



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS VETERINARIAS



**“PESQUISA DE LA FAUNA PARASITARIA GASTROINTESTINAL
EN EL PINGÜINO ADELIA (*Pygoscelis adeliae*) DE UNA ZONA
ANTÁRTICA ESPECIALMENTE PROTEGIDA (ZAEP N° 150)”**

EDUARDO RAFFO CARVAJAL

Memoria para optar al Título
Profesional de Médico Veterinario
Departamento de Medicina
Preventiva Animal

PROFESOR GUÍA: FERNANDO FREDES MARTINEZ.

Financiamiento: FIV 2005 (121002019102079)

SANTIAGO, CHILE

2006

Í N D I C E

SUMMARY	2
RESUMEN.....	3
INTRODUCCIÓN.....	4
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	7
GENERALIDADES Y ESPECIES DE PINGÜINOS:	7
PATOLOGÍAS REPORTADAS EN PINGÜINOS:	14
<i>Enfermedades Virales</i>	<i>14</i>
<i>Enfermedades Fúngicas</i>	<i>15</i>
<i>Enfermedades Bacterianas</i>	<i>15</i>
<i>Enfermedades Parasitarias</i>	<i>16</i>
OBJETIVOS.....	21
MATERIALES Y MÉTODOS.....	22
OBTENCIÓN DE MUESTRAS:	22
ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS.....	23
<i>Muestras de Heces</i>	<i>23</i>
<i>Análisis de los órganos recolectados</i>	<i>25</i>
RESULTADOS.....	27
1. HECES:	27
2. ÓRGANOS DIGESTIVOS:	39
DISCUSIÓN	42
CONCLUSIONES	54
BIBLIOGRAFÍA.....	55
ANEXO 1 FOTOGRAFÍAS:.....	61
ANEXO 2.....	65

S U M M A R Y

In order to determine the parasitic fauna of the Adelie penguin (*Pygoscelis adeliae*) from a specially protected zone from Antarctica, 167 fecal samples and 3 complete digestive tracts obtained from these penguins were analyzed using different parasitological methodologies.

The fecal samples were analyzed using flotation, sedimentation, direct observation and Ziehl Neelsen methodologies. The most remarkable results obtained were: the determination of the presence of *Cryptosporidium* spp. oocysts (which is the first report of this parasite in the continent), the determination of the presence of *Tetrabothrius* spp. eggs, and the observation of Sporozoa oocysts and Nematoda eggs both of undetermined species.

In the digestive tract analysis the most remarkable results obtained were the obtainment of a large number of nematodes identified as *Streptocara* spp. in different evolutionary stages, and the recovery of a whole 81 cm. *Tetrabothrius* spp. specimen (with the exception of the scolex).

R E S U M E N

El identificar eventuales agentes patógenos que podrían afectar a animales silvestres, a futuro podría ser una herramienta útil para preservar el patrimonio natural. En base a esto se analizaron 167 muestras de heces y 3 órganos digestivos completos provenientes de ejemplares de pingüino Adelia (*Pygoscelis adeliae*), provenientes de una zona Antártica especialmente protegida (ZAEP N°150).

Para el análisis de las heces (112 de polluelos y 55 de adultos) se utilizaron 4 metodologías parasitológicas -Flotación, Sedimentación, Observación Directa y Tinción de Ziehl Neelsen-, donde se obtuvieron diversos resultados, siendo los más relevantes: la obtención de ooquistes de *Cryptosporidium* spp. mediante la técnica de Ziehl Neelsen (lo que corresponde a una primera descripción en el continente Antártico), la obtención de huevos de *Tetrabothrius* spp. mediante las técnicas de sedimentación y flotación, y la obtención de ooquistes de Coccidias y huevos de Nematodos -ambos por la técnica de flotación- sin ser posible la determinación de la especie en ninguno de los dos casos.

De los tres aparatos digestivos analizados, los resultados más interesantes de mencionar son: la obtención de un ejemplar de *Tetrabothrius* spp. completo (excepto por el escolex) de 81 cm. de largo y la obtención de una gran cantidad de ejemplares de nematodos identificados como *Streptocara* spp. recuperados de los 3 estómagos analizados.

I N T R O D U C C I Ó N

Dentro de las Ciencias Veterinarias, el estudio de los animales silvestres se ha expandido en los últimos años debido a que los animales que antes eran poco conocidos o de poco interés se han vuelto muy populares, principalmente producto de la mayor información con la que cuenta la población, gracias a programas de televisión, revistas etc. Asimismo, se está ejerciendo más presión sobre la protección de la fauna, por lo que en la mayoría de los países, la vida silvestre ahora es considerada un recurso de gran valor social e incluso económico (si se considera el turismo), lo que permite proteger a la fauna.

Sin lugar a dudas la protección y conservación de la fauna nativa de un país no depende solamente de resguardar zonas naturales protegidas, sino que también se debe vigilar y estudiar las enfermedades que puedan afectarlos, para así permitir un resguardo más global y completo de ellos, sobre todo en el caso de la aparición de un brote repentino de alguna patología conocida en ellos, o la aparición de enfermedades nuevas e introducidas las que pueden tener un efecto devastador en los animales que no han sido expuestos previamente a ellas.

Para poder determinar si un agente patógeno es nuevo en una población animal se deben tener registros, lo que hace muy importante el estudio de los animales en sus poblaciones naturales, conociendo los agentes parasitarios, fúngicos, bacterianos y virales que los afectan normalmente. De esta forma se marca una línea base de los patógenos

presentes naturalmente en los animales, ya que mediante un monitoreo constante de estos se puede evitar la introducción de patógenos exóticos, lo que a futuro podría ser una herramienta útil para preservar el patrimonio natural.

Los pingüinos a diferencia de otras aves están extraordinariamente adaptados para la vida acuática y submarina, llegando incluso a perder su habilidad para volar. Esta característica los hace muy apreciados en colecciones zoológicas y parques acuáticos debido a que atraen mucho al público visitante que los reconoce fácilmente por sobre otras aves, debido principalmente a la difusión que se hace de estos animales. Lo anterior tiene por consecuencia un alto requerimiento de estas aves en zoológicos de todo el mundo, lo que genera graves problemas de manejo debido a la dificultad propia de mantener un animal de características tan especiales en cautiverio. Incluso se puede llegar a tener una alta tasa de mortalidad de éstos. Por otro lado el interés del público por estas especies es tal, que son capaces de pagar miles de dólares para visitar colonias de pingüinos principalmente en islas sub-antárticas, lo que puede significar un alto riesgo de perturbación de colonias reproductivas, introducción de especies patógenas, etc. Este interés, a pesar de ser bien intencionado puede llevar a nuestras poblaciones actuales a niveles de riesgo en el futuro (Woehler *et al.*, 1994).

Los pingüinos han sido muy estudiados, sobre todo en el territorio Antártico, pero estos estudios se han referido principalmente a su comportamiento, reproducción, estructura social, etc., (Peterson, 1978; Woehler, 1993) mientras que los estudios de los patógenos que los afectan se pueden considerar como escasos y relativamente antiguos, si

bien muchos investigadores han evocado sus esfuerzos a estudiar esta temática, los reportes más antiguos se basan en animales en cautiverio mientras que los que se han llevado a cabo en terreno tienden a ser de menor data (Clarke y Kerry, 1993).

En particular, acerca de la fauna parasitaria en pingüinos de la zona antártica, actualmente existe muy poca información (Clarke y Kerry, 1993) y ésta generalmente se basa en animales que se encuentran en cautiverio, lo que hace que estos resultados no puedan ser extrapolables al ambiente natural.

Considerando todo lo anterior, la presente propuesta pretendió estudiar la fauna parasitaria gastrointestinal del pingüino Adelia (*P. adeliae*) de Isla Ardley (62°13' S, 58°54' W), península Fildes, isla Rey Jorge, archipiélago Shetland del Sur, territorio Antártico, zona Antártica especialmente protegida (ZAEP N°150).

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Generalidades y Especies de Pingüinos:

Los pingüinos probablemente se originaron en el centro de la masa de tierra llamada Gondwana, cuando América del Sur, África y Antártica estaban iniciando su separación hace aproximadamente 47 millones de años. A medida que los continentes se separaban, el hueco fue llenado por lo que actualmente es un océano. Una de estas masas terrestres a la deriva fue atrapada en el polo por la rotación del planeta, se cubrió de hielo y es lo que ahora se conoce como Antártica, la que hoy en día se encuentra poblada en todo su perímetro (incluyendo islas subantárticas) por pingüinos (Kooyman, 2001).

Estas son aves pelágicas y se encuentran excelentemente adaptadas para la vida acuática y submarina (Peterson, 1978); sus alas están adaptadas para nadar y su plumaje forma una efectiva capa de aislamiento contra las heladas aguas antárticas (Fowler, 1978). Habitan en forma natural y exclusiva en ambientes pertenecientes al hemisferio sur.

Los pingüinos se consideran como aves tan disímiles a otras, que algunos autores los incluyen en un superorden propio denominado Impennes (a diferencia del resto de las aves que pertenecen al superorden Neognatas). Otros investigadores han argumentado que sus antepasados nunca pudieron volar por lo que forman una rama separada de descendientes de los reptiles (Peterson, 1978). De todas formas se cuenta con registros fósiles de al menos otras 32 especies de pingüinos ya extintas (Kooyman, 2001).

En la clasificación taxonómica actual, los pingüinos pertenecen a los Spheniscidos, única familia del orden Sphenisciformes que agrupa a 18 especies y 6 géneros (Cuadro 1) distribuidos en las islas y costas continentales al sur de África, Australia, Nueva Zelanda, en la Patagonia, en la región de Magallanes y a lo largo de la costa de Chile, Argentina y Perú (Stonehouse, 1975).

En Chile este grupo de aves se encuentra representado por 11 de las 18 especies conocidas, agrupados en 5 de los 6 géneros existentes, siendo el único género no presente en Chile el *Megadiptes* (Cuadro 1). Esta gran variedad de pingüinos se distribuye en las costas tanto en territorio continental (incluyendo territorio Antártico) como insular (incluyendo islas subantárticas). Sin lugar a dudas, la mayor variedad de especies dentro del territorio chileno se encuentra tanto en el territorio Antártico continental e insular Antártico y subAntártico incluyendo la zona Magallánica los que en conjunto forman un complejo de ecosistemas que alberga a 8 de los 11 pingüinos descritos en el país. Por otro lado las 3 especies no representadas en esta zona incluyen al Pingüino de Humboldt, que se encuentra a lo largo de las costas de Chile por donde corre la corriente de la que recibe su nombre; el Pingüino Azul que ha sido encontrado en raras ocasiones; y el Pingüino de Galápagos que se ha registrado solamente en la isla de Cachagua.

