

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



TESIS DE GRADO

**DETERMINACIÓN DE LA AVIFAUNA SILVESTRE COMO AGENTES
TRANSMISORES Y/O CONTROLADORES BIOLÓGICOS DE *Fasciola hepatica*
EN HUACULLANI PROVINCIA INGAVI - LA PAZ**

LEONARDO CASTILLO QUISPE

**La Paz - Bolivia
2009**

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

DETERMINACIÓN DE LA AVIFAUNA SILVESTRE COMO AGENTES
TRANSMISORES Y/O CONTROLADORES BIOLÓGICOS DE *Fasciola hepatica*
EN HUACULLANI PROVINCIA INGAVI - LA PAZ

**Tesis de Grado presentado como requisito
parcial para optar el Título de
Ingeniero Agrónomo**

LEONARDO CASTILLO QUISPE

Tutor(es):

Dr. Carlos E. Muñoz Méndez

Ing. Luis Mamani Maydana

Asesor:

M.V.Z. Freddy Lizon Ferrufino

Tribunal Examinador:

MSc. Adenio Soruco Tejerina

M.V.Z. Maria del Rosario Viscarra Salvatierra

M.V.Z. René J. Condori Equize

Aprobada

Presidente Tribunal Examinador

2009

DEDICATORIA

Al sacrificio, ejemplo de trabajo y honestidad de mi querida madre Paulina, mi eterna gratitud por concederme la vida, brindarme su cariño, apoyo y aliento en la lucha por un ideal.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, como fuente de toda inspiración, guía permanente de mi vida quien me dio y me da la voluntad para seguir adelante.

A la Asociación para la Ayuda al Tercer Mundo **INTERVIDA BOLIVIA** Terras TLB, por haberme permitido la realización del presente trabajo de tesis, por la paciencia y comprensión, a su Coordinador Lic. Samuel Aquisé y a cada uno de los técnicos que trabajan en esa Institución.

Al Ing. Waldo Saldaña, por su iniciativa y orientación en la elección del tema de tesis y su colaboración en el presente trabajo.

A mis hermanos: Fernando, Pablo y Reynaldo por su apoyo incondicional a lo largo de mis estudios y carrera profesional.

A mis Tutores Ing. Luis Mamani y Dr. Carlos Muñoz, quienes me guiaron en todo el trabajo de investigación.

A mi asesor Dr. Freddy Lizón, por su tiempo y recomendaciones oportunas.

Un agradecimiento muy especial a la Lic. Mirtha Padilla por su amistad, confianza y colaboración en el procesamiento de las muestras efectuadas en laboratorio.

A los Ingenieros: Alejandro Carlo, Nicasio Tumiri, Jorge Quiroz y Lidia Goyzueta por su amistad, eficiente labor, dedicación y colaboración brindada.

A Eddy Cejas, por su colaboración en la parte estadística y brindarme su amistad incondicional.

Agradezco a todas las personas que de una u otra manera me ayudaron en la realización de este trabajo.

¡Muchísimas gracias a todos!

CONTENIDO GENERAL

	Pag.
Dedicatoria	<i>i</i>
Agradecimiento	<i>ii</i>
Contenido General	<i>iii</i>
Contenido de Cuadros	<i>vii</i>
Contenido de Figuras	<i>vii</i>
Contenido de Anexos	<i>viii</i>
Resumen	<i>ix</i>
Summary	<i>xi</i>
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivos	3
1.1.1 Objetivo general	3
1.1.2 Objetivo específico	3
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
2.1 Antecedentes históricos	4
2.2 Clasificación	5
2.3 Etiología	5
2.4 Sinónimos	6
2.5 Generalidades de la <i>Fasciola hepatica</i>	6
2.6 Especies de fasciolas	7
2.7 Morfología	7
2.7.1 Adulto	8
2.7.2 Huevo	8
2.7.3 Miracidio	9
2.7.4 Esporcisto	9
2.7.5 Redia	10
2.7.6 Cercarias	10
2.7.7 Metacercaria	11
2.8 Localización en estado adulto	11
2.9 Ciclo biológico y mecanismos de transmisión	11
2.9.1 Hospedero intermediario	14
2.9.2 Hospedero definitivo	15
2.9.3 Ecología	15
2.10 Criterios básicos para identificación de moluscos de la familia Lymnaeidae	16
2.11 Características básicas del hábitat natural de los moluscos	17
a) Agua	17
b) Características del suelo	17
c) Luz	17

