of the intensity of cysts/cm², a significant positive linear relationship was found with the variables weight, origin and age. Finally, among the groups of muscular masses analyzed, a significant difference was observed for both the prevalence and intensity of cysts, being greater in the neck area, followed by the shoulder and finally the intercostal muscles.

This study provides information that allows a better understanding of the ecological, epidemiological and sanitary level regarding the behavior of parasitosis in guanaco populations and that supports future research.

Keywords: guanaco, *Lama guanicoe*, sarcocystosis, sarcosporidiosis, *Sarcocystis* sp.

INTRODUCCIÓN

El guanaco es una de las cuatro especies de camélidos sudamericanos presente en Chile, el cual se distribuye desde el norte hasta el extremo sur del país. Está clasificada de acuerdo con el Reglamento de Clasificación de Especies del Ministerio del Medio Ambiente como categoría “Vulnerable” y “Preocupación Menor” (DS 33/2011).

Gracias a un programa de protección y recuperación llevado a cabo por el Ministerio de Agricultura en Magallanes, desde el año 1975 a la fecha, la población de guanacos ha recuperado de manera exitosa buena parte de su distribución y abundancia en la Patagonia, tanto en Tierra del Fuego como en el continente. De esta manera, en el pasado el esfuerzo se centró en recuperar de la amenaza a la especie, en tanto que hoy la atención se centra en desarrollar protocolos de manejo y mejor aprovechamiento de su población, transformándose así en un desafío para el manejo sostenible de fauna silvestre y para conciliar los intereses de la conservación con la producción silvoagropecuaria (Soto, 2010). Consistentemente, y en conformidad con las disposiciones de la ley y el reglamento de caza, el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) ha autorizado cuotas anuales de caza con fines de utilización sustentable desde el año 2004, siendo la carne despostada el producto que ha logrado el mayor posicionamiento a través de su exportación a nichos específicos del mercado europeo, no ocurriendo lo mismo en mercado nacional y con el resto de los productos (Soto y Molina, 2017).

La sarcocistosis en el guanaco ha sido reconocida tempranamente como una parasitosis prevalente en guanacos de Tierra del Fuego y que podría condicionar negativamente las posibilidades y desarrollo de su mercado por los decomisos parciales y totales de las canales afectadas (Cunazza, 1991). Por otra parte, la ausencia de depredadores en la población de Tierra del Fuego, así como la práctica de alimentar perros ovejeros con guanacos muertos y la alta densidad de zorro chilla en esta isla, plantea nuevas preguntas en el plano ecológico, epidemiológico y sanitario respecto del comportamiento de la parasitosis en poblaciones de guanacos en el continente.

El presente estudio propone evaluar las posibles relaciones de prevalencia del parásito y densidad de quistes macroscópicos según sexo, origen, edad, peso de los animales, y área de inspección en la canal.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Antecedentes generales de la especie

El guanaco (*Lama guanicoe*, Müller 1776) es una de las especies que conforman los camélidos sudamericanos, grupo compuesto por llama (*Lama glama*), alpaca (*Lama pacos*), vicuña (*Vicugna vicugna*) y guanaco (*Lama guanicoe*), siendo los dos primeros domésticos y los dos últimos silvestres (Raedeke, 1979).

Su distribución geográfica actual comprende desde el norte del Perú hasta la isla Tierra del Fuego e Isla Navarino, Chile, abarcando la zona del Chaco Boliviano y Paraguayo, la cordillera Andina y la extensa Patagonia Argentina (Grimberg, 2010).

Densidad Poblacional del guanaco

En sus orígenes, el guanaco se encontraba distribuido a lo largo de los Andes en todo Chile. Sin embargo, actualmente a pesar de que sigue existiendo desde el norte hasta el extremo sur de Chile, su distribución se considera fragmentada, existiendo sectores donde está extinto y otras áreas con poblaciones recuperadas y abundantes, ubicadas principalmente en la Región de Magallanes y Antártica Chilena, especialmente en la Isla de Tierra del Fuego, en las comunas Torres del Payne y San Gregorio (Cunazza, 1991; Grimberg, 2010; Soto y Molina, 2018). Por su parte, Raedeke (1979), estimó que previo a la colonización de la Patagonia, la población de guanacos era de unos 30-50 millones de ejemplares. No obstante, hacia mediados de la década de 1900, esta población sufrió una drástica reducción de su número debido a la caza, la competencia con el ganado doméstico y la pérdida de hábitat, acercándose a la extinción en la pampa patagónica (Sarno y cols., 2015).

En la década de los 70 el Ministerio de Agricultura de Chile, inició el proyecto “Conservación y manejo del guanaco”, como una medida de protección ante el problema de la caza indiscriminada (Grimberg, 2010). En dicho periodo la población no superaba los 12.000 a 13.000 individuos, de los cuales 7.000 a 8.000 se localizaban en Tierra del Fuego (Cunazza, 1991).

Según las estimaciones realizadas por el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), en los últimos años la población se ha estabilizado en aproximadamente 160.000 ejemplares para Tierra del Fuego, ha aumentado aproximadamente a 85.000 en la comuna de San Gregorio y en contraste, la comuna de Torres el Payne, en el área agropecuaria ha presentado fluctuaciones en su tamaño donde disminuyó el 2017 a 15.000 después de la población aumentara en el 2015 y 2016 (Soto y Molina, 2017).

Por otra parte, un estudio realizado por Moraga y cols (2014), en el área protegida privada Karukinka y parcelas adyacentes, observó que la población durante el periodo en el que fue realizada dicha investigación (2007-2010) presentó una disminución en el tamaño de su población al igual que el ganado ovino en las parcelas adyacentes mientras que la población de ganado bovino aumentó. Dichos autores asocian esta disminución con el mal manejo de las praderas y el sobrepastoreo de estas. Esto coincide con los datos obtenidos por el SAG, donde también reflejan una baja en la población total de Tierra del Fuego desde el año 2009 al 2010 (Soto y Molina 2017).

Actualmente, para el 2018, se estimó que la población de guanacos en toda el área de uso agropecuario regional de Magallanes fluctúa entre los 247.472 y 308.217 individuos, encontrándose el 62% en Tierra del Fuego y el 38% restante en el continente (Soto y Molina, 2018).

Manejo y control de la población del guanaco en la región

El año 1929 se publica la primera ley de caza en Chile (Ley N° 4.601) junto con su Reglamento (DS N° 4.884), decretándose la prohibición de la caza del guanaco en el territorio nacional. Luego, en 1996 entró en vigencia una nueva ley de caza (N° 19.473), la que acompañada de su reglamento (DS 05/1998) declaran específicamente especie protegida al guanaco, considerándola una especie con “densidades poblacionales reducidas” a nivel país y en categoría de conservación “Peligro de extinción” para la Zona Norte, Centro y Sur; y “Vulnerable” para la Zona Austral, categoría que cambió a “Fuera de Peligro” con la última modificación del reglamento de caza (DS 65/2015). Por su parte, el Reglamento de Clasificación de Especies del Ministerio del Medio Ambiente clasifica al guanaco en categoría “Vulnerable” y “Preocupación Menor” respectivamente (DS 33/2011). Su vez, el Convenio sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES), suscrito por Chile a través del DL N° 873 de 1975, clasifica al guanaco en el Apéndice II, con lo cual se permite la exportación comercial de guanacos y sus productos con las autorizaciones previas de la Autoridad Administrativa (Servicio Agrícola y Ganadero, SAG) y Científica (Museo Nacional de Historia Natural) de Chile (Soto, 2010).

Desde el año 1975 el Ministerio de Agricultura de Chile viene desarrollando un proyecto de recuperación y manejo del guanaco en el sur de la isla Tierra del Fuego (200.000 ha), logrando en dicho periodo pasar de 10.000 ejemplares a sobre 60.000 (Soto, 2010). Debido a los evidentes resultados positivos obtenidos por el proyecto es que el Ministerio de

Agricultura de Chile promulgó en el año 2000 una política técnica para el manejo sustentable del guanaco en el sector centro-sur de la isla Tierra del Fuego y el 2016 en la comuna Torres del Payne, habiéndose cosechado desde el 2003 hasta el año 2017 un total de 29.998 guanacos, lo que representa el 80% de las cuotas autorizadas (37.350) (Soto y cols., 2018).

Parásitos presentes en guanacos

En todas las especies de producción, las enfermedades tanto parasitarias, bacterianas o virales son un grave problema que conllevan a la disminución en la producción. Leguía (1991) citado por Coddou (2004) menciona que las enfermedades parasitarias en la explotación de camélidos sudamericanos constituyen el principal problema sanitario. Dentro de las enfermedades parasitarias descritas en camélidos sudamericanos destacan la coccidiosis, criptosporidiosis, gastroenteritis y neumonía verminosa, teniasis, distomatosis, hidatidosis, cisticercosis, toxoplasmosis, sarna, pediculosis y sarcocistosis descritos por varios autores citados por Coddou (2004).

Cunazza (1978, 1981 y 1991) en diversos estudios logró identificar distintos parásitos en canales de guanacos provenientes de Tierra del Fuego, como quistes hidatídicos, con sarcocistosis y sarna. Así mismo, Bonacic (1991), señalaba que entre las enfermedades que provocan mayores problemas por su frecuencia de presentación en guanaco están la sarna, la gastroenteritis verminosa, la sarcocistosis y la coccidiosis.

En un informe realizado por el Servicio de Salud de Aysén, donde se faenaron 51 guanacos de la misma región, se identificaron las siguientes patologías: sarcosporidiosis, hidatidosis hepática y cisticercosis en hígados (Hermosilla, 2004 citado por Valdebenito, 2008).