Cuadro 1: Especies de Pingüinos conocidas clasificadas por Genero, Especie y Nombre Común:

Familia	Género	Especie	Nombre Común	
Sphenicidae	<i>Aptenodytes</i>	<i>patagonicus</i>	Pingüino Rey*	
		<i>forsteri</i>	Pingüino Emperador*	
	<i>Eudyptes</i>	<i>chrysocome</i>	Pingüino de Penacho Amarillo*	
		<i>chrysolophus</i>	Pingüino Macaroni*	
		<i>sclateri</i>	Erect-crested Penguin	
		<i>pachyrhynchus</i>	Fiordland Penguin	
		<i>robustus</i>	Snares Penguin	
		<i>schlegeli</i>	Pingüino Real	
		<i>Eudyptula</i>	<i>Minor</i>	Pingüino Azul*
	<i>albosignata</i>		Pingüino Azul Enano**	
	<i>Megadyptes</i>	<i>antipodes</i>	Pingüino de Ojos Amarillos	
	<i>Spheniscus</i>	<i>humboldti</i>	Pingüino de Humboldt*	
		<i>magellanicus</i>	Pingüino de Magallanes*	
		<i>mendiculus</i>	Pingüino de Galápagos*,***	
		<i>demersus</i>	Pingüino Africano	
	<i>Pygoscelis</i>	<i>Papua</i>	Pingüino Papua*	
		<i>adeliae</i>	Pingüino Adelia*	
		<i>antartica</i>	Pingüino de Barbijo*	
	*Pingüinos que se encuentran en territorio Chileno			
	**Especie que se encuentra en discusión			
*** Registros de su presencia en la isla de Cachagua				

Todos los pingüinos viven en dos hábitats muy diferentes -el hábitat de alimentación, que es el mar y el de su reproducción que corresponde a la tierra-, y las diferencias entre ambos son muy importantes y las adaptaciones que posee para uno puede significar limitaciones en el otro (Fowler y Cubas, 2001). Gran parte de su vida la realizan en el mar, retornando a tierra durante el periodo reproductivo, donde se agrupan en grandes colonias, generalmente cercanos a la línea costera, siendo raro que se internen más allá de un kilómetro. Los nidos de los pingüinos varían según la especie y el lugar en el que se encuentren, siendo común para pingüinos del género *Spheniscus* anidar en cuevas cerca de la orilla, mientras que los del género *Pygoscelis* construyen sus nidos de pequeñas rocas que encuentran en el sector de la colonia (Figura 1). Sin lugar a dudas la adaptación más importante proviene de los pingüinos del género *Aptenodytes*, debido a que éstos no construyen nidos, ya que incuban sus huevos manteniéndolos en la cara superior de sus patas para evitar que el huevo tome contacto con la nieve.



Figura 1: Ejemplar de pingüino Adelia (*Pygoscelis adeliae*) en su nido.

De todas las especies de pingüinos existentes solo 7 de ellas nidifican al sur de la Convergencia Antártica, representando aproximadamente el 90% de la biomasa total de aves presentes en el continente. Estas son el pingüino Emperador (*A. fosteri*), pingüino Rey (*A. patagonica*), pingüino Macaroni (*E. chrysolophus*), pingüino de Penacho

Amarillo (*E. crestatus*) y las tres especies que forman parte del género *Pygoscelis*, las cuales representan el 70% de las aves del continente Antártico (Stonehouse, 1975); pingüino Adelia (*P. adeliae*), pingüino Antártico (*P. antartica*) y pingüino Papua (*P. papua*).

La base de su alimentación está dada, principalmente, por Cefalópodos, peces y algunos crustáceos. Sin embargo, otros autores mencionan que estas aves se alimentan de equinodermos y otros animales marinos. En el caso específico del pingüino Adelia se creía que su alimentación se componía en un 70% de crustáceos y un 30% de peces (Penney, 1978), sin embargo esto fue mejor estudiado y se logró determinar que la dieta de estos pingüinos Antárticos así como la del pingüino de Barbijo se compone en un 99% (porcentaje de la masa alimenticia capturada) de Krill (*Euphausia superba*) u otros crustáceos amphipodos, mientras que los peces representan solo el porcentaje restante, es decir alrededor de un 1% (Lynnes *et al.*, 2004).

Todos los pingüinos sufren una pelecha completa anualmente, generalmente después del periodo reproductivo (con excepción del Pingüino de Galápagos y el Pingüino Rey donde la muda es previa a la reproducción), y a diferencia del resto de las aves, donde existe una secuencia de cambio de plumas y las plumas nuevas crecen luego de la caída de las viejas, en los pingüinos, las plumas nuevas crecen y empujan a las viejas y estas últimas son eliminadas simultáneamente (Fowler y Cubas, 2001), durante este periodo pierden su impermeabilización por los que no pueden salir a cazar su alimento. Es por esto que la muda o pelecha es un proceso muy estresante y además

demandante de energía lo que provoca en los animales una baja significativa de peso (incluso un 50%), por esto las mortalidades de animales enfermos o débiles suelen aumentar. Sin duda durante este periodo, los animales son más susceptibles ante el ataque de los parásitos, lo que puede acarrear mortalidad debido a las parasitosis en las colonias.

Los pesos y medidas de los diferentes tipos de pingüinos varían enormemente, pero pueden verse reflejados como ejemplo en el Cuadro 2

Cuadro 2: Pesos de Pingüinos*

Especie	Largo (cm.)	Peso (Kg.)
Emperador	122	22-45
Rey	91,5	14-18
Papua	76,2	4-6
Humboldt	68,6	3,6-5,4
Azul	40,6	1,8-2,7
Adelia	60-78	2,7-6,8

*Adaptado de Fowler, 1978

En el pingüino Adelia los machos en promedio son algo más grandes. En ellos el peso oscila entre los 3,3 a 6,8 Kg. y en las hembras va desde los 2,7 a 5,9 Kg. En general ambos son mucho más pesados antes de la muda que después, siendo la anidación un factor a considerar también.

Esta especie de pingüino permanece la mayor parte del tiempo en los mares próximos a la Antártica, y su distribución es circumpolar, en su mayor parte al sur de la latitud 60° sur. En el océano Atlántico donde llegan un poco más al norte de esa latitud,

abarca las islas de Bouvet, Georgia del Sur, Malvinas y algunas de las islas de Sandwich. Así también, se registran especímenes de este pingüino en la isla Kerguelen y Heard en el océano Índico, en el Pacífico en territorio Chileno, y por el oeste en la isla Macquarie, en Nueva Zelanda y en Tasmania (Figura 2) en raras ocasiones algunos llegan hasta las islas oceánicas más al norte. No se ha documentado su presencia en tierras continentales del hemisferio Sur, a pesar de que existen reportes aun no aceptados en que se han visualizado ejemplares en Australia (Woehler, 1993).



Figura 2: Distribución del pingüino Adelia (*Pygoscelis adeliae*)(En rojo)

A este pingüino no se le considera en peligro de extinción y de acuerdo a Williams (1995), se estima una población total que sobrepasa los 2,5 millones de parejas. Sin embargo a pesar de considerarse una especie abundante en ciertas zonas (Figuras 2 y 3), particularmente en la Antártica, no se cuenta actualmente con estudios actualizados y completos acerca de las patologías que los afectan (Murray, 1967; Jones, 1988).



Figura 3: Ejemplo de un grupo de pingüinos Adelia (*Pygoscelis adeliae*)

Patologías Reportadas en Pingüinos:

El vivir en colonias altamente pobladas, como es el caso de los pingüinos, presenta ventajas como la seguridad contra el ataque de predadores. Sin embargo al mismo tiempo implica desventajas como el presentar altos índices de enfermedades parasitarias y bacterianas (Gauthier-Clerc *et al.*, 1999).

Enfermedades Virales

Diversos estudios se han llevado a cabo tratando de determinar la presencia de virus o de anticuerpos contra estos en pingüinos, encontrándose anticuerpos contra virus Influenza aviar H7:N1 en 6 de 285 sueros de pingüino Adelia (*P. adeliae*) recolectados en Davis, Vestfold Hills, Antártica (Morgan y Wetsbury, 1981), sin embargo un segundo estudio realizado por los mismos autores en 1988 no arrojó la presencia del virus Influenza ni del virus de la enfermedad de Newcastle, en la misma zona y con un mayor número de individuos analizados (1073 aves de 13 colonias distintas). También se ha

aislado en pingüino emperador y pingüino Adelia el virus de la enfermedad infecciosa de la bursa (Gardner *et al.*, 1997; Pearce y Wilson, 2003). En el mar de Ross además de detectarse anticuerpos contra influenza, se encontraron anticuerpos contra Paramixovirus tanto en pingüino Adelia, como en Skua Antártico (*Stercorarius skua maccormicki*) (Pearce y Wilson, 2003). Finalmente se ha detectado la presencia del virus de Newcastle en muestras provenientes de diferentes pingüinos de la Antártica (Alexander *et al.*, 1989).

Enfermedades Fúngicas

En el caso de las enfermedades fúngicas, la aspergilosis ha sido una causa común de muerte en pingüinos en cautiverio (German *et al.* 2002), mostrándose éstos como una especie altamente susceptible a esta enfermedad. Si bien se considera a *Aspergillus* como un agente saprófito de aves, bajo condiciones adecuadas determinan enfermedades respiratorias devastadoras, siendo habituales en aves de vida libre que son llevadas a cautiverio (Silvino y Neri, 2005). En relación a esto, a través de estudios serológicos en distintas especies de pingüinos de vida libre se han encontrado prevalencias de infección de entre un 14 a un 100% de esta infección (Graczyk y Cockrem, 1995).

Enfermedades Bacterianas

Las enfermedades o agentes bacterianos aislados de aves del continente Antártico en general incluyen especies comensales y especies que tienen el potencial de ser patógenos, como son por ejemplo *Salmonella* spp., *Escherichia coli*, *Edwardsiella* spp., etc. Sin embargo en los estudios ya realizados el problema metodológico más importante es que las muestras deben ser recolectadas y luego transportadas, lo que puede llevar a

que durante éste, ocurra pérdida de material o muerte de los organismos recolectados, sin considerar que muchas de las especies obtenidas hasta el momento son especies que no han sido descritas (Shellam, 1998).

Enfermedades Parasitarias

Autores como Fowler y Cubas (2001) consideran las enfermedades parasitarias como de poca importancia y con baja mortalidad, sin embargo cuando se consideran los periodos de stress como son el reproductivo y la muda o pelecha, los parásitos en alta carga pueden aportar de sobremanera en la mortalidad de estos animales. Esta afirmación podría ser válida para cualquier parásito que afecte a estos animales, pero se requieren más estudios para confirmarlo.

Protozoos:

Diversas enfermedades protozoarias se han registrado en casi todas las especies de pingüinos en cautiverio y en algunas en estado silvestre, la más importante de estas se ha detectado en cautiverio principalmente en el hemisferio norte y corresponde a la malaria aviar (*Plasmodium* spp.). Esta parasitosis cobra especial importancia en colecciones zoológicas debido a que, aparentemente por tratarse de aves que nunca han estado expuestas a este agente, tienen especial susceptibilidad provocando alta mortalidad en todas las especies en cautiverio (Fowler y Cubas, 2001). A pesar de esto, no se han detectado hemoparásitos en pingüinos de vida libre del territorio Antártico (Clarke y Kerry, 1993; Jones y Shellam, 1999), esto muy probablemente debido a la no existencia

del vector en el ambiente natural, mientras que si se ha identificado *Plasmodium elongatum*, en pingüinos de Humboldt y Africanos.

La toxoplasmosis es una afección muy poco común en pingüinos, pero fue descrita en Australia debido a alimentación en cautiverio con carne proveniente de ovejas infectadas, en estas aves la infección resultó letal (Clarke y Kerry, 1993). A pesar de esta evidencia, es probable que esta parasitosis no revierta especial importancia en aves de vida libre, debido a que el contagio en estos casos es menos probable sobre todo en aves que habiten en zonas antárticas o sub-antárticas. Algunos autores afirman que en otras poblaciones de pingüinos ha sido aislado este agente, pero dichos reportes son discutidos debido a que en ciertas etapas del ciclo de vida de estos parásitos pueden ser confundidos con los agentes causantes de malaria (Clarke y Kerry, 1993).

Otro protozoo endémico de pingüinos Africanos corresponde a *Babesia piercei* causante de Babesiosis, la que es clínicamente poco importante en las poblaciones naturales. Sin embargo a pesar de ser poco importante como patógeno único, se cree que cuando se presenta concomitante a otras enfermedades como malaria o leucocitoozoonosis (protozoo sanguíneo de pingüinos en Nueva Zelanda) puede provocar cuadros severos (Clarke y Kerry, 1993).