2.12	Factores externos de contaminación	18
2.12.1	Animales y pastos	18
2.12.2	Humedales	18
2.13	Animales que actúan como reservorios del parásito	18
2.13.1	Animales domésticos	18
2.13.2	Animales silvestres	19
2.14	Epidemiología	20
2.15	Patogenia y lesiones	21
2.16	Signos clínicos	22
2.17	Situación epidemiológica de la enfermedad en humanos	22
2.17.1	Sintomatología clínica	23
2.18	Distribución geográfica de la <i>Fasciola hepatica</i>	24
2.19	Distribución de la <i>Fasciola hepatica</i> en el Altiplano boliviano	25
2.20	Importancia económica	25
2.21	Bofedales	27
2.21.1	Importancia ecológica	28
2.21.2	Flora y fauna	28
2.22	Avifauna del Altiplano Boliviano	28
2.22.1	Altiplano norte	28
2.22.2	Avifauna asociada al lago Titicaca	29
2.23	Control del caracol hospedero intermediario de <i>Fasciola hepatica</i>	29
2.23.1	Control biológico	30
2.24	Técnicas para determinar riqueza y abundancia relativa de avifauna silvestre	30
2.25	Métodos de censos muestrales para estimar poblaciones de aves de vida silvestre	31
2.25.1	Método de transectas lineales	31
2.25.2	Método de conteo por puntos	31
2.25.3	Método de remoción	31
2.26	Diagnóstico	32
2.26.1	Diagnóstico postmortem	32
2.26.2	Diagnóstico antemortem	32
2.26.3	Coproscopía	33
2.26.4	Pruebas inmunológicas	33
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	34
3.1	Descripción de la zona de estudio	34
3.1.1	Localización	34
3.1.2	Ubicación geográfica	34
3.2.	Características de la zona	35
3.2.1	Clima	35
3.2.2	Precipitación	35
3.2.3	Humedad relativa	35
3.2.4	Fisiografía	36
3.2.5	Suelos	36
3.2.6	Hidrografía	37
3.2.7	Ecosistema	37
3.2.8	Vegetación	38
3.2.9	Fauna silvestre	38

3.2.10	Límites	39
3.2.11	Población	39
3.2.12	Agricultura	40
3.2.13	Ganadería	41
3.3	Materiales	43
3.3.1	Material biológico	43
3.3.2	Material de campo	43
3.3.3	Material de laboratorio	43
3.3.4	Material de gabinete	44
3.4	Metodología	44
3.4.1	Primera fase: Trabajo de campo	45
3.4.1.1	Estimación del tamaño poblacional y composición de la avifauna silvestre	45
3.4.1.2	Identificación de la avifauna silvestre	45
3.4.1.3	Captura de aves	46
3.4.2	Segunda fase	46
3.4.2.1	Necropsia y toma de muestras.....	46
3.4.2.2	Análisis coproparasitológico	47
3.4.2.3	Método de concentración de la muestra utilizado en laboratorio	48
3.4.2.4	Interpretación de los resultados	49
3.5	Variables de estudio	49
3.5.1	Composición de la avifauna silvestre	49
3.5.2	Presencia de la <i>Fasciola hepatica</i> (forma adulta) en la avifauna silvestre	49
3.5.3	Porcentaje de aves silvestres portadoras de huevos de <i>Fasciola hepatica</i>	50
3.5.4	Porcentaje de aves silvestres controladores biológicos de caracoles hospedantes de <i>Fasciola hepatica</i>	50
3.5.5	Análisis estadístico	50
4.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	51
4.1	Composición de avifauna silvestre	51
4.2	Composición y cuantificación de avifauna silvestre de mayor abundancia en los bofedales por época.....	53
4.3	Presencia de la forma adulta de <i>Fasciola hepatica</i> en la avifauna silvestre	55
4.4	Presencia de <i>Fasciola hepatica</i> (fase huevo) en la avifauna silvestre	57
4.5	Presencia de huevos de <i>Fasciola hepatica</i> en la avifauna silvestre por época	58
4.6	Identificación de avifauna silvestre portadora de huevos de <i>Fasciola hepatica</i> por época	60
4.7	Cuantificación de las aves silvestres que actúan como controladores biológicos del hospedero intermediario de la <i>Fasciola hepatica</i>	61