En otro estudio, también realizado con individuos de Tierra del fuego, se analizaron muestras de heces donde se identificó la presencia de huevos tipo *Strongilido*, huevos de *Nematodirus spp.*, huevos de *Marshallagia spp.* y ooquistes de *Eimeria spp.* (Cáceres, 2000). Beldomenico y cols. (2003) en guanacos provenientes de la provincia del Chubut, Argentina revelaron la presencia de los mismos parásitos además de *Trichuris sp.* al análisis coproparasitario y en el histopatológico de músculos identificaron la presencia de *Sarcocystis sp.*

González y cols. (2000) mencionan que desde el punto de vista del aprovechamiento y empleo de la carne de guanaco, es preocupante el alto porcentaje de animales positivos a sarcocistosis en los que ante la posibilidad de comenzar a extraerse este recurso se

deberían definir, por parte del Servicio de Salud, los criterios a aplicar respecto del destino de sus carnes.

Características de *Sarcocystis* sp.

Sarcocystis sp. es un protozoo apicomplejo que causa sarcocistosis (o sarcocistosis). Estas infecciones se caracterizan por la formación de numerosos sarcoquistes, que son esencialmente sacos llenos de parásitos que varían en tamaño desde micrómetros hasta varios centímetros, en los músculos o el tejido nervioso de una gran variedad de animales (Decker y cols., 2018).

Este género se compone por más de 100 especies que difieren tanto en patogenicidad, especificidad de hospedero, estructura y ubicación de los sarcoquistes. Los sarcoquistes son intracelulares obligatorios, con un ciclo de vida típico de los coccidios, que consisten en merogonia, gametogonia y esporogonia (Decker y cols., 2018). El ciclo de vida involucra un hospedero intermediario y uno definitivo, generalmente un herbívoro y un carnívoro, respectivamente (Gorman y cols., 1984; Coddou, 2004; Decker, 2015, Decker y cols., 2018).

La ingestión por parte del hospedero definitivo de tejidos infectados con quistes conduce a la reproducción sexual del parásito en el tracto digestivo, seguido de la excreción de formas infecciosas en las heces. El ciclo se cierra cuando un hospedero intermediario se infecta por la ruta fecal-oral (Decker y cols., 2018).

En Chile, como hospedero intermediario se encuentran animales domésticos (bovinos, ovinos y porcinos) (Coddou, 2004) y animales silvestres (alpaca, guanaco y pudú) (Gorman y cols., 1984), y como hospederos definitivos y por lo tanto diseminadores, están los cánidos (zorros y perros) (Gorman y cols., 1984; Castillo, 2005).

La mayoría de los *Sarcocystis* son especie específicos para hospederos intermediarios y específicos de familia para hospederos definitivos (Decker y cols., 2018). Por ejemplo, en el caso de bovinos se han reportado cuatro especies de *Sarcocystis*: *S. cruzi*, *S. hirsuta*, *S. hominis* y *S. rommeli* (Gorman, 1984; Decker y cols., 2018). Los ovinos en cambio, se ha evidenciado que pueden ser parasitados por seis especies de *sarcocystis*: *S. tenella*, *S. gigantea*, *S. arieticanis*, *S. medusifomis*, *S. microps* y *S. mihoensis* (Decker y cols., 2018).

Aunque el género *Sarcocystis* es muy amplio, incluyendo algunos de los parásitos más prevalentes de animales vertebrados, están poco estudiados en comparación con otros miembros de apicomplexa. Por esta razón, la información sobre las interacciones

hospedero-patógeno es bastante escasa. No obstante, algunos estudios basados en la especificidad intermedia del hospedero indicaron que algunos parásitos de *Sarcocystis* con quistes estructuralmente similares son en realidad especies diferentes, por ejemplo, *S. tenella* y *S. capracanis* (Decker y cols., 2018).

En Chile, la existencia de *Sarcocystis* es conocida desde hace varios años, de tal manera que en la revisión realizada por Tagle (1966) citado por Gorman (1984) sobre los parásitos de los animales domésticos en Chile, se mencionan a *S. tenella* y *S. miescheriana* (Porcino) como existentes. Estudios en la zona sur revelaron porcentajes altos de infección en bovinos y porcinos (80 a 100%) y medianos en ovinos (51,11%). También se ha diagnosticado la infección en pudúes (*Pudu pudu*), alpacas (*Lama pacos*) y en guanacos (*L. guanicoe*) (Gorman, 1984).

En el caso de los camélidos sudamericanos y que afectan específicamente al guanaco, Moré y cols. (2016) describen que el agente causal de la sarcocistosis es *S. aucheniae* para los macroquistes (>2-7mm) y proponen el nombre de *S. masoni* para los microquistes (800 µm/35-95 µm). Por otra parte, otros autores también mencionan a *S. tilopodi* (sin. *S. guanicoecanis*) como una especie causal de microquistes en guanacos (Coddou, 2004).

Sarcocistosis en el guanaco

Coddou (2004) y otros autores identifican que dentro de las parasitosis encontradas en guanacos, la sarcocistosis es la más prevalente. Tal como se mencionó anteriormente, la especie identificada como parásito de los guanacos es *S. aucheniae* para los macroquistes y *S. masoni* o *S. tilopodi* para los microquistes.

Como hospedero definitivo del parásito se describen los cánidos, y en estudios realizados por Donoso (2002) y Castillo (2005), confirman que el zorro es hospedador definitivo de *Sarcocystis*, y que actúa como reservorio natural del parásito. Por otro lado, Gorman y cols. (1984) en un estudio experimental comprobaron que el perro también es un hospedador definitivo, no así ratas o gatos.

Sin embargo, cabe señalar que diversos autores como se señala en Duszynski y cols. (2018) han identificado que grandes carnívoros felinos como el puma también son portadores y diseminadores de *Sarcocystis spp.* e incluso en el mismo se reportan casos en donde estarían siendo hospederos intermediarios ya que también se encontraron quistes en diferentes especies de esta familia, aunque no se identifica la especie en muchos de estos casos y ninguna señala *S. aucheniae* como una de ellas.

El hecho que los perros y zorros de Tierra del Fuego sean hospedadores definitivos de *S. guanicoecanis* determina que las posibilidades de infección del hospedador intermediario (guanaco) sean mayores, lo que explicaría la alta prevalencia de sarcocistosis en la población de guanacos de la isla (Skewes et al., 1999).

En el hospedero intermediario esta enfermedad ha sido considerada de escasa importancia patológica (Decker, 2015). Sin embargo, se ha demostrado que algunas especies de *Sarcocystis* pueden ser altamente patógenas (Gorman, 1984). Se considera que dada la alta prevalencia de infecciones por *Sarcocystis sp.* (75 a 100%), el parásito es bien tolerado por el hospedador intermediario y la enfermedad clínica resulta cuando un gran número (10.000 o más) de esporoquistes son ingeridos de una vez (Dubey y Fayer, 1983).

Decker (2015) dice que es importante destacar que la alta prevalencia de este parásito puede estar dado por la falta de inmunidad protectora en perros y zorros, lo que significa que pueden infectarse cada vez que comen carne cruda con quistes, es decir, se pueden reinfectar continuamente, resultando en un excelente difusor del parásito. Sin embargo, Fredes (2017)¹ menciona que más que una falta de inmunidad se trata de una inmunidad protectora de corta duración y que de igual forma cada vez que el perro come una carne infectada, este libera el parásito.

La infección por este parásito tiene implicancias tanto en salud pública como en aspectos productivos. A pesar de que las únicas especies de *Sarcocystis spp.* zoonóticas son aquellas que como hospedero definitivo u hospedero intermediario incluyen al ser humano (*S. hominis*, *S. suihominis* y *S. lindemanni*) (Mehlhorn, 2013), existen casos reportados de toxiinfecciones causadas por *S. aucheniae* (Coddou, 2004 y Céspedes, 2004). Además, Leguía (1991) comunicó que el consumo de carne cruda o semicruda infestada por este protozoo 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 según lo cita Coddou (2004) y Decker (2015). Sin embargo,

¹FREDES, F. 2017. [Comunicación Personal]. U. de Chile, Fac. de Ciencias Veterinarias y Pecuarias.

ciertos tratamientos como la cocción, horneado y congelación inactivarían la toxina (Céspedes, 2004) y el procesamiento como charqui también (Coddou, 2004).

En el aspecto productivo, se ha demostrado que este patógeno tiene un alto impacto económico. Así por ejemplo, las inspecciones realizadas en el año 2016 por el Frigorífico Mac Lean, observaron un total de 456 animales (provenientes de Torres del Payne) infestados, correspondiente al 90% y el decomiso equivalente de 1446 kg, siendo la única alteración detectada en las canales (SAG, 2016); no obstante, en los animales provenientes de Tierra del Fuego durante el periodo 2012-2015, donde la cantidad de kilogramos decomisados fue de 4378 kg, 5000 kg, 9519 kg y 1909 kg respectivamente, las causas de decomiso fue más variada y se registraron alteraciones como contaminación, putrefacción, traumatismo, sarcocistosis, entre otras, siendo siempre esta última la que tiene mayor incidencia de todas, correspondiente a un 62%, 20%, 28% y 60% en los años 2012, 2013, 2014 y 2015 respectivamente (SAG, 2012; 2013; 2014; 2015).

Por otra parte, el frigorífico Swanhouse ubicado en la comuna de Primavera, también hizo registro de las principales causas de decomisos, en donde existe una coincidencia en que la principal causa fue la presencia de macroquistes de *S. aucheniae*. obteniendo una incidencia de un 87,7% en el año 2015 (Tafrá, 2015) y de un 85% el 2016 (Jiménez, 2016).

Cabe destacar que la presencia de macroquistes en la inspección no significa necesariamente el decomiso completo de la canal, si no que puede ser parcial o incluso sin decomiso dependiendo de la cantidad de quistes observados (Arroyo, 2016)².

Por las razones expuestas, resulta de utilidad analizar y evaluar la intensidad y frecuencia de infección de las poblaciones de guanacos tratando de identificar diferencias a nivel de estas. Esto aportaría al mayor conocimiento de la presentación regional de la sarcocistosis.

²ARROYO, C. 2016. [Comunicación Personal]. Servicio Agrícola y Ganadero.