Cestodos:

Cestodos como *Tetrabothrius* spp. (Fowler, 1978; Clarke y Kerry, 1993; Jones; Shellam, 1999; Fredes *et al.*, 2005 y Fredes *et al.*, 2006) y *Parochytes zederi* (Clarke y

Kerry, 1993) se han descrito en pingüinos, pero su ciclo biológico no está comprendido en su totalidad, como tampoco se han encontrado los hospederos intermediarios que presentan estos parásitos. Aparentemente la carga parasitaria tiende a ser mayor en animales jóvenes más que en adultos y esto se repetiría en todas las especies de pingüinos, tanto en infecciones por cestodos como en las por nematodos (Clarke y Kerry, 1993).

Nematodos:

Fowler (1978) hace un resumen de nematodos presentes en pingüinos comunicando la presencia de *Contracoecum spiculigerum* y *Streptocara* spp. en pingüinos. Lamentablemente no identifica que especie de pingüino es el hospedero y en que zona del mundo se realizó este estudio. Además, existen reportes de la presencia de ascarideos como *Contracoecum* spp. en pingüino Papua (Fredes *et al.*, 2006) y *Anisakis* spp. además de otros tipos de nematodos como *Stegophorus* spp., *Stomachus* spp., *Cosmocephalus* spp. y *Terameres* spp. encontrados en pingüinos en general (Clarke y Kerry, 1993).

Por último, los helmintos de las clases Acantocéfala y Trematoda están poco representados en pingüinos, aún cuando se reporta la presencia de Acantocéfalos como por ejemplo *Chaenocephalus shacletoni* en todos los pingüinos que habitan el continente Antártico, incluyendo al pingüino Adelia (Zdzitowiecki, 1996). También se han encontrado trematodos como *Renicola spheniscidarium* y *Cotylurus pileatus* (Fowler, 1978) en pingüinos en general.

Artrópodos:

Con respecto a artrópodos parásitos, se ha reportado en el pingüino de Magallanes en Tierra del Fuego, la garrapata *Ixodes uriae* (González-Acuña y Guglielomone, 2005), la que también ha sido asociada a nidos del pingüino Papua. La presencia de *I. uriae* también fue descrita en el pingüino Adelia, entanto que en el pingüino rey se encuentra asociada además a la presencia de *Borrelia burgdorferi*, el agente de la enfermedad de Lyme detectada en el archipiélago Crozet (Gauthier-Clerc *et al.*, 1999). Se ha reportado también una pulga antártica *Glaciopsyllus antarcticus* que se asocia a diversas especies antárticas, pero que no se ha descrito en el pingüino Adelia (Whitehead *et al.*, 1991). Por otro lado, los reportes de piojos en pingüinos en territorio chileno han sido escasos y solo se ha aislado *Austrogonoides bifasciatus* en pingüinos de Magallanes de la zona central de Chile¹.

Sin duda con respecto a parásitos en pingüinos de la zona antártica el trabajo más completo corresponde al hecho por Clarke y Kerry (1993) donde hacen una revisión completa de los parásitos que se han encontrado en diversos pingüinos. Referente al pingüino Adelia los parásitos mencionados en este trabajo corresponden a los descritos en el Cuadro 3.

¹ Doctor Daniel González, Médico Veterinario, Zoólogo, Universidad de Concepción: Comunicación Personal

Cuadro 3: Lista de parásitos reportados en Pingüino Adelia (*Pygoscelis adeliae*) según Clarke y Kerry, 1993

Tipo de Parásito	Nombre Científico	Otras especies afectadas
Garrapata	<i>Ixodes uriae</i>	Emperador, Papua, Snares, Azul.
Piojo	<i>Austrogoniodes antarcticus</i>	-
Cestodo	<i>Parochites zederi</i>	Emperador, Rockhopper
Nematodo	<i>Stegophorus macronectes</i>	Rockhopper, Papua, Macaroni

Adaptado de Clarke J., Kerry K. 1993. Diseases and Parasites of Penguins

Debido a los antecedentes antes mencionados se realizó el presente estudio para determinar la fauna parasitaria presente en el pingüino Adelia.

O B J E T I V O S

General:

Proveer información respecto de la fauna parasitaria gastrointestinal del pingüino Adelia (*P. adeliae*) de una zona antártica especialmente protegida.

Específicos:

1. Evidenciar e identificar endoparásitos gastrointestinales en excremento y órganos del pingüino Adelia.
2. Determinar la frecuencia de presentación de cada parásito encontrado.

M A T E R I A L E S Y M É T O D O S

Obtención de muestras:

El muestreo se realizó por profesionales del Instituto Chileno Antártico durante los meses de enero y febrero del año 2005 y durante el mes de octubre del mismo año, en Isla Ardley (62°13' S, 58°54' W), península Fildes, isla Rey Jorge, archipiélago Shetland del Sur, Zona Antártica Especialmente Protegida (ZAEP N° 150); recolectando un total de 167 muestras de excretas (112 de pollos y 55 de adultos) obtenidas directamente de la cloaca de cada animal, registrando la fecha de colección, la edad (adulto y pollo) y el peso de cada ejemplar, con un dinamómetro cuando esto era posible. También se procedió a tomar muestras de órganos (aparato digestivo completo ligado por compartimiento) de 3 polluelos muertos en el área de estudio, la cual se inspeccionó diariamente para así asegurar un *post mortem* no mayor a 24 hrs. Las excretas y los órganos fueron recolectados en bolsas plásticas y fijadas con formalina al 10 %, luego fueron almacenadas a 4 °C y enviadas, al laboratorio de la Unidad de Parasitología del Departamento de Medicina Preventiva Animal de la Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile, para su análisis.

Análisis de las Muestras

Muestras de Heces

Todas las muestras de heces obtenidas se analizaron usando 4 metodologías de detección parasitaria aprovechando la muestra en su totalidad. Estas metodologías fueron la observación directa y los métodos cualitativos de flotación y sedimentación, además de la técnica de Ziehl Neelsen para evidenciar *Cryptosporidium* spp.

Método de flotación:

Cada muestra de heces se trasladó a un tubo para su centrifugación -con el objetivo de eliminar la formalina- a 900 G durante 20 minutos. El sobrenadante se eliminó y el sedimento resultante de la centrifugación, se mezcló con solución saturada de sal (densidad de 1,18 a 1,20 a 20°C) agitando el preparado en el mismo tubo para permitir la homogenización de la muestra. Esta mezcla luego se tamizó separando la fracción sólida de la fracción líquida y esta última se trasladó a frascos pequeños, de paredes rectas, hasta formar un menisco convexo. Toda burbuja de aire se eliminó con una varilla y luego, sobre la superficie del líquido, se depositó cuidadosamente un cubreobjeto de 22x22 mm. Después de 15 a 20 minutos el cubreobjeto fue retirado con una pinza y montado sobre un portaobjeto, para luego ser observado al microscopio con aumento de 100 y 400 (Thienpont *et al.*, 1979; Soulsby, 1987). Mediante esta metodología se pudo apreciar la presencia de ooquistes, huevos de parásitos u otro tipo de estructuras parasitarias que quedaban adheridos por capilaridad al cubreobjeto.

Observación directa:

La fracción sólida, producto del tamizaje de la muestra en el método de flotación, fue trasladada a frascos pequeños para luego ser teñida con lugol y resuspendida en agua potable. Luego de un minuto el contenido del frasco se trasladó a un frasco colador, donde se procedió a hacer un lavado con agua potable para eliminar el exceso de lugol, y así posteriormente se analizó el contenido teñido en una bandeja de fondo blanco, con el fin de detectar parásitos macroscópicos o partes de éstos que pudiesen haber salido por las heces. Los elementos sospechosos encontrados, se pusieron en un portaobjeto con una gota de lactofenol y cubiertos con un cubreobjeto para luego ser observado mediante el microscopio con aumento de 100.

Método de Ziehl Neelsen:

Una vez realizado el procedimiento descrito en el método de flotación, hasta la obtención del sedimento por centrifugación, cuando este era suficiente, se procedió a sacar con una tórula la cantidad necesaria para hacer un frotis sobre un portaobjeto, previo a la adición de la solución saturada con sal. Éste luego fue secado a temperatura ambiente, teñido con fucsina durante 20 minutos, luego lavado con agua corriente, para posteriormente dejarlo en alcohol-ácido por un minuto, para ser lavado nuevamente y ser teñido con azul de metileno, para finalmente ser examinado con objetivo de inmersión en aumento de 1000 (Atías, 1998). Este procedimiento permitió la tinción de los ooquistes de *Cryptosporidium* spp., debido a que este último presenta características ácido-alcohol resistentes, lo que hace prácticamente inconfundible su presencia, debido a que son muy pocos los elementos parasitarios que cumplen estas características.

Método de sedimentación:

Una vez realizado el método de flotación, se procedió a centrifugar la mezcla del sedimento de la muestra con la solución saturada con sal - a 900 G por 5 minutos- con el objetivo de eliminar las sales de la muestra, dejando sólo el sedimento al que se le agregó lugol (3 a 4 gotas) y agua corriente, esto permite resuspender la muestra y así, luego de 10 a 15 minutos, una vez que las partículas más pesadas sedimentaron se eliminó el sobrenadante y se colocó el sedimento teñido en una placa, el cual finalmente se observó con lupa (Soulsby, 1987).

En cada muestra positiva a infección parasitaria se procedió a medir con ocular micrométrico el tamaño aproximado de todos los huevos, larvas, quistes u ooquistes encontrados; se registró todo lo encontrado gráficamente mediante una cámara digital y se preservó las muestras con el objeto de permitir la posterior identificación de las estructuras encontradas mediante claves taxonómicas.

Análisis de los órganos recolectados

Cada órgano recolectado fue abierto con tijeras, extrayendo los vermes presentes y procediendo a un lavado de la mucosa (restregando). El contenido fue vertido a un frasco colador, al cual se le añadió lugol (por cinco minutos) para teñir los vermes presentes y luego este fue lavado con agua corriente para eliminar el exceso de lugol. El contenido fue depositado en una bandeja de fondo blanco para facilitar el contraste de los vermes teñidos con el fondo blanco lo que permitió una fácil identificación. Todo verme encontrado fue montado en un portaobjetos con una gota de lactofenol y cubierto con un

cubreobjetos, para así poder observarlo al microscopio con aumento de 100 y de esta forma permitir su identificación mediante claves taxonómicas.

En el caso del estómago de los pollos, fue necesario retirar la mucosa del mismo, debido a que los vermes encontrados en este órgano se encontraron insertos en la mucosa, llegando incluso a las proximidades de la capa muscular. Debido a esto no pudieron ser retirados con un simple restregado.

Las diferencias entre las frecuencias de presentación fueron analizadas estadísticamente mediante la comparación con la distribución teórica de Poisson por medio de la prueba de Chi cuadrado.

R E S U L T A D O S

1. Heces:

1.1.- Mediante examen directo (Fig. 4): De 167 muestras, 145 (86,83%) fueron negativas a todo tipo de estructura parasitaria; mientras que de las 22 (13,17%) restantes, que resultaron positivas, 18 (16,07%; n=112) fueron pollos y solo 4 (7,27%; n=55) pertenecían a adultos.

De estas 22 muestras que fueron positivas, solo en una de ellas (4,55%) se encontró un helminto del Tipo Platyhelminthes, de la Clase Cestoda y del Orden Cyclophyllida sin scolex, de 1.450µm de largo por 600µm de ancho; y la otras 21 (95,45%) contenían una cantidad variable de estadios larvarios de un helminto del Tipo Nematelminthes, de la Clase Nematoda y del Orden Rhabditida de 1.350µm ± 79,05µm promedio de largo y 100µm de ancho que se identificaron como *Rhabditis* spp. (anexo 1 fotografías, nº 1) los que se piensa son resultado de contaminación de la muestra debido a que se trata de especies no parásitas sino de vida libre que se pueden encontrar en el suelo.