4.8	Identificación de avifauna silvestre que actúa como control biológico de caracoles	62
4.9	Cuantificación de la avifauna silvestre que actúa como controlador biológico por época (seca y húmeda)	63
4.10	Avifauna silvestre que cumple la función de control biológico por época distribuidas dentro los meses	65
5.	CONCLUSIONES	69
6.	RECOMENDACIONES	71
7.	BIBLIOGRAFÍA	72
ANEXOS	83

CONTENIDO DE CUADROS

Cuadro 1.	Decomisos y pérdidas económicas en bovinos faeneados con distomatosis en el matadero Municipal Los Andes. El Alto	27
Cuadro 2.	Comunidades del Cantón Huacullani	39
Cuadro 3.	Distribución de la población por localidades en la comunidad de Huacullani, según encuesta 2004	40
Cuadro 4.	Tenencia de ganado bovino a nivel familiar en la comunidad de Huacullani 2004	42
Cuadro 5.	Familias taxonómicas y números de especies de aves silvestres observados en los bofedales de Huacullani	51
Cuadro 6.	Composición de la avifauna silvestre por época en los bofedales de Huacullani	54
Cuadro 7.	Resultados de los censos de aves y los gremios tróficos al que pertenecen cada una de las especies, según adaptación en base a Martínez 2003	56
Cuadro 8.	Parámetro de cuantificación y evaluación de presencia de huevos de <i>Fasciola hepática</i> en la avifauna silvestre mediante el examen coproparasitológico en la Comunidad de Huacullani en época seca y húmeda 2006- 2007	58
Cuadro 9.	Resultados porcentuales de los análisis coproparasitológicos .	60
Cuadro 10.	Cuantificación general de la avifauna silvestre que cumple la función de control biológico del caracol <i>Lymnaea</i> sp.	61
Cuadro 11.	Avifauna silvestre que actúa como control biológico del hospedero intermediario de <i>Fasciola hepática</i> por época	64
Cuadro 12.	Cuantificación del consumo de caracoles por la avifauna silvestre por época dentro los meses	66

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 1.	Aspecto morfológico de <i>Fasciola hepática</i> adulta	8
Figura 2.	Huevo de <i>Fasciola hepática</i>	8
Figura 3.	Miracidio donde se observan una especie de pestañas o cilios que le impulsan a través del agua	9
Figura 4.	Esporosisto se observa su forma oval y alargada	9
Figura 5.	Redia, estadio larval de <i>Fasciola hepática</i>	10
Figura 6.	La cercaria puede verse a simple vista en forma de una mancha minúscula con movilidad hasta que se fija a la superficie adecuada	10
Figura 7.	Metacercarias enquistadas en plantas acuáticas tienen una cubierta gruesa y resistente, es la fase infestante de la <i>Fasciola hepática</i>	11
Figura 8.	Ciclo biológico de la <i>Fasciola hepática</i>	13
Figura 9.	Comunidad de Huacullani, Provincia Ingavi, Departamento de La Paz- Bolivia	34
Figura 10.	Necropsia de las aves realizada en el laboratorio de Terras TLB	47
Figura 11.	Muestras de heces recolectadas en frascos y conservadas en formol al 10%	47
Figura 12.	Observación de muestras por medio del microscopio	48