OBJETIVO GENERAL

- Estudiar la presentación de sarcocistosis en las poblaciones de guanacos de Tierra del Fuego y Torres del Payne, en la Región de Magallanes y Antártica Chilena

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la prevalencia de sarcocistosis con quistes macroscópicos en las poblaciones de guanacos de las dos provincias considerando sexo, peso y edad de los animales.
- Determinar la intensidad de infestación por individuo en las poblaciones de guanacos de las dos provincias considerando sexo, peso y edad de los animales.
- Determinar la prevalencia e intensidad de infestación según tipo de masa muscular.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para este estudio se trabajó con los datos obtenidos de las cosechas solicitadas por “Comercial Mac Lean y Cía Ltda” en el año 2016, los cuales corresponden a la inspección de canales de 500 y 393 guanacos procedentes de las dos áreas de manejo: (1) Isla de Tierra del Fuego y (2) Torres del Payne (provincia Última Esperanza) respectivamente.

La inspección de las canales se realizó en el Frigorífico “Comercial Mac Lean y Cía Ltda”, ubicado en la ciudad de Puerto Natales, el que corresponde a una planta faenadora de carnes dedicada a la producción de cortes de alto valor agregado de ovinos y especies silvestres (conejos, liebres y guanacos).

Los animales faenados pertenecieron a las cuotas de caza solicitadas por Comercial Mac Lean y Cía Ltda., autorizadas por el SAG mediante las Resoluciones Exentas N° 272-276/16 y 250-392/16, para las comunas Torres del Payne y Tierra del Fuego (Timaukel y Porvenir). Las faenas de caza y aprovechamiento se realizaron entre los meses de julio y septiembre de 2016.

Esta inspección fue realizada por la inspectora Oficial del SAG a cargo con la participación de la memorista.

Áreas y unidades de inspección:

Se realizó una inspección ocular en la musculatura estriada de tres masas musculares: (1) cuello, (2) paletas, y (3) músculos intercostales.

Cuello: La inspección del cuello se realizó mediante el empleo de un marco plástico rectangular de 60 cm² de superficie (10 cm largo x 6 cm ancho) el cual se localizó y midió en 4 secciones regulares del cuello (parte alta, media alta, media baja y baja), obteniéndose de esta forma 4 lecturas de cada cuello (Anexo Figura 1).

Paleta: la inspección de los músculos asociados a la escápula se realizó mediante el mismo marco rectangular descrito en punto precedente (60 cm², con 10 cm de largo y 6 cm de ancho), realizándose 4 lecturas en cada pieza (dos arriba y dos abajo) y considerando ambas paletas del animal, obteniendo de esta forma 8 lecturas por animal (Anexo Figura 1).

Intercostales: La unidad de medición fue un marco plástico rectangular de 120 cm² de superficie, con 20 cm de largo y 6 cm de ancho, con el cual se procedió a la obtención de 4 lecturas en un solo lado, en la cara interna de la caja torácica. Las lecturas se hicieron en la porción media de las costillas, entre las vértebras y el esternón (Anexo Figura 1).

Los datos de la inspección se registraron en planillas Excel preparadas para el efecto, las cuales relacionan el animal faenado a un número de crotal que registra los antecedentes del faenamamiento primario realizado en la estación de campo: sexo, edad y procedencia del animal, además de otros como fecha de caza, lugar de caza, cazador. En dicha planilla además se anotaron los datos de infestación por individuo y corte masa muscular.

La variable sexo se determinó en terreno, así como la edad que fue consignada en base a la Guía para Determinación de Edades de Guanacos preparada por Aravena y Skewes (2011) (Anexo Figura 2).

El peso se expresó en kilogramos y corresponde al peso de la canal, entendiendo por canal el animal sin: cabeza, vísceras rojas y verdes, piel y con las extremidades cortadas en las articulaciones carpales y tarsales.

Prevalencia: Se determinó anotando la presencia de al menos un quiste de *S. aucheniae* en alguna de las áreas de inspección, lo que se consideró como positivo (+) (Anexo Figura 3).

Intensidad: Se determinó en base a la cantidad de quistes macroscópicos por centímetro cuadrado de *S. aucheniae* detectados en cada área de inspección (Anexo Figura 3) sobre las masas musculares definidas para este efecto (cuello, paleta, intercostal). Se registraron como n° total de quistes/cm² y como n° de quistes/cm²/tipo masa muscular.

Análisis estadístico

Para evaluar la relación de la prevalencia de sarcocistosis con la edad, sexo, peso y origen, se utilizó una regresión logística.

Para establecer la relación entre intensidad de infestación con las mismas variables se usó una regresión lineal.

Para evaluar la prevalencia e intensidad de infestación según masa muscular se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) entre cortes.

Estas pruebas estadísticas se realizaron mediante el programa estadístico “Rstudio. Versión (1.1.456)”.

RESULTADOS

De un total de 893 canales muestreadas (500 TF y 393 TP), 610 individuos (68,3%) resultaron positivos a la presencia de quistes macroscópicos de *S. aucheniae*, 291 de Tierra del Fuego y 319 de Torres del Payne, equivalente a un 58,2% y 81,1% del total de animales faenados respectivamente (Tabla 1).

Tabla 1. Prevalencia de *S. aucheniae* según origen.

Origen	TP	TF	Total
Animales faenados	393	500	893
Animales positivos	319	291	610
Prevalencia animales positivos	81,1%	58,2%	68,3%

Tabla 2. Resumen valores mínimos, máximos, promedio y desviación estándar de animales positivos según sexo, origen, peso, edad, densidad de quistes por cortes y total.

Positivos		Peso		Edad		DQC		DQMI		DQP		DQT	
		M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H
TP	Min	38,5	42,9	3,0	3,0	0,004	0,004	0,002	0,002	0,002	0,002	0,001	0,001
	Max	82,5	74,3	9,0	9,0	0,163	0,158	0,035	0,038	0,083	0,085	0,070	0,081
	Promedio	62,4	63,0	5,7	6,1	0,037	0,049	0,007	0,009	0,014	0,019	0,013	0,017
	DE	8,2	6,9	1,3	1,4	0,035	0,041	0,006	0,007	0,014	0,017	0,012	0,015
TF	Min	22,9	29,2	1,0	1,0	0,004	0,004	0,002	0,002	0,002	0,002	0,001	0,001
	Max	79,3	79,5	8,0	8,0	0,121	0,108	0,021	0,046	0,100	0,104	0,068	0,071
	Promedio	55,4	55,0	4,3	3,7	0,035	0,029	0,007	0,007	0,026	0,022	0,017	0,015
	DE	9,1	8,1	1,5	1,1	0,024	0,022	0,005	0,007	0,020	0,018	0,013	0,013

Tabla 3. Resumen valores mínimos, máximos, promedio y desviación estándar del total de animales inspeccionados según sexo, origen, peso, edad, densidad de quistes por cortes y total.

Total		Peso		Edad		DQC		DQMI		DQP		DQT	
		M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H
TP	Min	30,4	42,9	1,5	3,0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Max	82,5	74,3	9,0	9,0	0,163	0,158	0,035	0,038	0,083	0,085	0,070	0,081
	Promedio	60,4	62,4	5,3	6,0	0,028	0,044	0,004	0,006	0,008	0,012	0,010	0,016
	DE	9,4	7,2	1,5	1,4	0,034	0,041	0,006	0,007	0,013	0,016	0,012	0,015
TF	Min	22,9	20,3	0,5	0,5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Max	79,3	84,2	8,0	8,0	0,121	0,108	0,021	0,046	0,100	0,104	0,068	0,071
	Promedio	53,5	50,8	3,4	2,8	0,021	0,015	0,002	0,002	0,014	0,011	0,011	0,008
	DE	9,4	11,4	1,7	1,4	0,026	0,021	0,004	0,005	0,019	0,017	0,013	0,012

Sexo

En la variable sexo de los ejemplares se observó que 268 de los animales faenados fueron hembras y 625 machos, correspondientes al 30% y 70% respectivamente. La proporción de machos/hembras difiere entre ambas poblaciones debido a que, en TP, la caza de hembras no estaba dentro de lo autorizado, siendo accidental la presencia de estas. Al evaluar las densidades de quistes dentro de cada corte y en cada ejemplar, se observa una tendencia de acuerdo con el sexo y el origen, sin embargo, es muy baja. En general, para los ejemplares provenientes de TP, las hembras fueron quienes presentaron un valor promedio de quistes/cm² más alto, a diferencia de TF que fueron los machos (Tabla 2).

En cuanto a la prevalencia, 64% de las hembras resultaron positivas y 70% en el caso de los machos, donde se evidenció que, para la comuna de TP, las hembras presentaron un mayor número de individuos positivos del total de hembras faenadas (92%) en comparación

a los machos (78%), y para TF los machos fueron quienes presentaron un mayor número de animales positivos (62%) en comparación con las hembras (53%) (Tabla 4), diferencia que se suele observar en individuos con bajo peso y edad siendo más evidentes en los ejemplares provenientes de TP. Sin embargo, en el total de animales, tanto en peso como en edad, las diferencias observadas entre ambos sexos fueron bajas.

Tabla 4. Prevalencia de sarcocistosis según sexo y origen.

Sexo	Tp		TF		Total	
	Animales faenados	Animales (+)	Animales faenados	Animales (+)	Animales faenados	Animales (+)
Macho	315	247	310	191	625	438
		78,4%		61,6%		70,1%
Hembra	78	72	190	100	268	172
		92,3%		52,6%		64,2%
Total	393	319	500	291	893	610

Edad

El rango y la proporción de edades varió considerablemente entre una población y otra, observándose un promedio de edad más bajo para TF (3,1+/-1,5) que TP (5,6+/-1,5) (Tabla 3). En el caso de TF, el 51% de los ejemplares cazados tenían entre 2 y 4 años y el 31% menos de 2 años, lo que es importante de destacar ya que animales más jóvenes, menores de 2 años, tienen menor probabilidad de ser positivos al parásito (6% TF y 0% TP, Tabla 5). En el caso de TP, el 53% tenía entre 4 y 6 años y solo un 2% menos de 2 años. Si consideramos los animales positivos, la edad promedio fue de 4 años (+/-1,3) y de 5,9 años (+/-1,4) con una edad mínima de 1 y 3 respectivamente (Tabla 2). En ambos lugares se vio que a medida que aumentaba la edad, el porcentaje de animales positivos aumentaba llegando a ser de aproximadamente un 90% sobre los 4 años y de un 100% en los individuos más viejos de 8 y 9 años (TF y TP respectivamente).