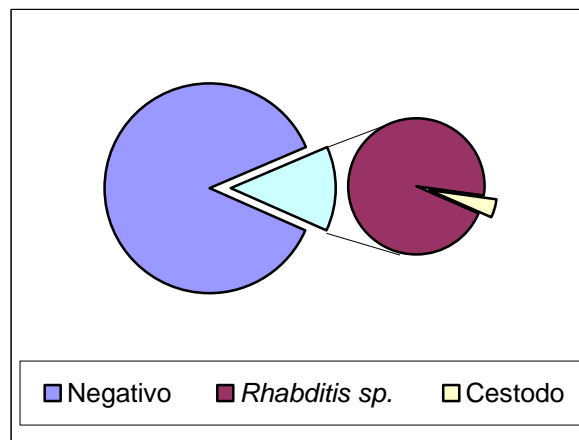


Figura 4: Representación gráfica de la pesquisa de parásitos mediante examen directo de heces de pingüinos Adelia n= 167; muestras negativas 86.83%, muestras positivas 13.17% (95,45% *Rhabditis* spp.; 4,55% Clase Cestoda)

1.2.- Mediante flotación (Fig 5): se analizaron 167 muestras de las cuales, 138 (82,63%) fueron negativas a todo tipo de estructura parasitaria; mientras que de las 29 (17,37%) restantes, que resultaron positivas, 19 (16,96%; n=112) fueron pollos y 10 (18,18%; n=55) pertenecían a adultos.

En las 29 muestras que resultaron positivas fue posible identificar 5 tipos de estructuras parasitarias diferentes; en 1 de estas muestras (3,44%) se encontró un estadio larvario de un helminto del Tipo Nematelminthes, de la Clase Nematoda y del Orden Rhabditida (anexo 1 fotografías, n° 2) de 1.400µm de largo y 100µm de ancho del mismo tipo que los encontrados mediante examen directo por lo que también son atribuibles a contaminación al momento de obtención de la muestra. Otras 5 (17,24%) resultaron positivas a ooquistes de la clase Sporozoa (anexo 1 fotografías, n° 3), pero en escasa cantidad sin ser posible la identificación, por no ser un ooquiste maduro; 12 (41,37%) resultaron positivas a huevos de *Tetrabothrius* spp. en mediana cantidad (anexo 1 fotografías, n° 4), el cual corresponde a un helminto de la Clase Cestoda y del Orden Pseudophyllida, los huevos encontrados median 71µm ± 5.4 de largo por 52µm ± 4,47 de ancho, (siendo 5 de estas muestras positivas también por sedimentación, en tanto las 7 restantes solo fueron detectadas por flotación); 10 (34,48%) fueron positivas a huevos de nematodos sin identificar (anexo 1 fotografías, n° 5) y por último 1 muestra (3,44%) resultó positiva a un gancho rostellar de cestodo de 97.5 x 30 µm.

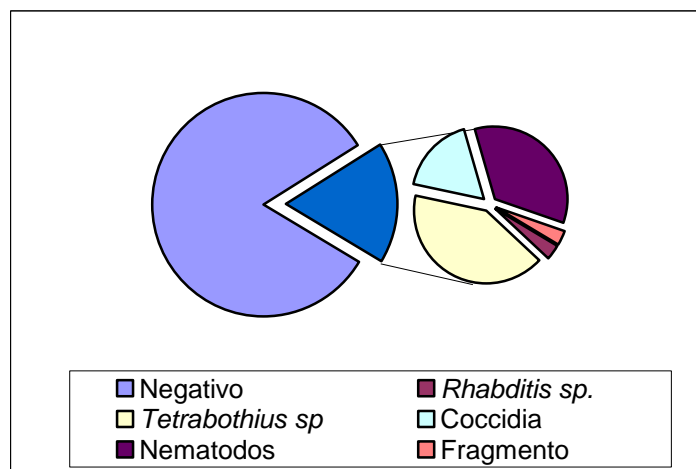


Figura 5: Representación gráfica de la pesquisa de parásitos mediante examen coprológico de flotación de heces de pingüinos Adelia n= 167; muestras negativas 82.63%, muestras positivas 17.37% (3.44% *Rhabditis* spp.; 41.37% *Tetrabothrius* spp.; 17.24% Coccidias.; 34.48% Nematodos.; 3.44% Fragmento Cestodo)

1.3.- Mediante sedimentación (Fig. 6): se analizaron 167 muestras de las cuales, 155 (92,81%) fueron negativas a todo tipo de estructura parasitaria; mientras que de las 12 (7,19%) restantes, que resultaron positivas, 10 (8,92%; n=112) fueron pollos y 2 (3,63%; n=55) pertenecían a adultos.

De las 12 muestras que fueron positivas, 4 de ellas (33,33%) revelaron la presencia de estadios larvarios de un helminto del Tipo Nematelmines, de la Clase Nematoda y del Orden Rhabditida igual a los descritos anteriormente (anexo 1 fotografías, n° 2), mientras tanto las 8 restantes (66,66%), resultaron positivas a huevos de *Tetrabothrius* spp. (anexo 1 fotografías n° 4) de $71\mu\text{m} \pm 5.4$ de largo por $52\mu\text{m} \pm 4,47$ de ancho, (5 de los cuales también resultaron positivas por flotación y los 3 restantes arrojaron positividad solo por sedimentación).

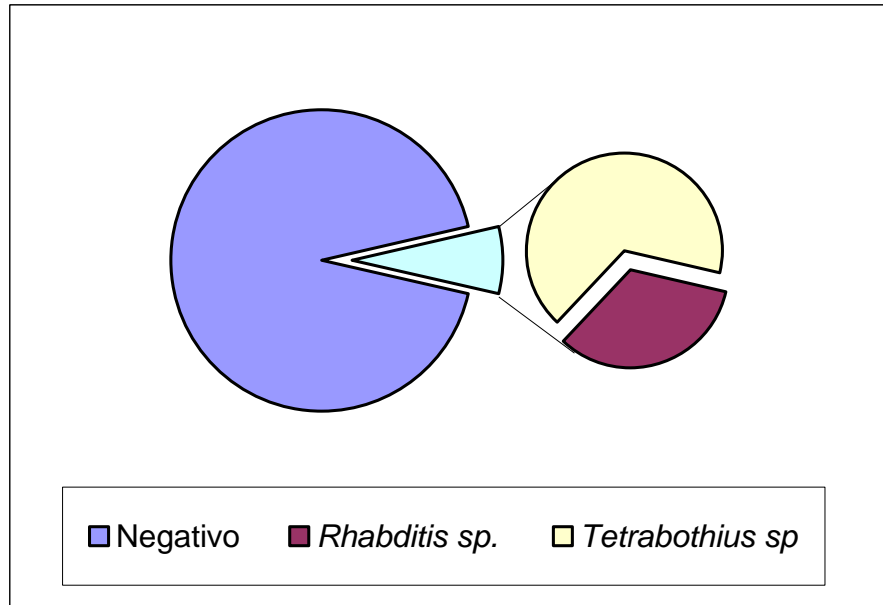


Figura 6: Representación gráfica de la pesquisa de parásitos mediante examen coprológico de sedimentación de heces de pingüinos Adelia n= 167; muestras negativas 92.81%, muestras positivas 7.19% (33.33% *Rhabditis spp.*; 66.66% *Tetrabothrius spp.*)

1.4.- Mediante Ziehl Neelsen (Figura 7): de las 167 muestras revisadas, 156 (93,41%) fueron negativas a todo tipo de estructura parasitaria; mientras que de las 11 (6,59%) restantes que resultaron positivas 10 (8,92%; n=112) fueron pollos y solo 1 (1,81%; n=55) pertenecía a un adulto.

De las 11 muestras que resultaron positivas, en todas estas se encontró la presencia de elementos, de forma esférica, ácido-alcohol resistentes de 5 µm de diámetro, estructuras compatibles con ooquistes de *Cryptosporidium spp.* (anexo 1 fotografías, nº 6). De la misma forma, 13 muestras contenían estructuras teñidas de 9 µm de diámetro. Ya que estas últimas no se ajustan al tamaño de los ooquistes de *Cryptosporidium spp.*, fueron consideradas muestras negativas a pesar que son positivas para la técnica.

Adicionalmente se debe mencionar que en ninguna de las muestras positivas se encontró la presencia de larvas de *Rhabditis* spp.

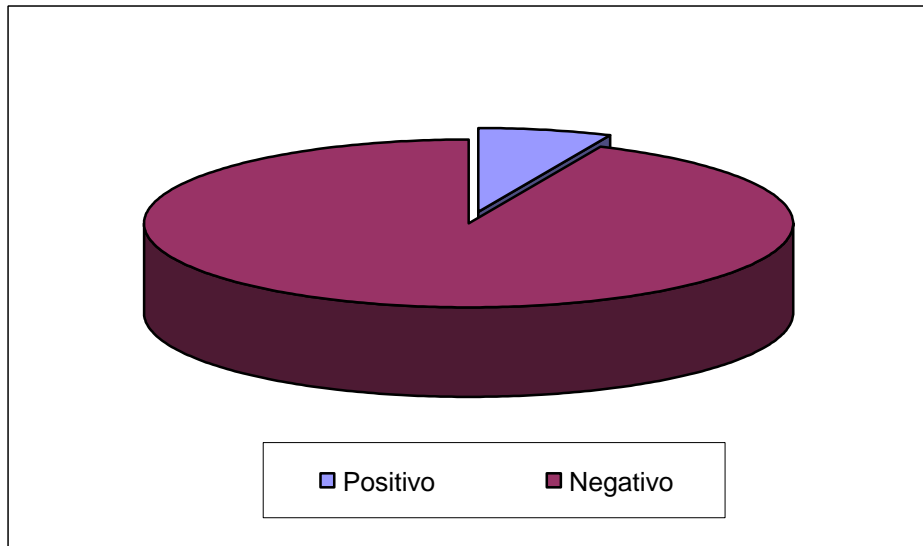


Figura 7: Representación gráfica de la pesquisa de parásitos mediante examen coprológico de Ziehl Neelsen de heces de pingüinos Adelia n= 167; muestras negativas 93.41%, muestras positivas 6.59% (*Cryptosporidium* spp.)

Por último, cabe destacar que fue posible observar poliparasitismo en solo 3 muestras, siendo estas 2 de pollos y una de adulto. En dos de estas muestras, una de adulto y una de pollo, se observó la presencia de huevos de nematodos al examen de flotación, así como la presencia de ooquistes de *Cryptosporidium* spp. mediante el examen de Ziehl Neelsen. El otro caso registrado de poliparasitismo correspondió a una muestra de pollo en la que se detectó la presencia de huevos de *Tetrabothrius* spp. al examen de flotación y ooquistes de *Cryptosporidium* spp. al examen de Ziehl Neelsen.

Al comparar las frecuencias obtenidas mediante las distintas metodologías parasitarias con las frecuencias esperadas utilizando el método estadístico de la

distribución de Poisson (Thrusfield, 1990) se obtuvieron los siguientes resultados para cada tipo de parásito según edad:

Cuadro N°4: Frecuencia observada, distribución de Poisson y valores corregidos por X^2 para la presencia de huevos de *Tetrabothrius* spp. detectados mediante el examen de flotación en pollos de pingüino Adelia (*P. adeliae*).

N° de huevos	N° de muestras (Observadas)	Poisson	Poisson x $\Sigma(O)$ (Esperadas)	(O-E) ² /E
0	101	0,836	93,684	0,571
1	2	0,149	16,729	12,968
2 o más	9	0,013	1,494	37,722
Total	112	0,999	111,907	$X^2=51,262$

Se espera que para 1 grado de libertad y $P = 0,05$; X^2 debiera ser menor a 3,841, por lo que en este caso la distribución no se ajusta a Poisson.