Figura 13.	Avifauna presente en la zona de estudio por familia y en términos de porcentaje, valores que corresponden a las especies por familia	52
Figura 14.	Valores promedios en porcentajes (presencia y no se observo) huevos de <i>Fasciola hepatica</i> en muestras de heces de aves silvestres por época	59
Figura 15.	Valores porcentuales de aves silvestres identificados como controladores biológicos	62
Figura 16.	Valores promedios en porcentajes (por época) de aves silvestres que consumen caracoles hospederos intermediarios de <i>Fasciola hepatica</i>	65
Figura 17.	Comportamiento del consumo de caracoles por las aves en los meses de la época seca	67
Figura 18.	Comportamiento del consumo de caracoles por las aves en los meses de la época húmeda	68

CONTENIDO DE ANEXOS

Anexo 1	Mapa de ubicación geográfica del área de estudio	84
Anexo 2.	Morfología de la <i>Fasciola hepatica</i> adulta	85
Anexo 3.	Lista taxonómica y abundancia de aves silvestres en los bofedales de Huacullani	86
Anexo 4.	Fotografías de resultados coprorasitológicos observados en laboratorio	87
Anexo 5.	Avifauna silvestre observada en los bofedales de Huacullani	88
Anexo 6.	Fotografías de la Comunidad de Huacullani en época seca	89
Anexo 7.	Fotografías de la Comunidad de Huacullani en época húmeda	90
Anexo 8.	Fotografías de muestras procesadas en laboratorio	91
Anexo 9.	Base de datos	92

RESUMEN

El altiplano Boliviano presenta elevadas prevalencias de parasitosis por *Fasciola hepatica* tanto en el ganado doméstico como en humanos. Su ciclo de vida involucra a caracoles del género *Lymnaea* como hospedadores intermediarios y a bovinos y ovinos como principales hospederos definitivos en los que ocasiona grandes pérdidas económicas. Los bofedales presentes en la zona lacustre del altiplano norte se caracterizan por ser extremadamente productivos que sirve de sustento permanente de importantes poblaciones de ganado doméstico, constituyendo a la vez un hábitat apropiado para mantener una sobresaliente biodiversidad de avifauna silvestre que comparten ambientes con el ganado y el caracol.

El objetivo de este estudio fue identificar las aves silvestres presentes en los bofedales que actúan como agentes transmisores y/o controladores biológicos de *Fasciola hepatica* en dos épocas del año. Para dicho estudio, en el periodo de julio de 2006 a abril de 2007, fueron analizados 154 aves silvestres capturados en los bofedales de la comunidad de Huacullani, que se encuentra en el Municipio de Tiwanaku, Provincia Ingavi.

Se identificaron las familias: Anatidae 29% con 2 especies, Threskiornithidae 29% con 2 especies, Scolopacidae, Laridae y Charadriidae las tres con 14% (1 especie). Las especies mas importantes en cuanto a su abundancia fueron: *Anas flavirostris*, *Plegadis ridgwayi*, *tringa flavipes* y *Larus serranus*, las otras tres especies presentes se encuentran en menores porcentajes.

Se identificaron dos especies de aves como portadores de huevos de *Fasciola hepatica*, *Anas flavirostris* y *Tringa flavipes*. De los resultados obtenidos, en la época seca en ninguna de las especies capturadas y examinadas se observó la presencia de huevos del parásito en las muestras coproparasitológicas. En la época húmeda en el 17,65% de la especie *Anas flavirostris* se observó la presencia de huevos del parásito, en la especie *Tringa flavipes* el porcentaje fue del 12,50%, en toda la época húmeda la presencia de huevos en las muestras es del 7,44% y considerando ambas épocas este porcentaje es del 5,84%.

En cuanto a la función que cumplen como control biológico del hospedero intermediario de la *Fasciola hepatica*, se identificó a dos especies de aves, la especie *Plegadis ridgwayi* y *Tringa flavipes*. En época seca el 6,25% de las aves capturadas de la especie *Plegadis ridgwayi* actúan como controladores biológicos. En la época húmeda el 58,54% de la especie *Plegadis ridgwayi* y el 37,50% de la especie *Tringa flavipes* cumplen con esta función.