Tabla 5. Prevalencia sarcocistosis según edad y origen.

Edad	TF			TP			Total		
	Animales faenados	Animales (+)		Animales faenados	Animales (+)		Animales faenados	Animales (+)	
		FA	P		FA	P		FA	P
0,5	16	0	0%	-	-	-	16	0	0%
1	71	6	8%	-	-	-	71	6	8%
1,5	-	-	-	4	0	0%	4	0	0%
2	71	4	6%	4	0	0%	75	4	5%
3	161	107	66%	22	12	55%	183	119	65%
3,5	-	-	-	4	0	0%	4	0	0%
4	97	89	92%	67	39	58%	164	128	78%
4,5	-	-	-	1	1	100%	1	1	100%
5	54	54	100%	98	85	87%	152	139	91%
6	8	7	88%	109	99	91%	117	106	91%
6,5	-	-	-	1	1	100%	1	1	100%
7	8	8	100%	48	47	98%	56	55	98%
8	16	16	100%	24	24	100%	40	40	100%
9	-	-	-	11	11	100%	11	11	100%

Peso

Los resultados obtenidos en cuanto al peso siguen una tendencia similar a la edad, lo cual es esperable ya que el peso tiende a correlacionarse positivamente con la edad.

Se observó que TF presentó un peso promedio de animales faenados menor que TP (52+/-10,4 y 61+/-8,3 kg respectivamente, Tabla 3). El peso promedio de los animales positivos fue levemente mayor al total en ambos orígenes (55+/-8,6 y 63+/-7,6 kg, Tabla 2).

Al igual que la edad, existe una tendencia que, a mayores pesos, la probabilidad de que tengan el parásito es más alta, llegando a ser de un 90% para animales entre los 60kg y 80kg y de un 100% para aquellos sobre los 80kg en el caso de TP. Sin embargo, en TF esta tendencia no se observa evidentemente ya que sólo alcanzó un máximo de un 75% de prevalencia entre los 60 y 80kg y para pesos mayores de 80kg la prevalencia fue de un 0% aunque sólo un individuo se encontró en esta condición.

Origen

En TP, el porcentaje de individuos positivos respecto al total fue del 81,1% versus el 58,2% que presentó TF (Tabla 1). Sin embargo, como se mencionó anteriormente para el caso de TF un 31% de los animales cazados eran menores a 2 años, edad en la cual los ejemplares son negativos casi en su totalidad. Esto resalta la importancia de realizar la comparación considerando la edad de forma individual para poder comparar efectivamente entre una población y otra.

Es evidente con estos resultados preliminares que existen algunas diferencias en cuanto al grado de prevalencia entre ambas poblaciones, que se observan tanto en el peso, sexo, edad y densidad de quites (Tabla 2, 3, 4 y 5). Sin embargo, estas diferencias que se observan con estos resultados deben ser verificados por medio de las pruebas estadísticas, resultados expuestos más adelante.

Masas musculares

De acuerdo con lo observado en la Tabla 6, se puede apreciar que la mayoría de los individuos positivos presentó quistes en la zona del cuello, seguido por las paletas y finalmente los músculos intercostales.

Esta tendencia fue dada por los individuos de TF, ya que en TP el número de individuos positivos con quistes en las paletas y músculos intercostales fue el mismo (Tabla 6).

Por otra parte, se aprecia que, para TP, todos los cortes presentaron una prevalencia mayor al 50% llegando incluso a un 78%, sin embargo, en TF, si bien cuello y paletas también presentaron prevalencias mayores al 50%, el máximo que se obtuvo fue un 56% (Tabla 6). Al evaluarlo con respecto al total de animales faenados, sólo los músculos intercostales mantienen una prevalencia menor a un 50%.

Tabla 6. Prevalencia según masa muscular, sexo y origen.

Masa muscular	TP			TF			Total		
	Animales positivos			Animales positivos			Animales positivos		
	H	M	Total	H	M	Total	H	M	Total
Cuello	70	235	305	96	186	282	166	421	587
	90%	75%	78%	51%	60%	56%	62%	67%	66%
Músculos intercostales	52	178	230	48	104	152	100	282	382
	67%	57%	59%	25%	34%	30%	37%	45%	43%
Paletas	47	183	230	91	167	258	138	350	488
	60%	58%	59%	48%	54%	52%	51%	56%	55%

Prevalencia

La prevalencia observada como número de individuos positivos con al menos un quiste en cualquiera de sus cortes estaría fuertemente relacionada con la edad y origen de los animales, siendo esta mayor en individuos de origen TF y en individuos de mayor edad (Tabla 7), relación que se confirmó al correr nuevamente el modelo evaluando sólo estas dos variables (Tabla 8).

En la Figura 1 se puede observar como la probabilidad de que un individuo presente el parásito aumenta a medida que este tiene más edad, especialmente en aquellos con origen en TF.

Por otra parte, también se comprobó que la prevalencia a nivel de corte difiere, y, por lo tanto, el cuello es el corte que tiene mayor probabilidad de ser enquistado en comparación a los músculos intercostales y paletas (Tabla 9, Figura 2).

Tabla 7. Regresión logística de prevalencia v/s edad, sexo, origen y peso.

Desviación de residuos				
Min	1Q	Media	3Q	Max
-3,2375	-3,774	0,2502	0,5588	2,333

Coefficientes:				
	Estimado	E.E	t	p-valor
(Intercepto)	-3,768454	0,678363	-5,555	3.66e ⁻⁰⁸ ***
Origen TP	-1,628249	0,314362	-5,18	2,75e ⁻⁰⁷ ***
Sexo M	-0,188425	0,247773	-0,76	0,447
Edad	1,532592	0,143188	10,703	<2e ⁻¹⁶ ***
Peso	-0,005046	0,014046	-0,359	0,72

Tabla 8. Regresión logística de prevalencia v/s edad y origen.

Desviación de residuos				
Min	1Q	Median	3Q	Max
-3,1506	-0,385	0,250	0,553	2,298

Coeficientes:				
	Estimado	E.E	t	p-valor
(Intercepto)	-40.693	0.3728	-10.915	$<2e^{-16}$ ***
Origen TP	-16.498	0.2936	-5.619	$2.56e^{-08}$ ***
Edad	15.042	0.1220	12.328	$<2e^{-16}$ ***

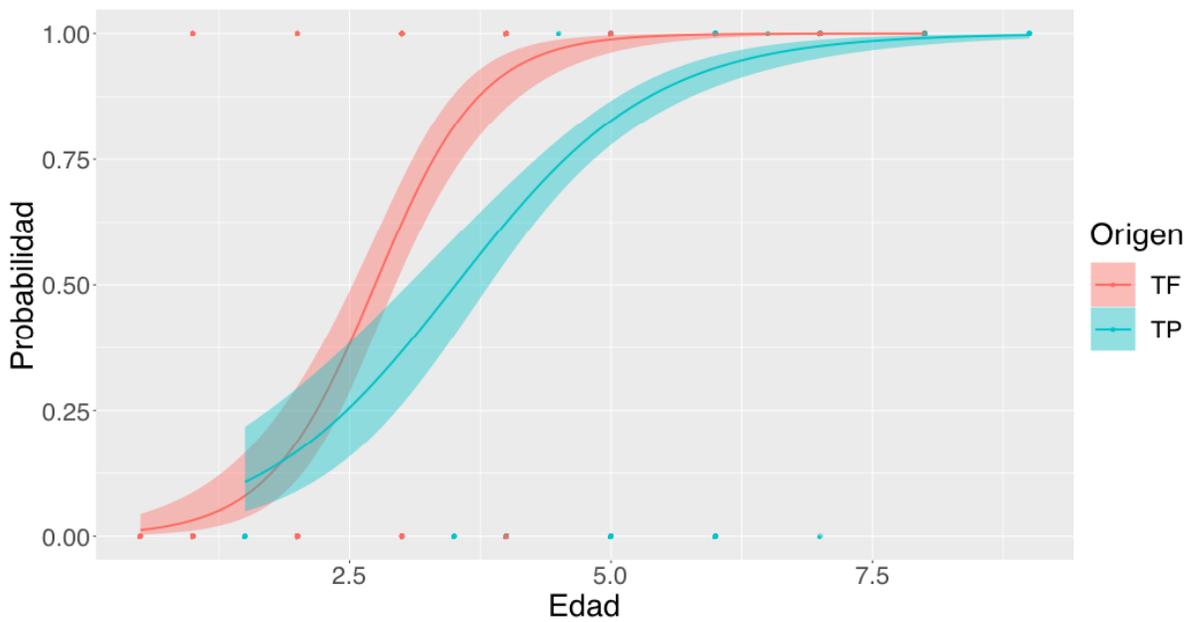


Figura 1. Regresión logística que muestra la probabilidad de que el individuo sea positivo según origen y edad.

Tabla 9. Prevalencia sarcocistosis según masa muscular (ANDEVA).