Cuadro N°5: Frecuencia observada, distribución de Poisson y valores corregidos por X^2 para la presencia de huevos de *Tetrabothrius* spp. detectados mediante el examen de flotación en adultos de pingüino Adelia (*P. adeliae*).

N° de huevos	N° de muestras (Observadas)	Poisson	Poisson x $\Sigma(O)$ (Esperadas)	(O-E) ² /E
0	54	0,982	54,009	0,000001512
1	1	0,018	0,982	0,00033
2 o más	0	0,000	0,009	0,00893
Total	55	1	55	$X^2=0,00925$

Se espera que para 1 grado de libertad y $P = 0,05$; X^2 debiera ser menor a 3,841, por lo que en este caso la distribución observada se ajusta a Poisson.

Cuadro N°6: Frecuencia observada, distribución de Poisson y valores corregidos por X^2 para la presencia de huevos de Nematodos detectados mediante el examen de flotación en pollos de pingüino Adelia (*P. adeliae*).

N° de huevos	N° de muestras (Observadas)	Poisson	Poisson x $\Sigma(O)$ (Esperadas)	$(O-E)^2/E$
0	108	0,948	106,158	0,032
1	2	0,051	5,687	2,390
2 o más	2	0,001	0,152	22,411
Total	112	1	111,997	$X^2=24,833$

Se espera que para 1 grado de libertad y $P = 0,05$; X^2 debiera ser menor a 3,841, por lo que en este caso la distribución no se ajusta a Poisson.

Cuadro N°7: Frecuencia observada, distribución de Poisson y valores corregidos por X^2 para la presencia de huevos de Nematodos detectados mediante el examen de flotación en adultos de pingüino Adelia (*P. adeliae*).

N° de huevos	N° de muestras (Observadas)	Poisson	Poisson x $\Sigma(O)$ (Esperadas)	$(O-E)^2/E$
0	49	0,834	45,856	0,216
1	2	0,152	8,338	4,817
2 o más	4	0,014	0,758	13,867
Total	55	0,999	54,952	$X^2=18,9$

Se espera que para 1 grado de libertad y $P = 0,05$; X^2 debiera ser menor a 3,841, por lo que en este caso la distribución no se ajusta a Poisson.

Cuadro N°8: Frecuencia observada, distribución de Poisson y valores corregidos por X^2 para la presencia de ooquistes de Coccidias detectados mediante el examen de flotación en pollos de pingüino Adelia (*P. adeliae*).

N° de huevos	N° de muestras (Observadas)	Poisson	Poisson x $\Sigma(O)$ (Esperadas)	$(O-E)^2/E$
0	110	0,965	108,071	0,034
1	0	0,034	3,860	3,860
2 o más	2	0,001	0,069	54,105
Total	112	1	111,997	$X^2=57,999$

Se espera que para 1 grado de libertad y $P = 0,05$; X^2 debiera ser menor a 3,841, por lo que en este caso la distribución no se ajusta a Poisson.

Cuadro N°9: Frecuencia observada, distribución de Poisson y valores corregidos por X^2 para la presencia de ooquistes de Coccidias detectados mediante el examen de flotación en adultos de pingüino Adelia (*P. adeliae*).

N° de huevos	N° de muestras (Observadas)	Poisson	Poisson x $\Sigma(O)$ (Esperadas)	$(O-E)^2/E$
0	52	0,913	50,221	0,063
1	1	0,083	4,566	2,785
2 o más	2	0,004	0,208	15,483
Total	55	1	54,994	$X^2=18,330$

Se espera que para 1 grado de libertad y $P = 0,05$; X^2 debiera ser menor a 3,841, por lo que en este caso la distribución no se ajusta a Poisson.

Cuadro N° 10: Frecuencia observada, distribución de Poisson y valores corregidos por X^2 para la presencia de huevos de *Tetrabothrius* spp. detectados mediante el examen de sedimentación en pollos de pingüino Adelia (*P. adeliae*).

N° de huevos	N° de muestras (Observadas)	Poisson	Poisson x $\Sigma(O)$ (Esperadas)	$(O-E)^2/E$
0	105	0,882	98,840	0,384
1	0	0,110	12,355	12,355
2 o más	7	0,007	0,772	50,228
Total	112	1	111,967	$X^2=62,967$

Se espera que para 1 grado de libertad y $P = 0,05$; X^2 debiera ser menor a 3,841, por lo que en este caso la distribución no se ajusta a Poisson.

Cuadro N° 11: Frecuencia observada, distribución de Poisson y valores corregidos por X^2 para la presencia de huevos de *Tetrabothrius* spp. detectados mediante el examen de sedimentación en adultos de pingüino Adelia (*P. adeliae*).

N° de huevos	N° de muestras (Observadas)	Poisson	Poisson x $\Sigma(O)$ (Esperadas)	$(O-E)^2/E$
0	54	0,964	53,036	0,018
1	0	0,035	1,929	1,929
2 o más	1	0,001	0,035	26,553
Total	55	1	55	$X^2=28,5$

Se espera que para 1 grado de libertad y $P = 0,05$; X^2 debiera ser menor a 3,841, por lo que en este caso la distribución no se ajusta a Poisson.

Cuadro N° 12: Frecuencia observada, distribución de Poisson y valores corregidos por X^2 para la presencia de ooquistes de *Cryptosporidium* spp. mediante el examen de Ziehl Neelsen en pollos de pingüino Adelia (*P. adeliae*).

N° de huevos	N° de muestras (Observadas)	Poisson	Poisson x $\Sigma(O)$ (Esperadas)	$(O-E)^2/E$
0	102	0,852	95,372	0,461
1	2	0,137	15,328	11,589
2 o más	8	0,011	1,232	37,193
Total	112	0,999	111,931	$X^2=49,242$

Se espera que para 1 grado de libertad y $P = 0,05$; X^2 debiera ser menor a 3,841, por lo que en este caso la distribución no se ajusta a Poisson.

Cuadro N° 13: Frecuencia observada, distribución de Poisson y valores corregidos por X^2 para la presencia de ooquistes de *Cryptosporidium* spp. mediante el examen de Ziehl Neelsen en adultos de pingüino Adelia (*P. adeliae*).

N° de huevos	N° de muestras (Observadas)	Poisson	Poisson x $\Sigma(O)$ (Esperadas)	$(O-E)^2/E$
0	54	0,964	53,036	0,018
1	0	0,035	1,929	1,929
2 o más	1	0,001	0,035	26,553
Total	55	1	55	$X^2=28,5$

Se espera que para 1 grado de libertad y $P = 0,05$; X^2 debiera ser menor a 3,841, por lo que en este caso la distribución no se ajusta a Poisson.

Como análisis final se decidió comparar los resultados obtenidos entre pollos y adultos mediante una prueba de X^2 para evidenciar diferencias estadísticamente significativas entre las distintas edades para los resultados más relevantes obtenidos, considerándose para esto aquellos animales que independiente del método resultaron positivos a la presencia de algún parásito patógeno. Con esta información tabulada se utilizó la formula descrita por Thrusfield (1990) para la comparación mediante X^2 .

Cuadro N°14: Comparación mediante X^2 para la presencia de *Cryptosporidium* spp. comparando los dos grupos etarios (pollos y adultos) de pingüino Adelia (*P. adeliae*).

	Pollo	Adulto	Total
<i>Cryptosporidium</i> (-)	102	54	156
<i>Cryptosporidium</i> (+)	10	1	11
Total	112	55	167

$$X^2=1,985$$

Se espera que para 1 grado de libertad y $P = 0,05$; X^2 debiera ser mayor a 3,841, por lo que en este caso, no existe diferencia estadísticamente significativa entre los dos grupos.

Cuadro N°15: Comparación mediante X^2 para la presencia de Coccidias comparando los dos grupos etarios (pollos y adultos) de pingüino Adelia (*P. adeliae*).

	Pollo	Adulto	Total
Coccidias (-)	110	52	162
Coccidias (+)	2	3	5
Total	112	55	167

$$X^2=0,679$$

Se espera que para 1 grado de libertad y $P = 0,05$; X^2 debiera ser mayor a 3,841, por lo que en este caso, no existe diferencia estadísticamente significativa entre los dos grupos.

Cuadro N°16: Comparación mediante X^2 para la presencia de *Tetrabothrius* spp. comparando los dos grupos etarios (pollos y adultos) de pingüino Adelia (*P. adeliae*).

	Pollo	Adulto	Total
<i>Tetrabothrius</i> (-)	99	53	152
<i>Tetrabothrius</i> (+)	13	2	15
Total	112	55	167

$$X^2=1,974$$

Se espera que para 1 grado de libertad y $P = 0,05$; X^2 debiera ser mayor a 3,841, por lo que en este caso, no existe diferencia estadísticamente significativa entre los dos grupos.

Cuadro N°17: Comparación mediante X^2 para la presencia de huevos de Nematodo comparando los dos grupos etarios (pollos y adultos) de pingüino Adelia (*P. adeliae*).

	Pollo	Adulto	Total
Huevos de Nematodo (-)	108	49	157
Huevos de Nematodo (+)	4	6	10
Total	112	55	167

$$X^2=2,344$$

Se espera que para 1 grado de libertad y $P = 0,05$; X^2 debiera ser mayor a 3,841, por lo que en este caso, no existe diferencia estadísticamente significativa entre los dos grupos.

2. Órganos digestivos:

Solo se pudo obtener 3 aparatos digestivos completos de polluelos de pingüino Adelia, sin embargo los resultados obtenidos de estos no dejan de ser interesantes.

2.1.- Estómago

Mediante examen directo de este órgano, en el primer polluelo obtenido se encontraron 9 helmintos del Tipo Nematelmintes y de la Clase Nematodo. Todos pertenecieron al Orden Spirurida, Familia Acuariidae y Sub Familia Seuratiinae, finalmente identificados como *Streptocara* spp. (anexo 1 fotografías, n° 7), siendo 2 de los 9 machos adultos de $4.975\mu\text{m} \pm 318,19$ de largo, por $95\mu\text{m} \pm 7,07$ de ancho; en tanto 3 de 9 de ellos fueron hembras adultas de $11.708\mu\text{m} \pm 1.631$ de largo, por $270\mu\text{m} \pm 51,6$. Los otros 4 helmintos fueron identificados como estadios larvarios de *Streptocara* spp. (anexo 1 fotografías n° 8); uno de ellos midió $2.878\mu\text{m} \pm 488,5$ de largo, por $75\mu\text{m} \pm 5$ de

ancho, con tres ejemplares correspondientes a estadios larvario 4 de *Streptocara* spp. y el otro fue una larva de la misma especie, pero de un estadio menor que midió 2.410µm de largo, por 70µm de ancho.

En cada uno de los otros dos polluelos analizados se encontraron aproximadamente 70 ejemplares adultos y una menor cantidad de larvas de *Streptocara* spp.

El resultado del examen de flotación y sedimentación del contenido gástrico para los 3 estómagos fue negativo.

2.2.- Intestino delgado

Mediante examen directo de este órgano, sólo en 1 de los 3 polluelos analizados se encontraron 2 helmintos diferentes del Tipo Platyhelminthes, de la Clase Cestoda uno del Orden Pseudophyllida y otro del Orden Cyclophyllida. El primero de ellos fue recuperado sin su scolex y midiendo 81 cm de largo, siendo identificado como un ejemplar adulto de *Tetrabothrius* spp. (anexo 1 fotografías, nº 9) sin ser posible la identificación de la especie, por no contar con su escolex. El cestodo cyclophyllido fue encontrado con escolex (anexo 1 fotografías, nº 10), al parecer con un rostelum no armado, de 1.825µm de largo y siendo imposible su identificación por ser aparentemente un estadio muy juvenil.

El resultado del examen de flotación, sedimentación y Ziehl Neelsen del contenido fue negativo.

2.3.- Intestino grueso y ciegos

El resultado del examen directo de este órgano fue negativo en los 3 casos, así también el resultado de la sedimentación y el Ziehl Neelsen del contenido.