Respecto a los meses de la época seca (jul- oct) solo en el mes de octubre se tiene un porcentaje de consumo de caracoles por las aves del 9,10%. En los meses de la época húmeda (nov- abr), el consumo para el mes de noviembre fue del 14,29%, diciembre 30%, enero 29,17%, febrero 31,82%, marzo 23,81% y 30% para el mes de abril. En forma general los resultados en la época seca fueron del 3,03% y en la época húmeda de 27,27%. En resumen para ambas épocas el 22,08% de las aves silvestres cumplen con la función de control biológico del hospedero intermediario de la *Fasciola hepatica*.

SUMMARY

The Bolivian highland presents high parasitosis prevalencias for so much Fasciola liverwort in the domestic livestock as in human. Their cycle of life involves snails of the gender Lymnaea like intermediary hospedadores and to bovine and ovinos like definitive main hospederos in those that it causes economic big losses. The present bofedales in the lacustrine area of the north highland is characterized to be extremely productive that serves as important populations' of domestic livestock permanent sustenance, constituting an appropriate habitat at the same time to maintain an excellent biodiversity of wild avifauna that you/they share atmospheres with the livestock and the snail.

The objective of this study was to identify the birds wild present in the bofedales that act as agents transmitters and/or biological controllers of Fasciola liverwort in two times of the year. For this study, in the period of July of 2006 to April of 2007, 154 wild birds captured in the bofedales of the community of Huacullani that is in the Municipality of Tiwanaku, County Ingavi were analyzed.

Of they were identified the families: Anatidae 29% it cheats to 2 species, Threskiornithidae 29% of cheat to 2 species, Scolopacidae, Laridae Charadriidae the three of and they cheat 14% (1 species). The species but important as for their abundance they were: *Anas flavirostris*, *Plegadis ridgwayi*, *tringa flavipes*) and *Larus serranus*, the other three present species are in smaller percentages.

Two species of birds like payees of eggs of Fasciola liverwort were identified, *Anas flavirostris* and *Tringa flavipes*. Of the obtained results, in the dry time in none of the captured species and examined the presence of eggs of the parasite was observed in the samples coproparasitológicas. In the humid time in 17,65% of the species *Anas flavirostris* the presence of eggs of the parasite was observed, in the species *Tringa flavipes* the percentage was of 12,50%, in the whole humid time the presence of eggs in the samples is of 7,44% and considering both times this percentage is of 5,84%.

As for the function that you/they complete as biological control of the intermediary hospedero of hepatic Fasciola, you identifies to two species of birds, the species *Plegadis ridgwayi* and *Tringa flavipes*. In dry time 6, 25% of the captured birds of the species *Plegadis ridgwayi* act as biological controllers. In the high rail of *Plegadis ridgwayi* high rail of *Tringa* of species 37, 50% of and of species 58,54% of humid of time *flavipes* function of this of cheat of they complete.

In the months of the dry time (Jul - oct) for the month of October the percentage of consumption of snails was of 9,10%. In the humid time (nov - apr), for the month of November the consumption of snails was of 14,29%, in December 30%, January 29,17%, February 31,82%, March 23,81% and April 30%. In general the results in the dry time were of 3,03% and in the humid time of 27,27%. in summary for both times the percentage of wild birds that you/they fulfill the function of biological control of the intermediary hospedero of the hepatic Fasciola was of 22,08%.

1. INTRODUCCION

Bolivia cuenta con una gran diversidad de avifauna, gracias a la variedad de ecoregiones que presenta, aproximadamente se registran 1398 especies de aves entre terrestres y acuáticas, paseriformes y no paseriformes, siendo el quinto país más rico en ornitofauna en Sudamérica después de Colombia, Perú, Brasil y Ecuador (Stotz *et al.*1996). En la región del Altiplano se registran más de 100 especies tanto de amplia abundancia como de distribución restringida a estos ambientes.

El avance de la agricultura y la ganadería próxima a las áreas húmedas denominadas bofedales proporcionan un contacto entre las poblaciones humanas y de sus animales domésticos con las poblaciones de aves silvestres. Este estrecho contacto facilita la diseminación de agentes infecciosos y parasitarios para nuevos hospederos y ambientes, estableciéndose asimismo nuevas relaciones entre hospederos y parásitos lo que facilita la transmisión de enfermedades.