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Positivo	2679	0,04	0,03	90,00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	23,54	2	11,77	49,13	<0,0001
Corte	23,54	2	11,77	49,13	<0,0001
Error	641,06	2676	0,24		
Total	664,60	2678			

Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,04542

Error: 0,2396 gl: 2676

Corte	Medias	n	E.E	
MI	0,43	893	0,02	A
P	0,55	893	0,02	B
C	0,66	893	0,02	C

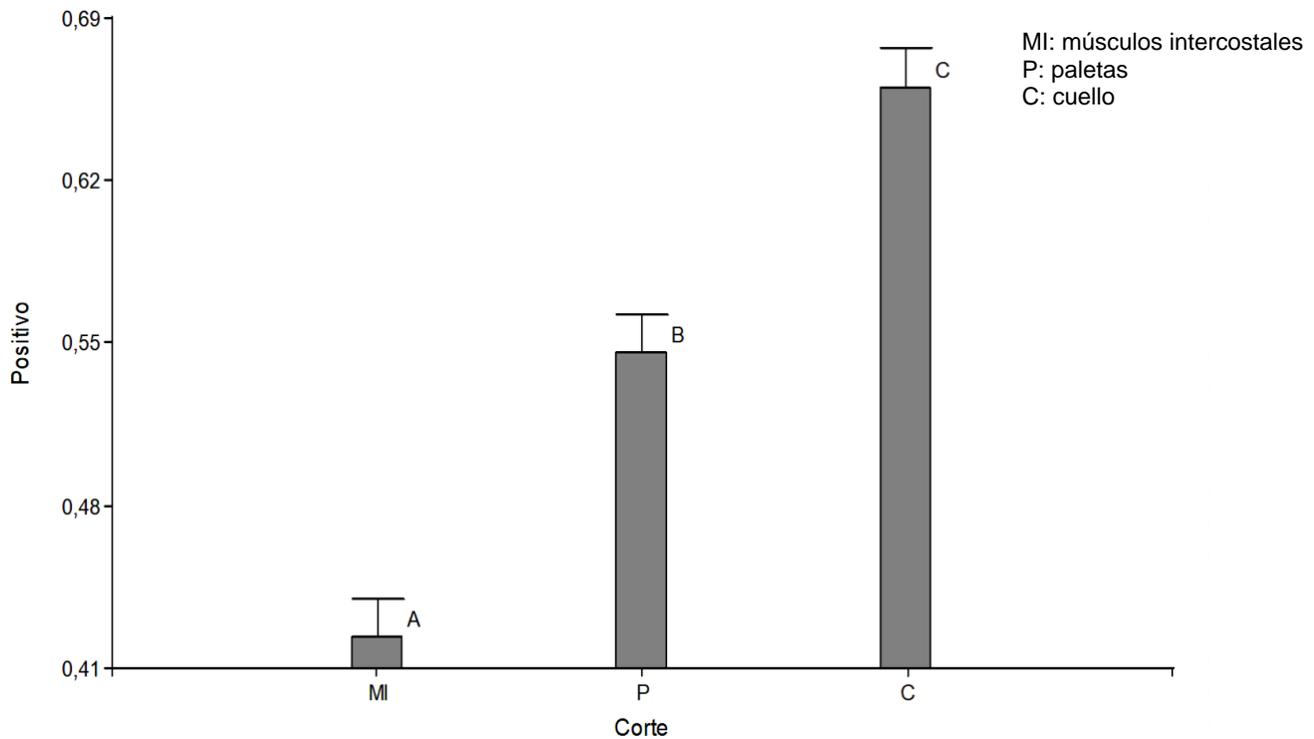


Figura 2. Prevalencia de sarcocistosis según masa muscular (ANDEVA).

Intensidad

De todos los animales positivos a sarcocistosis, la gran mayoría presentó una densidad de quistes total entre 0,001-0,025 quistes/cm² equivalente al 83% y muy pocos sobrepasaron los 0,05 quistes/cm², con un promedio de 0,015 y 0,016 en TP y TF (Tabla 2). La densidad más alta evidenciada fue de 0,081 en TP, sin embargo, en TF hubo más individuos con concentraciones más altas de quistes.

Por medio de una regresión lineal, se evaluó si cada variable explicaba o no el número de quistes por animal, donde se encontró una relación lineal positiva significativa para las variables peso, origen y edad (Tabla 10, Figura 3 y 4). El número de quistes por cm² se mantuvo siempre más alto en los individuos originarios de TF a medida que aumenta la edad (Figura 3), sin embargo, cuando se evaluó la relación en cuanto al peso, se invierte la relación entre ambos orígenes a medida que aumenta el peso, existiendo una mayor densidad en la población de TP en pesos más altos (Figura 4), relación que se puede esperar dado que TP presentó mayor cantidad de individuos con pesos más altos.

Tabla 10. Regresión lineal entre densidad de quistes v/s edad, sexo, peso y origen.

Desviación de residuos				
Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.029267	-0.005733	-0.001317	0.004139	0.054441

Coefficientes:				
	Estimado	E.E	t	p-valor
(Intercepto)	-0.0038485	0.0017481	-2.202	0.028*
Origen TP	-0.0111287	0.0007660	-14.528	<2e ⁻¹⁶ ***
Sexo M	-0.0007108	0.0006807	-1.044	0.297
Edad	0.0062299	0.0002240	27.816	<2e ⁻¹⁶ ***
Peso	-0.0001122	0.0000362	-3.099	0.002 **

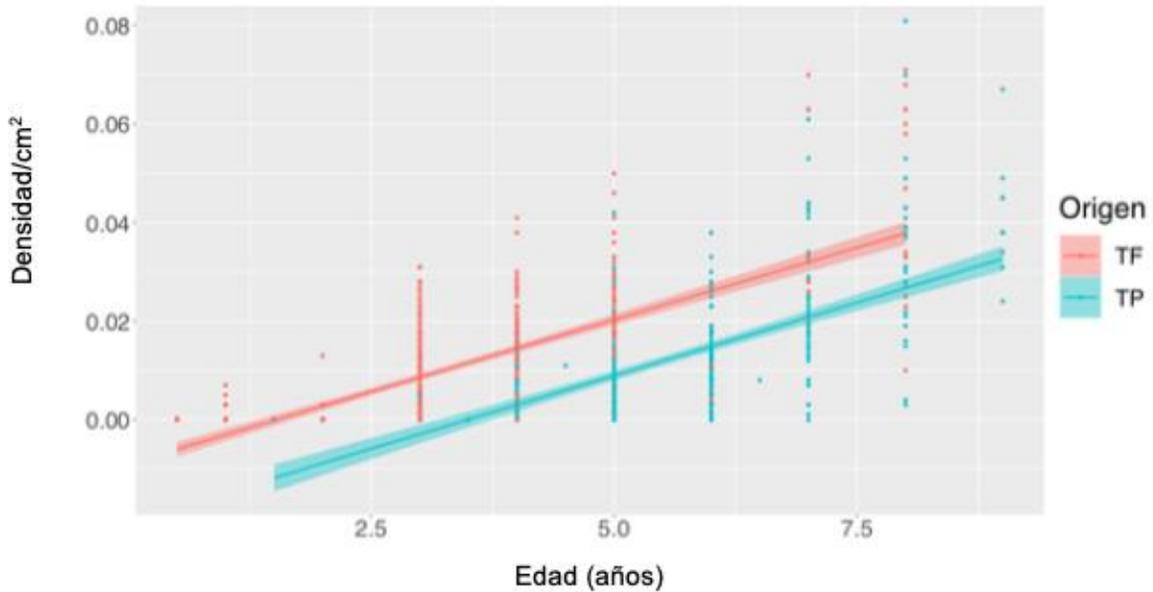


Figura 3. Regresión lineal densidad de quistes por individuo según origen y edad.

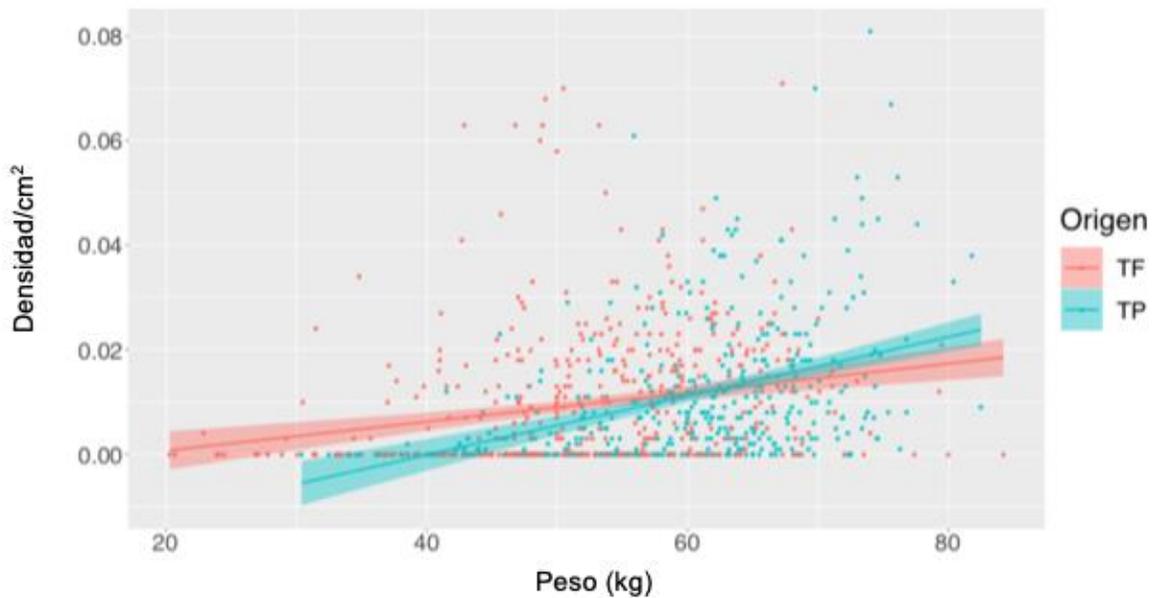


Figura 4. Regresión lineal densidad de quistes por individuo según peso y origen.

En cuanto a la densidad según tipo de masa muscular, al observar los valores mínimos, máximos y promedios se ve una tendencia igual a la de la prevalencia, con mayores densidades para el corte de cuello, seguido de la paleta y por último los músculos intercostales (Tabla 2).

Estas diferencias se confirman con el análisis de varianza que evalúa si efectivamente existen diferencias en la densidad de quistes entre cortes, donde se observa que la masa muscular correspondiente al cuello presenta efectivamente una densidad de quistes mayor a los otros dos cortes, con una media de 0,02 quistes/cm², seguido por las paletas con una media de 0,01 quistes/cm² y finalmente los músculos intercostales con una media aproximada de 0,003 siendo diferencias estadísticamente significativas entre cada corte (Tabla 11, Figura 5).