Sin embargo, el resultado de la flotación fue positivo, abundantemente a huevos de *Tetrabothrius* spp. (anexo 1 fotografías, nº 4) de $71\mu\text{m} \pm 5,4\mu\text{m}$ de largo por $52\mu\text{m} \pm 4,47\mu\text{m}$ de ancho, en el mismo animal donde se encontró el ejemplar adulto de *Tetrabothrius* spp.

Resumiendo la información entregada anteriormente, de los 3 aparatos digestivos completos analizados, 3 de los 3 estómagos analizados (100%) resultaron positivos al parásito *Streptocara* spp., obteniéndose en las 3 ocasiones tanto estadios larvales como ejemplares adultos, variando solo el grado de parasitismo.

Solo 1 de los 3 intestinos delgados analizados (33,33%) presentó alguna estructura parasitaria (1 ejemplar adulto de *Tetrabothrius* spp. y el cestodo inmaduro no identificado) y ninguno de los 3 intestinos gruesos analizados presentó estructuras parasitarias macroscópicas; no siendo así para estructuras parasitarias microscópicas donde 1 (33,33%) de los ejemplares presentó huevos al examen de flotación pertenecientes al mismo cestodo adulto ya mencionado.

D I S C U S I Ó N

Al revisar los resultados del análisis estadístico se observó que solo en uno de los casos los resultados obtenidos se ajustaban a una distribución de Poisson, esto último es esperable debido a la forma en que se construyó el análisis; ya que si bien se realizó una comparación de las distribuciones obtenidas con la teórica de Poisson, esta es poco probable que se dé, ya que por definición esa distribución se basa en que se encontrarán sucesos en forma aleatoria y la probabilidad de presentarse un suceso aleatorio en mayor cantidad en un solo individuo es baja.

Para entender de mejor forma lo anterior se presenta el siguiente ejemplo: Si se liberan 100 partículas virales en un cultivo celular con 1.000 células, la probabilidad de encontrar 1 partícula viral en una célula es mayor que la de encontrar 10 partículas virales por cada célula observada. Lo anterior no se cumple normalmente en el caso de los animales parasitados debido a que, si bien es común encontrar animales positivos, estos generalmente presentan más de 1 huevo lo que significa que aleatoriamente es más fácil encontrar animales negativos o positivos con más de un huevo, que positivos pero con un solo huevo.

A pesar de eso se observa que dentro del análisis estadístico la distribución de Poisson se ajusta en el caso de pingüinos adultos positivos al cestodo *Tetrabothrius* spp., lo que se podría explicar debido a que los animales adultos generalmente se encuentran poco parasitados, probablemente por la inmunidad adquirida durante la etapa de polluelos.

Al analizar los resultados del resto de los animales se observa que ningún otro parámetro analizado mediante Poisson se ajusta a esta distribución teórica, lo que era en cierta forma esperable. Sin embargo se decidió utilizar esta prueba ya que se esperaba que estos animales, por considerarse habitantes de un ecosistema extremo, pudiesen resultar poco parasitados. Lo anterior en realidad se cumple si se considera el número de animales parasitados, en comparación con los no parasitados, pero de todas formas aquellos afectados presentan relativamente altas cargas.

Para finalizar este punto, a pesar de que el método de flotación que se utilizó para determinar la presencia de huevos es una metodología cualitativa y no cuantitativa, de todas maneras permite a quien lo realice tener una idea relativa de la carga parasitaria debido a la cantidad de huevos observados por campo (Soulsby, 1987). Gracias a lo anterior se pudo clasificar y construir el análisis presentado.

Resulta en realidad más extraño, que dentro de los resultados obtenidos mediante las técnicas estadísticas aplicadas, no existan diferencias estadísticamente significativas para los otros parámetros analizados, ya que es en realidad esperable no encontrar o encontrar muy pocos animales adultos parasitados en relación a los polluelos. Es posible que este resultado, que en cierta forma es contradictorio con lo esperable en forma teórica, este alterado por el reducido número de animales adultos muestreados (55) y la diferencia con el número de polluelos (112).

Dejando de lado el análisis estadístico, se puede ver que los resultados obtenidos mediante el examen directo y de flotación arrojaron una alta cantidad de nematodos identificados como *Rhabditis* spp. siendo estos uno de los más comunes de observar. A pesar de esto, las larvas de este nematodo se consideraron como contaminación ambiental de las muestras, debido a que por lo general estas larvas se encuentran en el suelo, y no se considera a este género como parásito.

Por otro lado, los resultados de los métodos cualitativos de flotación y sedimentación cumplen con lo descrito en la literatura, al menos respecto a la presencia de *Tetrabothrius* spp., coincidiendo estos resultados a los obtenidos por Clarke y Kerry (1993) para el pingüino Adelia y los otros dos estudios realizados en pingüinos en nuestro laboratorio por Mann (1992) en pingüino de Humboldt (*S. humboldti*) en la zona costera central y Fredes *et al.*, 2006 en pingüino Papua (*P. papua*) en territorio Antártico. Esto da a entender que este parásito tiene una amplia distribución, dentro del territorio Antártico y las costas de Chile.

Para el caso de los huevos de nematodos encontrados en las muestras analizadas si bien todos estos eran del mismo tipo, entre las muestras que arrojaron positividad no se pudo determinar el parásito al que pertenecen y además no coinciden con los huevos de los nematodos encontrados en los órganos analizados.

Los ooquistes de coccidias encontrados no pudieron ser identificados completamente debido a su estado de evolución, pero Clarke y Kerry (1993) describen

para esta especie de pingüino a *Eimeria* spp. lo que podría corresponder a lo encontrado en los animales muestreados en este estudio.

Uno de los más importantes resultados obtenidos en este estudio, es el hallazgo del parásito *Cryptosporidium* spp. mediante la metodología de la tinción de Ziehl Neelsen, la que reveló la presencia de este parásito en 11 de la muestras analizadas.

Actualmente mediante el uso de metodologías de biología molecular se han descrito muchas especies de *Cryptosporidium* (Jellison *et al.*, 2002) entre los que se encuentran como ejemplo los mencionados en el Anexo 2, sin embargo este parásito no está descrito en pingüinos Antárticos.

Se consideró de interés durante la formulación de este estudio incluir en la metodología a utilizar, la técnica de Ziehl Neelsen, ya que si bien no estaba descrita la presencia de este parásito en estas aves, este parásito se considera un importante indicador de contaminación medio ambiental.

Actualmente el USDA (United States Department of Agriculture) describe a *Cryptosporidium* como un parásito cosmopolita y de gran importancia en salud pública debido al alto riesgo que representa para individuos inmunocomprometidos. Además es considerado un indicador de: contaminación ambiental y de mala calidad de agua. Esta institución hace énfasis en la presencia de este parásito en todos los continentes excepto la Antártica.

A pesar de que la metodología usada en nuestras muestras para detectar la presencia de este parásito protozoario no es la más actualizada y presenta limitaciones en cuanto a la imposibilidad de determinar la especie, es una metodología adecuada y validada para detectar la presencia del mismo, debido a que no hay otras estructuras parasitarias que cumplan con la característica de ser ácido-alcohol resistentes y medir 5 micrones de diámetro (Soulsby, 1987). Durante el desarrollo de este estudio se intentó utilizar una segunda metodología para identificar este parásito, basada en la capacidad fluorescente de éste bajo el microscopio de fluorescencia (García, 2001); sin embargo al probar esto en una de las muestras, se pudo observar una gran cantidad de objetos fluorescentes inespecíficos que resultaron ser fragmentos de Krill en el contenido fecal lo que no permitió la detección de los ooquistes. A pesar de esto, no se puede suponer que las estructuras observadas bajo la tinción de Ziehl Neelsen fuesen otra cosa más que ooquistes de *Cryptosporidium* spp. por su forma y tamaño, refutando la afirmación del USDA de que este parásito no se encuentra en la Antártica y además convirtiéndose este en el primer reporte de *Cryptosporidium* en pingüinos del continente Antártico.

Este hallazgo, abre mayores interrogantes acerca del rol del ser humano en la intervención de este ambiente o incluso acerca de un posible aumento de la temperatura, que permita que este parásito haga su ciclo en ambientes antes no aptos para él. Se sabe actualmente que este parásito a pesar de ser muy resistente al medio, no puede resistir en el suelo más de 50 días bajo temperaturas inferiores a los -10 C (Kato *et al.*, 2002). A pesar de esto este protozoo fue hallado en Focas Árticas (*Phoca hispida*) de Nunavik en Québec, Canadá (Santín *et al.*, 2005) siendo esta una zona de clima Sub-Ártico menos

severo y más intervenido antropológicamente si se compara con la zona del presente estudio.

De todas formas es importante mencionar que si se considera que existió contaminación ambiental de las muestras -al determinar la presencia de larvas de *Rhabditis* spp.- esto probablemente no ocurrió en las muestras positivas debido a que no se encontraron dichas larvas en ellas.

En trabajos previos realizados en el Laboratorio de Parasitología de la Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile también se usó esta metodología en pingüinos Papua sin obtener animales positivos, sin embargo se realizó en muestras de una zona diferente y hace algunos años atrás (Fredes *et al.*, 2006).

De todas maneras sería necesario utilizar metodología de biología molecular para poder determinar que especie de *Cryptosporidium* esta afectando a las poblaciones de pingüinos y luego de esto poder determinar, si estamos ante la introducción de un parásito nuevo para estas poblaciones, si es responsabilidad de los visitantes de la zona, o si se trata de una nueva especie por describir.

Entre los resultados es importante mencionar que además de los 11 animales positivos a *Cryptosporidium* spp., otros 13 presentaron estructuras ácido alcohol resistentes de 9 µm de diámetro que si bien no coinciden con *Cryptosporidium* spp., si podría tratarse de otro parásito como *Cyclospora* spp. (Barriga, 1997), sin embargo la

confirmación de esta hipótesis requiere de mayores estudios, debido a que trabajos recientes como el realizado por Ryan *et al.* (2003) describen ooquistes de *Cryptosporidium galli* de mayor tamaño al descrito anteriormente alcanzando tamaños que se aproximan a los 8 – 8,5 μm lo que complica el diagnóstico mediante metodologías como la tinción de Ziehl Neelsen.

Entre los hallazgos mas relevantes del análisis de los órganos se puede mencionar, la obtención de un cestodo identificado como *Tetrabothrius* spp. Este ejemplar recuperado midió 81 cm. de largo, siendo el único recuperado de los órganos analizados, pero de todas maneras permitió la recuperación de huevos de sus proglotidas terminales permitiendo la identificación, por morfología de los huevos obtenidos gracias a la metodología de flotación. Lamentablemente no se logró recuperar el scolex de este cestodo por lo que no fue posible la identificación de la especie de que se trataba. Actualmente este ejemplar de cestodo se encuentra almacenado en la colección de parásitos del laboratorio de Parasitología de la Facultad de Ciencias Veterinarias para su futuro uso en otras investigaciones, o hasta que se disponga de otras técnicas que permitan su completa identificación.

Otro hallazgo que constituye una novedad –además de la detección de *Cryptosporidium*- fue la obtención de múltiples ejemplares en distinto estado de desarrollo de un nematodo no descrito anteriormente para esta especie, identificado como *Streptocara* spp. recuperado de la mucosa estomacal de los 3 ejemplares obtenidos para esta parte del estudio. Actualmente se reconocen muchas especies de este nematodo, pero

se describen principalmente en el hemisferio norte, donde es bien conocido por afectar diversas especies de aves acuáticas. Existen reportes de la presencia de este parásito en flamencos chilenos (Fox *et al.*, 1974) por lo que inicialmente no se consideró como un hallazgo en el país, sin embargo este parásito fue recuperado de ejemplares que se encontraban en cautiverio en un zoológico de Estados Unidos y se cree que éstos se infectaron por el consumo de crustáceos infectados que les fueron entregados como parte de su alimentación, lo que descartaría que este nematodo esté descrito en el país ya que es el único estudio que hace referencia a la presencia de este parásito en especies autóctonas de nuestro país.