Tabla 11. Densidad de quistes/cm² según masa muscular (ANDEVA).

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Densidad	2679	0,15	0,15	160,98

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,20	2	0,10	239,41	<0,0001
Corte	0,20	2	0,10	239,41	<0,0001
Error	1,12	2676	4,2 E ⁻⁰⁴		
Total	1,32	2678			

Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,00190

Error: 0,0004 gl: 2676

Corte	Medias	n	E.E	
MI	3,1E ⁻⁰³	893	6,9E ⁻⁰⁴	A
P	0,01	893	6,9E ⁻⁰⁴	B
C	0,02	893	6,9E ⁻⁰⁴	C

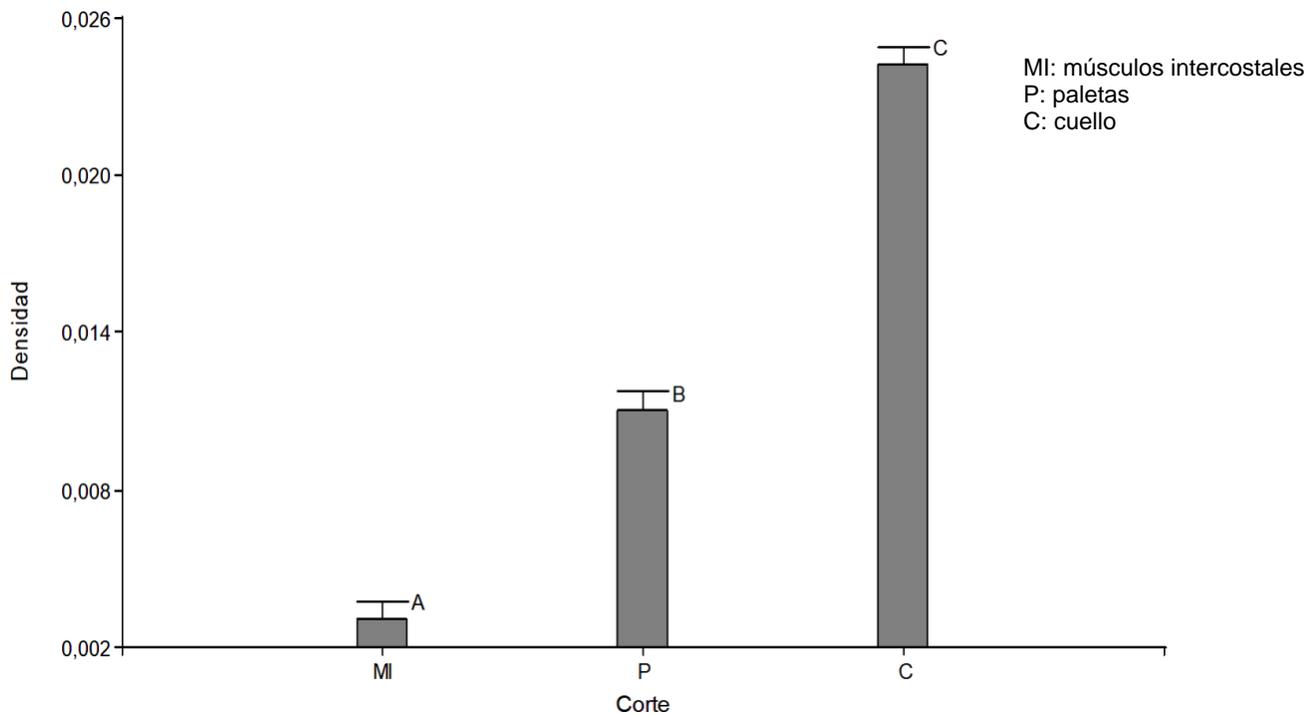


Figura 5. Densidad de quistes/cm² según masa muscular (ANDEVA).

Si bien es cierto, la variable peso está estrechamente relacionada con la edad de los animales, al evaluar la prevalencia del parásito en los individuos, esta no fue significativa, lo que indica que el peso no estaría influyendo en esta variable. Sin embargo, cuando se evaluó con respecto a la intensidad de quistes, esta variable si resultó ser significativa demostrando que estaría influyendo en la presentación de un mayor número de quistes.

Dada esta inconsistencia es que se decidió realizar la misma prueba, pero agrupando la edad en dos categorías: juveniles (incluye chulengos <1 año, juveniles hasta los 2 años y sub-adultos hasta los 3 años) y adultos (> 3 años).

Esta clasificación permite evaluar de mejor manera la relación entre peso, edad, prevalencia e intensidad ya que se aprecia que en individuos más jóvenes la presencia y número de quistes es menor, lo que es esperable dado que tienen menos tiempo de exposición.

Esta nueva prueba demostró que el peso si estaría explicando tanto la prevalencia como la intensidad de presentación del parásito, manteniéndose la relación de mayor probabilidad de contener el quiste en individuos adultos de TF (Tabla 12 y 13). Sin embargo, en cuanto a la prevalencia según el peso, se observa la misma tendencia de la densidad con el peso, invirtiéndose la relación entre ambos orígenes a medida que aumenta el peso, existiendo una mayor densidad en la población de TP en pesos más altos (Figura 6 y 7).

Tabla 12. Regresión logística de prevalencia v/s categoría edad, sexo, origen y peso.

Desviación de residuos				
Min	1Q	Media	3Q	Max
-2.5839	-0.7658	0.4215	0.5610	2.1208

Coefficientes:				
	Estimado	E.E	t	Pr(> t) p-valor
(Intercepto)	-0,604964	0,580733	-1,042	0,29782
Origen TP	-0,845242	0,264400	-3,197	0,00144 ***
Sexo M	-0,286243	0,193310	-1,481	0,13903
Categoría Juvenil	-2,643257	0,254470	-10,387	<2e ⁻¹⁶ ***
Peso	0,058240	0,009526	6,114	1,45e ⁻⁰⁹ ***

Tabla 13. Regresión lineal entre densidad de quistes v/s categoría edad, sexo, peso y origen.

Desviación de residuos				
Min	1Q	Media	3Q	Max
-0.021876	-0.006632	-0.002448	0.004179	0.064551

Coefficientes:				
	Estimado	E.E	t	Pr(> t) p-valor
(Intercepto)	8,343e ⁻⁰³	2,563e ⁻⁰³	3,255	0,00118**
Origen TP	-7,143e ⁻⁰³	9,492e ⁻⁰⁴	-7,525	1,29e ⁻¹³ ***
Sexo M	-1,310e ⁻⁰³	8,495e ⁻⁰⁴	-1.542	0,12336
Categoría Juvenil	-1,355e ⁻⁰²	1,006e ⁻⁰³	-13,473	<2e ⁻¹⁶ ***
Peso	2,038e ⁻⁰⁴	4,137e ⁻⁰⁵	4,927	9,98e ⁻⁰⁷ ***

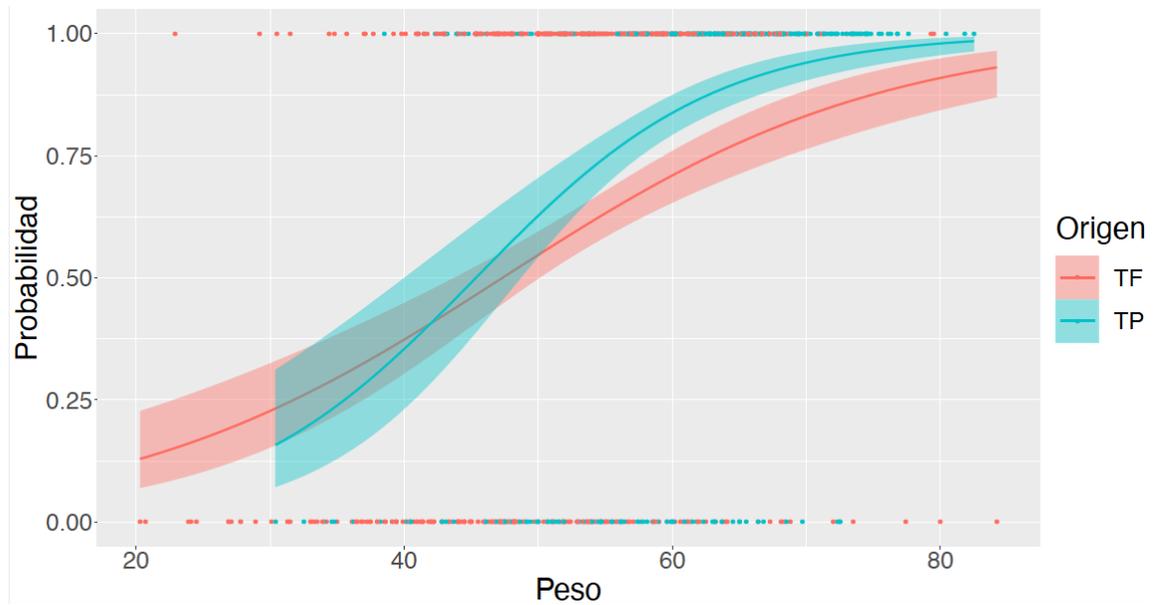


Figura 6. Regresión logística que muestra la probabilidad de que el individuo sea positivo según origen y peso, considerando la edad como categoría juveniles y adultos.

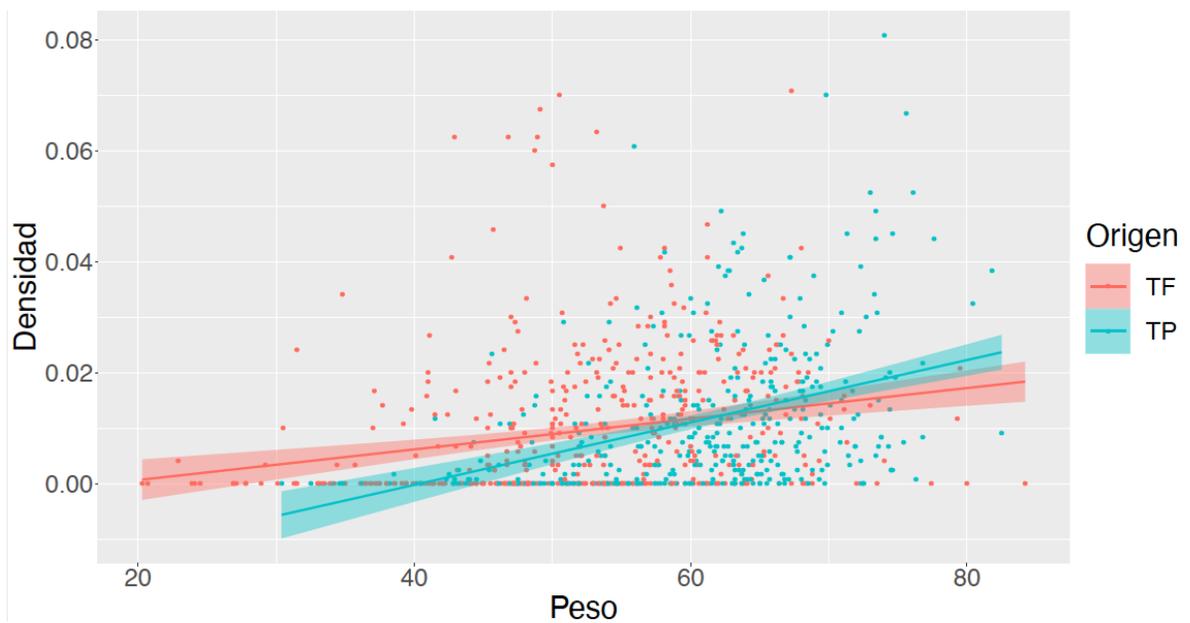


Figura 7. Regresión lineal densidad de quistes por individuo según peso y origen, considerando la edad como categoría juveniles y adultos.

DISCUSIÓN

Las poblaciones de guanaco en la región de Magallanes han sido manejadas a través de la utilización sustentable de la especie por medio de la autorización de cuotas anuales de caza desde el año 2004 en Tierra del Fuego y 2016 para Torres del Payne.

Este método de manejo sustentable ha permitido mantener las poblaciones de dicha especie en un tamaño que posibilita la conservación y crecimiento razonable de las poblaciones, además de un balance en la utilización de recursos naturales en conjunto con la ganadería, principalmente ovina. Esto ha logrado aminorar los conflictos generados por los ganaderos de la zona hacia la especie en cuestión, lo que conlleva una disminución de la caza ilegal de la especie, una mayor atención hacia ésta dado que representa un ingreso adicional para quienes realizan la cosecha y finalmente un avance en lograr una armonía entre conservación y producción.

En relación a la carga parasitaria de *S. aucheniae* en las canales es importante destacar que a pesar de que existe un porcentaje mayor de individuos positivos en los animales muestreados de la comuna Torres del Payne, el análisis de los datos señala que en la Isla Tierra del Fuego es donde se encuentra una mayor probabilidad de presencia del parásito junto con una mayor carga de infestación. Esta mayor probabilidad de presentar el parásito junto con una mayor densidad estaría explicada por el peso, edad y origen de los individuos. Con respecto al peso es necesario recalcar que su significancia sólo se observó cuando la variable edad fue agrupada en las categorías juveniles y adultos, clasificación que permite evidenciar de manera más concreta las diferencias que existen entre los individuos de cada categoría ya que sin estos grupos, estas diferencias son más sutiles y difíciles de observar.

Con respecto a las diferencias dadas según el origen, es posible que la prevalencia y densidades mayores en la isla de Tierra del Fuego puedan ser explicadas por un lado por la ausencia de depredadores grandes como el puma quien podría estar cumpliendo el papel de regulador de la diseminación del parásito. Sin embargo, dado los antecedentes de que el puma se ha descrito también como portador de ooquistes y quistes de otras especies de *Sarcocystis*, es que también se hace necesario analizar la posibilidad de que este pueda ser o no un diseminador de *S. aucheniae*.

Por otra parte, la introducción del zorro chilla en la isla también representa un factor que puede estar generando un aumento en la prevalencia y dispersión del parásito, ya que tal como se mencionó anteriormente este es un diseminador activo del parásito. Esta especie

ha generado graves problemas en la isla, por lo que este estudio da una señal de lo importante que resulta controlar y manejar esta población declarada como perjudicial para esta zona en particular, ya que si no se controla y elimina de la isla puede significar en mayores pérdidas económicas para los ganaderos que deseen comercializar la carne de guanaco.

Muy relacionado con lo anterior, es el tema del control de especies dañinas como lo son los perros asilvestrados además de la tenencia responsable de los perros de compañía. Esto debe ir de la mano con la educación de las familias y ganaderos que viven de este sistema productivo, ya que, si no se realiza una mayor atención en esta área, los mismos perros con dueños mantendrán también estas altas prevalencias y densidades del parásito en las poblaciones.

CONCLUSIONES

- La probabilidad de presentar macroquistes de sarcocistosis está relacionada con la edad, el origen del animal y el peso cuando la edad es considerada como categoría juveniles y adultos. Esta probabilidad es mayor en la población de Tierra del Fuego y aumenta a medida que los individuos tienen más edad.
- El número de quistes por animal está relacionado con la edad, peso y origen siendo mayor en individuos de más edad de Tierra del Fuego. En cuanto al peso se observó una relación lineal positiva en ambas poblaciones.
- La prevalencia y carga parasitaria fueron significativamente diferentes según el grupo de masa muscular, siendo mayor en el cuello, seguido por las paletas y por último los músculos intercostales.

ANEXOS

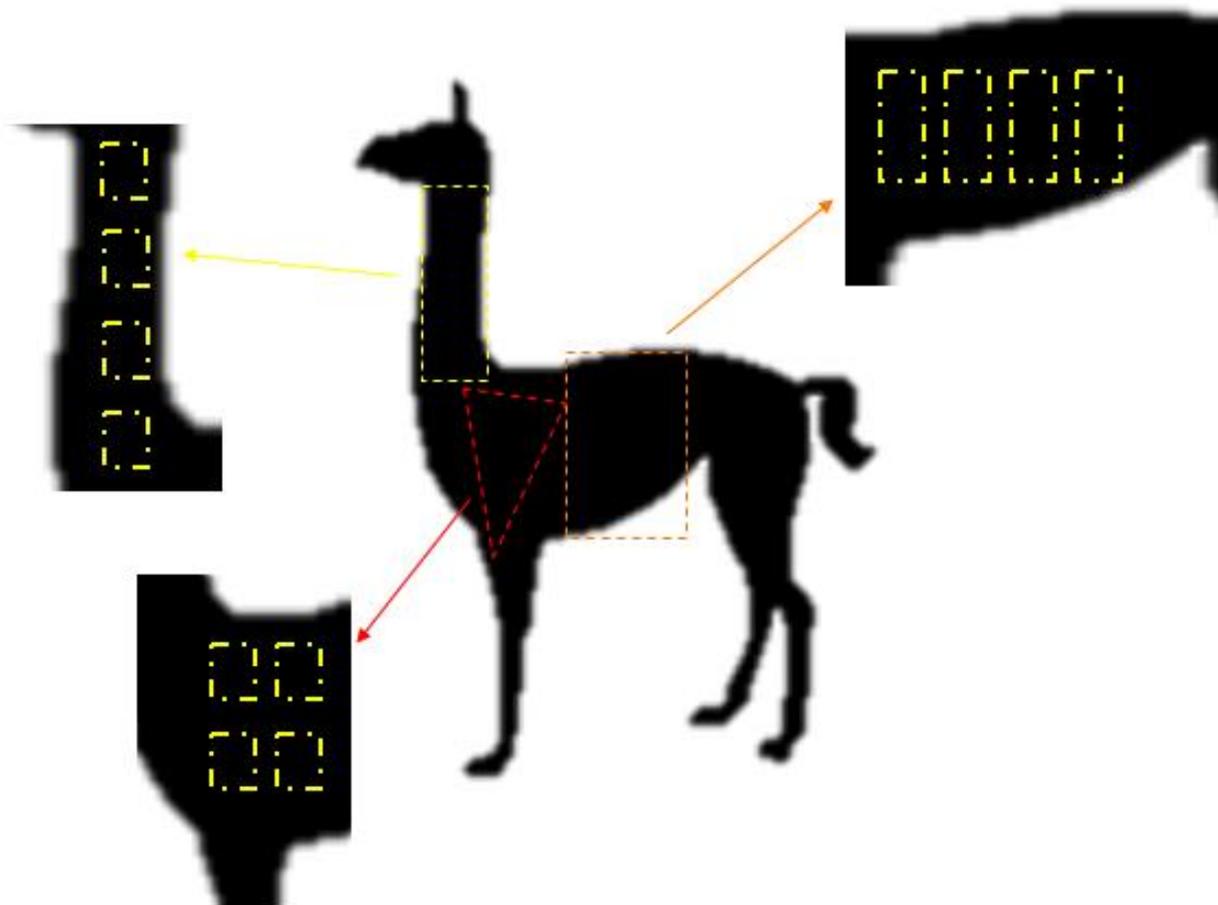


Figura A 1. Áreas de muestreo según masa muscular. **Fuente:** elaboración propia.



Figura A 2. Determinación de la edad en terreno. **Fuente:** elaboración propia.



Figura A 3. Quistes macroscópicos de *S. aucheniae*. **Fuente:** elaboración propia.

BIBLIOGRAFÍA

ARAVENA, P; SKEWES, O. 2011. Imágenes de cronología dental de Guanaco. Atlas no publicado. Universidad de Concepción, Chile. 24p.

BELDOMENICO, P; UHART, M; BONO, M; MARULL, C; BALDI, R; PERALTA, J. 2003. Internal parasites of free-ranging guanacos from Patagonia. *Vet. Parasitol.* 118: 71-77.