Determinar si este parásito estaba descrito para alguna especie de pingüino, fue difícil sobre todo debido a la falta de bibliografía. En un primer momento se pensó que sería una primera descripción, sin embargo se encontró una descripción de la presencia de *Streptocara* spp. en pingüinos, ya que Fowler (1986) indica en una revisión de los patógenos que afectan a aves acuáticas que este parásito se encuentra en pingüinos pero lamentablemente no menciona la especie de pingüino ni el lugar donde este se reporta, y la bibliografía indicada por el mismo no coincide con ningún documento donde este parásito fuese mencionado. Debido a que este autor es un reconocido veterinario especialista en medicina de animales de zoológico, esto nos hace pensar que podría repetirse lo que sucedió con los flamencos chilenos y que la infección pudiese deberse al alimento administrado en cautividad. Todas estas razones unidas al hecho que este nematodo se encontró en gran cantidad en las muestras analizadas, y que no se describe en trabajos específicos de parasitología en estas especies, nos hacen suponer que

efectivamente se trataría de una primera descripción de este parásito en pingüinos pero de vida silvestre.

La mayor dificultad de identificación la presentó precisamente *Streptocara* spp. debido a que pertenece a un grupo poco estudiado de parásitos en el país. Pertenece al Orden Spirurida y a la familia Acuariidae. Se trata de un grupo casi exclusivo de aves, y todos habitan en el estómago de aquellas especies asociadas a ambientes acuáticos, principalmente costeros (Chabaud, 1983). Como norma general se reconoce a este grupo por presentar “ornamentación compleja” en su extremo anterior; que varía desde cordones muy intrincados que nacen del la cavidad bucal y se entrelazan alcanzando inclusive hasta el primer tercio del cuerpo del parásito, hasta aquellas especies donde se incluye a *Streptocara* que presentan en su extremo anterior dos especies “mandíbulas dentadas” que les sirven como método de sujeción para sostenerse de la mucosa estomacal (Chabaud, 1983).

Una de las principales complicaciones para determinar la presencia de este parásito es que este no se encuentra libre en el contenido estomacal, sino que muy por el contrario, se encuentra muy inserto en la capa glandular del estómago en algo similar a “colonias” parasitarias. Esta información es relevante, debido a que las técnicas parasitarias describen solo un restregado de mucosa para liberar a los vermes, sin embargo en el caso de estos pingüinos fue necesario retirar por completo la capa glandular del estómago para luego retirar los vermes que se encontraban insertos en la unión de las dos capas, muscular y glandular. El extremo anterior se encontraba inserto

en la capa muscular y el resto del verme se encontraba protegido en la capa mucosa que es aparentemente muy gruesa en estas aves. Se pudo apreciar además que frente a altas cargas, el daño que provocaban estos parásitos en el órgano de estos animales era importante y las zonas donde se ubicaban estos parásitos estaban macroscópicamente, altamente engrosadas y con alteraciones morfológicas de importancia; el daño que provocan estos parásitos está bien documentado en el hemisferio norte y se le atribuye a este parásito la muerte de muchos ejemplares de aves silvestres y en cautiverio. El ciclo de vida de este nematodo no se conoce totalmente, pero se sabe que en el hemisferio norte, está involucrada la presencia de crustáceos copépodos, por lo tanto, no es de extrañarse que en este caso el hospedero intermediario de este parásito sea el Krill o algún otro crustáceo que compone la dieta de estos animales. Ya que se sabe que estos pingüinos se alimentan casi principalmente de Krill, no es extraño encontrar animales altamente parasitados, por lo que no sería descabellado pensar en atribuir la muerte de estos 3 ejemplares debido a la alta carga parasitaria y el amplio daño que presentaban éstos en su mucosa.

Junto con los ejemplares de *Streptocara* se encontraron otros nematodos que no presentaban la misma morfología que los ejemplares ya mencionados, por lo que se pensó inicialmente que se trataba de otras especies de nematodo. La principal diferencia entre los nematodos no identificados con *Streptocara* era su porción anterior, que no presentaba estas estructuras dentadas. Luego de una amplia revisión bibliográfica basándose no solo en esta especie, sino que en otros integrantes de la familia Acuariidae, se logró concluir que al igual como ocurre en el caso de las gaviotas dominicanas (*Larus*

dominicanus) estudiadas en Argentina por Cremonte *et al.* (2000), en donde describen la presencia del parásito *Ancyracanthopsis winegardi* (perteneciente a la misma familia Acuariidae) y donde además describen sus estadios larvarios haciendo referencia a las diferencias entre los estadios larvales y los parásitos adultos -junto con mencionar que el extremo anterior se va desarrollando paulatinamente- se pudo finalmente determinar que los nematodos no identificados en nuestros pingüinos eran realmente estadios larvarios de *Streptocara* spp., sin ser por lo tanto otras especies, sino que larvas 4 del mismo nematodo. Esta hipótesis está respaldada por la información entregada por Cremonte *et al.* (2000) para el caso de las gaviotas dominicanas (*L. dominicanus*) y por el autor de las claves taxonómicas utilizadas para identificar a estos parásitos en el laboratorio (Chabaud, 1983), junto al hecho de que se encontraron en los mismos “nidos parasitarios” de *Streptocara* y que compartían características morfológicas con los ejemplares adultos encontrados en los estómagos.

Es recomendable por lo tanto continuar con el monitoreo de las poblaciones de pingüinos ante eventuales alzas de mortalidad por causa de este parásito, y sería de interés analizar ejemplares de Krill para confirmar la hipótesis que este podría ser el hospedero intermediario en este ambiente.

Por último se encontraron ejemplares inmaduros de cestodos en estos animales, pero producto de su poco desarrollo no se pudo concluir a que especie pertenecían. No se puede descartar en todo caso que se tratara de especies espúreas.

Los parásitos en poblaciones silvestres, incluso aquellas que habitan medio ambientes extremos debieran considerarse de importancia como indicadores de salud poblacional, y queda claro que perfectamente pueden causarle la muerte a parte de la población. El estudio parasitario debiera ser prioridad para futuras investigaciones en el área ya que el conocimiento de los ciclos biológicos de los parásitos que afectan a especies antárticas es de suma importancia sobre todo si en un futuro se decide explotar los recursos naturales del continente.

El hallazgo de parásitos como *Cryptosporidium* spp. debería seguir siendo estudiado, sobretodo en su caracterización molecular, ya que si esta se relaciona epidemiológicamente al ser humano, debiera ser considerado una alarma de intervención en el ecosistema y podría significar a futuro incluso la extinción de especies que actualmente se consideran abundantes.

Todos los esfuerzos realizados en esta área, incluyendo este, debieran alentarse y considerarse una prioridad para así poder recavar información necesaria para las futuras normas de protección y/o en el caso hipotético de futuras normas para la explotación sustentable de este ecosistema.

C O N C L U S I O N E S

En las 167 muestras de heces analizadas, mediante los métodos de flotación, sedimentación, Ziehl Neelsen y observación directa, se evidenció la presencia de un tipo cestodo identificado como *Tetrabothrius* spp., un tipo de nematodo sin identificar así como la presencia de ooquistes de *Coccidia* no identificados. El principal hallazgo dentro de este estudio corresponde a la identificación de ooquistes de *Cryptosporidium* spp. siendo este el primer reporte de este parásito en la Antártica.

Los 3 órganos digestivos analizados permitieron identificar la presencia de el nematodo identificado como *Streptocara* spp en los 3 individuos además de la recolección de un ejemplar de *Tetrabothrius* spp.

Al comparar los resultados a la distribución de Poisson solo el recuento de huevos de *Tetrabothrius* spp. en pingüinos adultos se ajustó a esta distribución; y mediante la comparación de X^2 , ningún parámetro analizado presentó una diferencia estadísticamente significativa entre pollos y adultos.

Finalmente se puede mencionar que el poliparasitismo es poco frecuente, ya que en tan solo 3 muestras de heces -correspondientes al 1,79% del total de muestras- fue posible detectar más de una especie parasitaria.

B I B L I O G R A F Í A

- **Alexander, D.; Manvell, R.; Collins, M.; Brockman, S.; Westbury, H.; Morgan, I.; Austin, F.** 1989. Characterization of paramyxoviruses isolated from penguins in Antarctica and sub-Antarctica during 1976–1979. *Archives of Virology*. 109: 135-143.
- **Atías, A.** 1998. *Parasitología Médica*. Ed. Mediterráneo. Santiago, Chile. 615 pp.
- **Barriga, O.** 1997. *Cyclospora cayetanensis*. Un parásito probablemente zoonótico. *Parasitología al Día*. 21: 122.
- **Chabaud, A.** 1983. Keys to genera of the Order Spirurida. Part 2. Spiruroidea, Habronematoidea and Acuarioidea. **In:** CIH Keys to the Nematode Parasites of Vertebrates. 1st. ed. Publ. Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, Bucks England. Páginas 29-58.
- **Clarke, J.; Kerry K.** 1993. Diseases and Parasites of Penguins. *Korean Journal of Polar Research*. 4 (2): 79-86.
- **Cremonte, F.; Navone, G.; Etchegoin, J.** 2000. Morphological studies of *Ancyracanthopsis winegardi* (Nematode: Acuarioidea) and larval stages of acuariid nematodes parasitic in *Larus dominicanus* (Aves: Laridae) from Argentina. *Systematic Parasitology*. 45: 135-140.
- **Fowler, M.** 1978. *Zoo and Wild Animal Medicine*. Ed. W.B. Saunders, Philadelphia, Páginas 153-164.
- **Fowler, M.** 1986. *Zoo and Wild Animal Medicine*. Second Edition. Ed. W.B. Saunders, Philadelphia, Páginas 294-313.

- **Fowler, M; Cubas, Z.** 2001. Biology, Medicine and Surgery of South American Wild Animals. Iowa State University Press. 455pp.
- **Fox, J.; Snyder, S.; Schmidt, G.; Campbell, L.** 1974. Infection with the nematode *Streptocara incognita* in the Chilean flamingo. Journal of Wildlife Diseases. 10 (1):66-9.
- **Fredes, F.; Raffo, E.; Muñoz, P.; Herrera, M.** 2005. Fauna Parasitaria Gastrointestinal de 9 Polluelos de Pingüino Papua (*Pygoscelis papua*) Encontrados Muertos en Zona Antártica Especialmente Protegida (ZAEP N°150). IX Jornadas Anuales de Parasitología, Facultad de Medicina, Universidad de Valparaíso, Chile. Pág. 76.
- **Fredes, F; Madariaga, C.; Raffo, E.; Herrera, M.; Godoy, C.; Valencia, J.; Alcaino, H.** 2006. Gastrointestinal parasite fauna of Gentoo penguins (*Pygoscelis papua*) of Peninsula Munita, (64° 49'S., 62° 51'W), Paradise Bay, Antarctica. Antarctic Science. [Aceptado Junio 2006].
- **Garcia, L.** 2001. Diagnostic Medical Parasitology. American Society Microbiology; 4th edition. Washington DC. 1092 pp.
- **Gardner, H.; Kerry, K.; Riddle, M.; Brower, S.; Gleeson, L.** 1997. Poultry virus infection in Antarctic penguins. Scientific correspondence. Nature. 387: 245.
- **Gauthier-Clerc, M.; Jaulhac, B.; Frenot, Y.; Bachelard, C.; Monteil, H.; Le Maho, Y.; Handrich, Y.** 1999. Prevalence of *Borrelia burgdorferi* (the Lyme disease agent) antibodies in king penguin *Aptenodytes patagonicus* from Crozet Archipelago. Polar Biology. 22: 141-143.

- **German, A.; Shankland, G.; Edwards, J.; Flach, E.** 2002. Development of an indirect ELISA for the detection of serum antibodies to *Aspergillus fumigatus* in captive penguins. *Veterinary Record*. 20; 150(16): 513–518.
- **González-Acuña, D.; Guglielmone, A.** 2005. Ticks (Acari: Ixodoidea: Argasidae, Ixodidae) of Chile. *Experimental and Applied Acarology*. 35: 147- 163.
- **Graczyk, T.; Cockrem, J.** 1995. *Aspergillus* spp. Seropositivity in New Zealand penguins. *Mycopathologia*. 131 (3): 179–184.
- **Jellison, K.; Hemond, H.; Schauer, D.** 2002. Sources and Species of *Cryptosporidium* Oocysts in the Wachusett Reservoir Watershed. *Applied and Environmental Microbiology*. 68 (2): 569-575.
- **Jones, H.** 1988. Notes on Parasites in Penguins (Spheniscidae) and Petrels (Procellariidae) in the Antarctic and Sub-Antarctic. *Journal of Wildlife Diseases*. 24: 166-167.
- **Jones, H.; Shellam, G.** 1999. The occurrence of blood-inhabiting protozoa in captive and free-living penguins. *Polar Biology*. 21: 5-10.
- **Kato, S.; Jenkins, M.; Fogarty, E.; Bowmana, D.** 2002. Effects of Freeze-Thaw Events on the Viability of *Cryptosporidium parvum* oocysts in Soil. *Journal of Parasitology*. 88 (4): 718–722.
- **Kooyman, G.** 2001. Evolutionary and ecological aspects of some Antarctic and sub-Antarctic penguin distributions. *Oecologia*. 130: 485–495.
- **Lynnes, A.; Reid, K.; Croxall, J.** 2004. .Diet and reproductive success of Adelie and Chinstrap penguins: Linking response of predators to prey population dynamics. *Polar Biology* 27: 544–554.

- **Mann, A.** 1992. Fauna parasitaria del pingüino de Humboldt *Spheniscus humboldti* de la quinta región de Chile. Memoria Med. Vet., Fac. Cs. Veterinarias y Pecuarias, U. Chile 67pp.
- **Morgan, I.; Westbury, H.**1981. Virological Studies of Adelie penguins (*Pygoscelis adeliae*) in Antartica. Avian Diseases. 25 (4): 1019–1026.
- **Morgan, I.; Westbury, H.**1988. Studies of viruses in penguins in the Vestfold Hills. Hydrobiologia. 165 (1): 263–269.
- **Murray, M.** 1967. Ectoparasites of Antarctic seals and birds. JARE Science Report Special Issue 1: 185-191.
- **Pearce, D.; Wilson, W.** 2003. Review: Viruses in Antarctic ecosystems. Antarctic Science. 15 (3): 319–331.
- **Penney, R.** 1978. Breeding Adelie Penguins (*Pygoscelis adeliae*) in Captivity. **In:** Zoological Society of London International Zoo Yearbook, vol 18, 1879. Editor P. J. Solney. 165 pp.
- **Peterson, R.** 1978. Penguins and their Interactions with Men. **In:** Zoological Society of London. International Zoo Yearbook, vol 18, 1879. Editor P. J. Solney. 165 pp.
- **Ryan, U.; Xiao, L.; Read, C.; Sulaiman, I.; Monis, P.; Lal, A.; Fayer, R.; Pavlasek, I.** 2003. A Redescription of *Cryptosporidium galli* Pavlasek, 1999 (Apicomplexa: Cryptosporidiidae) From Birds. Journal of Parasitology. 89 (4): 809-813.

- **Santín, M.; Dixon, B.; Fayer, R.** 2005. Genetic Characterization of *Cryptosporidium* Isolates From Ringed Seals (*Phoca hispida*) in Northern Quebec, Canada. *Journal of Parasitology*. 91 (3): 712-716.
- **Shellam, G.** 1998. Bacterial and Viral Infections of Antarctic Penguins. **In:** *Diseases of Antarctic Wildlife: A Report on the “Workshop on Diseases of Antarctic Wildlife”*. Australian Antarctic Division, Kingston, Australia. 112 pp.
- **Silvino, Z; Neri, S.** 2005. Aves Exóticas. **In:** *Atlas de Medicina, Terapéutica y Patología de Animales Exóticos*. Aguilar, R.; Hernandez-Divers, S.M.; Hernandez-Divers, S.J.. Editorial Inter-Medica. Buenos Aires, Argentina. 375pp.
- **Soulsby, E.** 1987. *Parasitología y Enfermedades Parasitarias en los Animales Domésticos*. 7ª Ed. Nueva Ed. Interamericana, México, D. F. 823 pp.
- **Stonehouse, B.** 1975. *The biology of penguins*. Ed. by B. Stonehouse. Macmillan (London). Páginas 413-435.
- **Thiennpont, D.; Rochette, F. Y.; Vamparijs, O.** 1979. *Diagnóstico de las helmintiasis por medio del examen coprológico*. Janssen Research Foundation, Beerse Bélgica. 187 pp.
- **Thrusfield, M.** 1990. *Epidemiología Veterinaria*. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 352 pp.
- **United States Department of Agriculture.** 2005. *Cryptosporidium*. Animal Waste Pathogen Laboratory. Agricultural Research Service. [en línea].
<http://www.lpsi.barc.usda.gov/awpl/cryptosporidium.asp> [consulta:15-5-2005].

- **Whitehead, M.; Burton, H.; Bell, P.; Arnould, J.; Rounsevell, D.** 1991. A further contribution on the biology of the Antarctic flea, *Glaciopsyllus antarcticus* (Siphonaptera: Ceratophyllidae). *Polar Biology*. 11: 379 – 383.
- **Williams, T.** 1995. *The Penguins: Adelie Penguin - Pygoscelis Adeliae*. OUP, Oxford. [en línea].
http://ourworld.compuserve.com/homepages/Peter_and_Barbara_Barham/adelie.htm [consulta:29-11-2004].
- **Woehler, E.** 1993. The distribution and abundance of Antarctic and Sub antarctic penguins. S.C.A.R. (Australia) 76pp.
- **Woehler, E.; Penney, R.; Creet, S.; Burton, H.** 1994. Impacts of human visitors on breeding success and long-term population trends in Adelie Penguins at Casey, Antarctica. *Polar Biology*. 14 (4): 269-274.
- **Zdzitowiecki, K.; White, M.** 1996. Acanthocephalan Infection of Inshore Fishes at the South Orkney Islands. *Antarctic Science*. 8 (3): 273-276.

A N E X O 1 F O T O G R A F I A S :

ENDOPARÁSITOS ENCONTRADOS EN PINGÜINOS ADELIA.



Foto N° 1.- Larva de *Rhabditis* spp. encontradas al examen directo de heces de pingüino Adelia (10x).



Foto N° 2.- Larva de *Rhabditis* spp. encontradas a la flotación de heces de pingüino Adelia (10x).



Foto N° 3.- Ooquiste de la Clase Sporozoa encontrado en heces de pingüino Adelia (40x).



Foto N° 4.- Huevo de *Tetrabothrius* spp. encontrado en heces y contenido intestinal de pingüino Adelia (10x).



Foto N° 5- Huevo de Nematodo sin identificar encontrado en heces de pingüino Adelia (10x).

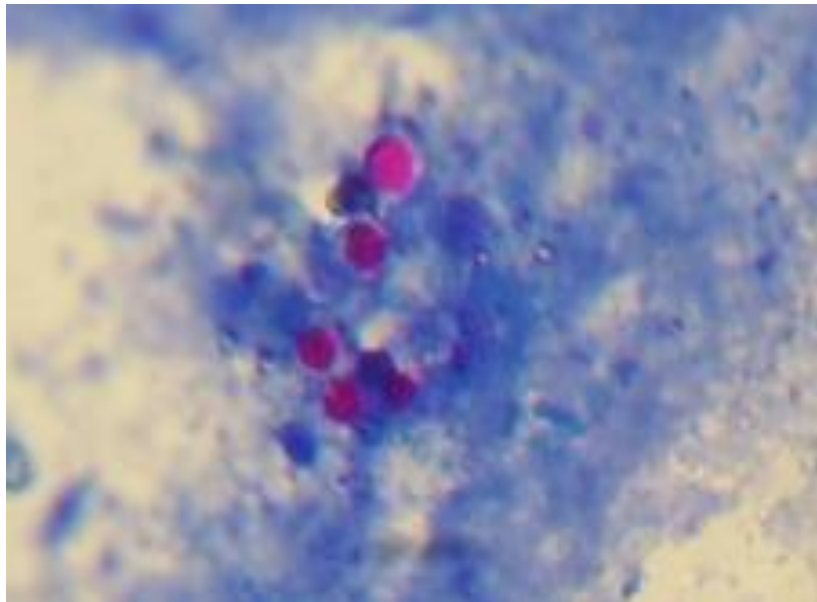


Foto N° 6- Ooquistes de *Cryptosporidium* spp. detectados mediante Ziehl Neelsen en heces de pingüino Adelia (100x).



Foto N° 7- Extremo anterior de un ejemplar adulto de *Streptocara* spp. encontrado en el estómago de un pollo de pingüino Adelia (20x).



Foto N° 8- Extremo anterior de dos estados larvarios de *Streptocara* spp., encontrados en el estómago de un pollo de pingüino Adelia (20x). (El ejemplar de la derecha corresponde a un estadio larvario L4).



Foto 9- *Tetrabothrius* spp. encontrado en el intestino delgado de un pollo de pingüino Adelia (81 cm longitud).

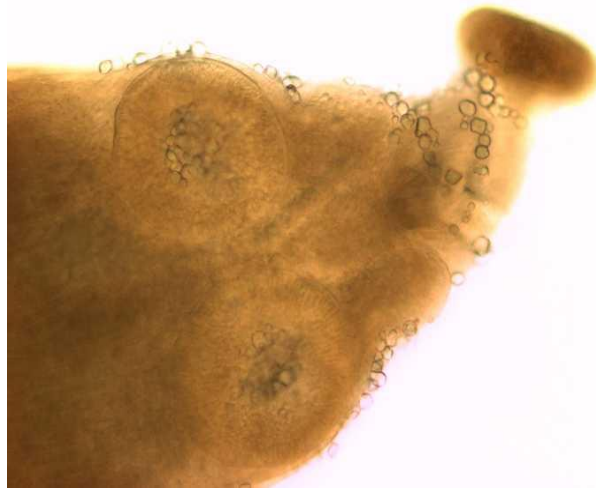


Foto N° 10- Cestodo encontrado en el intestino delgado de un pollo de pingüino Adelia (20x).

A N E X O 2

Algunas de las especies de *Cryptosporidium* encontradas en humanos y animales clasificadas por especie, y hospedero.

Especie	Hospedero
<i>Cryptosporidium hominis</i>	Principalmente Humanos
<i>Cryptosporidium parvum</i>	Vacunos, ovejas, cabras, cerdos y hombre
<i>Cryptosporidium andersoni</i>	Vacunos
<i>Cryptosporidium muris</i>	Roedores
<i>Cryptosporidium felis</i>	Gatos
<i>Cryptosporidium canis</i>	Perros
<i>Cryptosporidium baileyi</i>	Aves
<i>Cryptosporidium meleagridis</i>	Aves
<i>Cryptosporidium galli</i>	Aves
<i>Cryptosporidium wrairi</i>	Cobayo
<i>Cryptosporidium nasorum</i>	Peces
<i>Cryptosporidium molnari</i>	Peces
<i>Cryptosporidium saurophilum</i>	Serpientes y Lagartos
<i>Cryptosporidium serpentis</i>	Serpientes y Lagartos

Adaptado de: Jellison *et al.*, 2002.