BONACIC, C. 1991. Características biológicas y productivas de los camélidos sudamericanos. *Av. Cienc. Vet.* 6(2): 87-101

CÁCERES, V. 2000. Estudio preliminar del parasitismo gastrointestinal en guanacos (*Lama guanicoe*) de la zona centro sur de Isla Tierra del Fuego, XII Región de Chile. Memoria Título Médico Veterinaria. Chillán, Chile. Universidad de Concepción, Fac. Med. Vet. 44p.

CASTILLO, C. 2005. Estudio taxonómico de ooquistes de protozoos en zorro gris (*Pseudalopex griseus*), en la XII Región de Magallanes. Memoria Título Médico Veterinario. Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile, Fac. Cs. Veterinarias. 40p.

CÉSPEDES, C. 2004. Saneamiento y detoxificación de la carne de alpaca con Sarcocistosis mediante tratamientos físicos y químicos (marinado y salazón) de uso doméstico. Tesis para optar al título profesional de Médico Veterinario. Lima, Perú. U. Nacional Mayor de San Marcos, Fac. Medicina Veterinaria. 75p.

CHILE. MINISTERIO DE AGRICULTURA. 1998. Decreto Supremo N° 05 Reglamento de la ley de caza.

CHILE. MINISTERIO DE AGRICULTURA. 2015. Decreto Supremo N° 65 Reglamento de la ley de caza.

CHILE. MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. 2011. Decreto Supremo N° 33 Reglamento para la clasificación de especies silvestres según estado de conservación

CODDOU, A. 2004. Estudio histopatológico de *Sarcocystis sp.* en músculos de guanacos (*Lama guanicoe*) de Magallanes y de Coyhaique. Memoria Título Médico Veterinario. Chillán, Chile. U. Concepción, Facultad Medicina Veterinaria. 33p.

CUNAZZA, C. 1978. Enfermedades y parásitos del guanaco (apéndice 1) en Raedeke K. 1978. El guanaco de Magallanes, Chile: su distribución y biología. CONAF. Dpto. de Conservación del Medio Ambiente. Publicación técnica N°4. Santiago, Chile.

CUNAZZA, C. 1981. Extracción experimental de 100 guanacos en el sector de Cameron, Tierra del Fuego. In: Venegas, C y Cunazza, C (Eds). Actas de la IV Convención Internacional sobre Camélidos Sudamericanos, 22 – 27 de Septiembre, 1981, Universidad de Magallanes. Punta Arenas, Chile.

CUNAZZA, C. 1991. El Guanaco, una especie de la fauna silvestre con futuro. CONAF, Gerencia Técnica. Boletín técnico N° 47. 37p. Santiago, Chile.

DECKER, L. 2015. Sarcocystiosis en camélidos sudamericanos domésticos: una propuesta para su prevención. Tesis Doctoral. Buenos Aires, Argentina. Universidad Nacional de la Plata. Facultad de Ciencias Veterinarias. 32p.

DECKER, C; SCHNITTGER, L; FLORIN-CHRISTENSEN, M. 2018. Sarcocystis. In: Florin-Christensen M.; Schnittger L. (Eds). Parasitic Protozoa of Farm Animals and Pets. Springer, Cham pp. 103-124.

DONOSO, R. 2002. Sarcocystosis: Estudio histopatológico en intestino delgado de zorro gris (*Pseudalopex griseus*) de Tierra del Fuego, Chile. Memoria Título Médico Veterinaria. Chillán, Chile. U. de Concepción, Fac. Med. Vet. 50p.

DUBEY, J.P.; R. FAYER. 1983. Sarcocystosis. Br. Vet. J. 139(5): 371-377.

DUSZYNSKI, D; KVIČEROVÁ, J; SCOTT, R. 2018. Sarcocystidae: Sarcocystinae in the Carnivora. In: The Biology and Identification of the Coccidia (Apicomplexa) of Carnivores of the World. Academic Press. San Diego, United States. pp. 229-330.

GONZÁLEZ, F, RUBILAR, L; SKEWES, O; HEISINGER, A. 2000. Guanaco y sus posibles productos comerciales. pp 165-172. In: González, B; Bas, F; Tala, C y Iriarte, A. (Eds). Manejo Sustentable de la Vicuña y el Guanaco, 2000. Santiago: SAG, PUC, FIA. 209–221.

GORMAN, T. 1984. Nuevos conceptos sobre sarcosporidiosis animal. Monograf. Med. Vet. 6(1): 5-23.

GORMAN, T.; ALCAINO, H.; MUFIOZ, H.; CUNAZZA, C. 1984. *Sarcocystis* sp. in guanaco (*Lama guanicoe*) and effect of temperature on its viability. Vet. Parasitol., 15: 95-101.

GRIMBERG, M. 2010. Plan Nacional de Conservación del Guanaco (*Lama guanicoe*) en Chile 2010-2015, Macrozona Norte y Centro. Chile: CONAF.

JIMÉNEZ, R. 2016. Informe de Caza y Faena de Guanacos por parte de la empresa Swanhouse S.A. Servicio Agrícola y Ganadero. Tierra del Fuego, Chile. 27p.

LEGUÍA, G. 1991. Enfermedades parasitarias. pp 325-362. (citado por Coddou, A. 2004. Estudio histopatológico de *Sarcocystis* sp. en músculos de guanacos (*Lama guanicoe*) de Magallanes y de Coyhaique. Memoria Título Médico Veterinario. Chillán, Chile. U. Concepción, Facultad Medicina Veterinaria. 33p.

MELHORN, H. 2013. Sarcocistosis. In: Apt, W (Ed). Parasitología humana. Mc. Graw.-Hill Interamericana Editores. México.

MORAGA, C; FUNES, M; PIZARRO, C; BRICEÑO, C; NOVARO, A. 2015. Effects of livestock on guanaco *Lama guanicoe* density, movements and habitat selection in a forest–grassland mosaic in Tierra del Fuego, Chile. Oryx, 49(1): 30-41.

MORÉ, G.; REGENSBURGER, C.; GOS, M.; PARDINI, L.; VERMA, S.; CTIBOR, J.; SERRANO, M.; DUBEY, J.; VETURINI, M. 2016. *Sarcocystis masoni*, n. sp. (Apicomplexa: Sarcocystidae), and redescription of *Sarcocystis aucheniae* from llama (*Lama glama*), guanaco (*Lama guanicoe*) and alpaca (*Vicugna pacos*). Parasitology, 143(5), 617-626.

RAEDEKE, J. K. 1979. Population dynamics and socioecology of the guanaco (*Lama guanicoe*) of Magallanes, Chile. A Dissertation Doctor of Philosophy. University of Washington. U.S.A.

RSTUDIO TEAM. 2016. RStudio: Integrated Development for R. RStudio, Inc., Boston, MA URL <<http://www.rstudio.com/>>.

SAG. 2012. Planilla Registro de Patologías Silvestres a la inspección Médico Veterinaria de guanacos faenados en Planta Comercial Mac Lean, Puerto Natales. Información no publicada.

SAG. 2013. Planilla Registro de Patologías Silvestres a la inspección Médico Veterinaria de guanacos faenados en Planta Comercial Mac Lean, Puerto Natales. Información no publicada.

SAG. 2014. Planilla Registro de Patologías Silvestres a la inspección Médico Veterinaria de guanacos faenados en Planta Comercial Mac Lean, Puerto Natales. Información no publicada.

SAG. 2015. Planilla Registro de Patologías Silvestres a la inspección Médico Veterinaria de guanacos faenados en Planta Comercial Mac Lean, Puerto Natales. Información no publicada.

SAG. 2016. Planilla Registro de Patologías Silvestres a la inspección Médico Veterinaria de guanacos faenados en Planta Comercial Mac Lean, Puerto Natales. Información no publicada.

SARNO, R; JENNINGS, D; FRANKLIN, W. 2015. Estimating effective population size of guanacos in Patagonia: an integrative approach for wildlife conservation. *Conserv Genet* 16:1167.

SOTO, N. 2010. Distribución y abundancia de la población de guanacos (*Lama guanicoe*, Müller 1776) en el área agropecuaria de Tierra del Fuego (Chile) y su relación de carga animal con la ganadería ovina. Tesis DEA. Punta Arenas, Chile. UNIA-U de Córdoba (Esp). 144p.

SOTO, N; MOLINA, R. 2017. Evaluación del manejo de la población de guanacos en el área agropecuaria de Magallanes. Informe Técnico Servicio Agrícola y Ganadero. Punta Arenas, Chile. 45p.

SOTO, N; MOLINA, R. 2018. Evaluación del manejo de la población de guanacos en el área agropecuaria de Magallanes. Informe Técnico Servicio Agrícola y Ganadero. Punta Arenas, Chile. 15p.

SOTO, N; SKEWES, O; GONZALEZ, B. 2018. Conservación y manejo del guanaco en Magallanes, Chile: desde la recuperación poblacional a la revalorización mediante cosecha. *GECS News*, 7:35-47

SKEWES, O; GONZÁLEZ, F; OVALLE, C; MALDONADO, M; RUBILAR, L; QUEZADA, M; JIMÉNEZ, A; RODRÍGUEZ, R; BRIONES, M. 1999. Proyecto manejo productivo y sustentable del guanaco en Isla Tierra del Fuego. Informe final (etapas I y II). Capítulos 3 y 5. Universidad de Concepción/Servicio de Gobierno Regional XII Región, Magallanes Antártica Chilena, Chile.

TAFRA, E. 2015. Informe final caza de guanacos temporada 2015, Swanhouse S.A. Tierra del Fuego, Chile. 25p.

VALDEBENITO, L. 2008. Estudio de prevalencia de hidatidosis en guanacos (*Lama guanicoe*) de Tierra del Fuego, Chile. Tesis Ingeniero de Ejecución Agropecuario. Punta Arenas, Chile. Universidad de Magallanes, Facultad de Ciencias. 65p.