Como consecuencia de esas interacciones negativas ocurren enfermedades en animales de importancia económica y zoonosis con expansión epidémica y el incremento de su diseminación geográfica, ello denota, la posibilidad de una importante participación de las aves silvestres en mantener el ciclo de transmisión de estas enfermedades.

Una de estas enfermedades es la fasciolosis o distomatosis hepática que representa la enfermedad hepática parasitaria más importante en los rumiantes, por la presencia y acción del tremátodo *Fasciola hepatica* en el parénquima hepático, conductos biliares y vesícula biliar.

Esta enfermedad es de distribución mundial. Su relevancia radica en que provoca cuantiosas pérdidas económicas que año tras año merman en forma considerable la producción pecuaria. Se ha estimado que una cuarta parte de la población mundial de ovinos y bovinos pastorean en áreas donde la *Fasciola hepatica* esta presente y

el medio ambiente es favorable para su mantenimiento y propagación (Nari y Fiel 1994).

La fasciolosis es una de las enfermedades parasitarias, que mayores pérdidas económicas ocasiona a la ganadería nacional, el parásito puede desarrollarse también en diversas especies de fauna silvestre. Su ciclo de vida involucra a caracoles del género *Lymnaea* como hospederos intermediarios y a bovinos y ovinos como principales hospederos definitivos.

Las aves silvestres son hospederos de una gran variedad de parásitos. Así mismo juegan un papel preponderante en el aumento o disminución de los caracoles por su hábito alimenticio, por consiguiente, en el ciclo biológico y transmisión de la fasciolosis a los hospederos definitivos.

A pesar de que en Bolivia la fasciolosis es endémica, no se han realizado estudios para determinar la importancia de la avifauna silvestre en la transmisión y menos aún en el control de la enfermedad. Revisada la bibliografía sobre el tema, no se encontró ninguna referencia acerca de la presencia de la *Fasciola hepatica* en aves silvestres del Altiplano norte de La Paz o de Bolivia, la mayor parte de la información e investigaciones parasitológicas en animales silvestres están concentradas en países del hemisferio norte, especialmente Norteamérica y Europa.

Por esta razón se vio necesario determinar el rol que desempeñan las aves como posible transmisor y controlador biológico del hospedero intermediario de dicho tremátodo. Este estudio tiene mayor justificación al recordar que la fasciolosis es una enfermedad parasitaria susceptible de afectar a los animales de importancia zootécnica y al hombre.

Por los antecedentes mencionados y la falta de información sobre el tema, en el presente estudio se planteo los siguientes objetivos.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo general

Determinar las especies de avifauna silvestre de mayor abundancia en la zona, que actúan como agentes transmisores y/o controladores biológicos de la *Fasciola hepatica* en la comunidad de Huacullani, Provincia Ingavi Departamento de La Paz, en época seca y húmeda.

1.1.2 Objetivos específicos

- ✓ Identificar la avifauna silvestre de mayor predominancia en los bofedales de la comunidad de Huacullani en época seca y húmeda.
- ✓ Determinar la presencia de *Fasciola hepatica* en las aves capturadas, mediante análisis coproparasitológico y necropsia a nivel hepático en época seca y húmeda.
- ✓ Determinar la avifauna silvestre de la zona, que actúan como controladores biológicos de hospederos intermediarios de *Fasciola hepatica*.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1 Antecedentes históricos

La primera referencia escrita en la que se describe el agente etiológico de la fasciolosis es la que hizo Jean de Brie en 1379, cuando se refirió a la *Fasciola hepatica* como el agente causal de la putrefacción del hígado. En 1686 Redi hizo el primer dibujo del parásito. Las cercarias y redias, que son estadios larvarios del parásito, fueron descritos por Swammerdam en 1737 y Linneo en 1758 le dio el nombre que tiene actualmente: *Fasciola hepatica*. Pallas lo identifica como parásito del hombre y lo menciona por primera vez en 1818. Thomas, en 1880, identifica a los caracoles pulmonados de agua dulce de la especie *Lymnaea truncatula* como huéspedes intermediarios de *Fasciola hepatica* (Pérez 1978).

En 1773 Muller vio cercarias en agua de charcos, en 1800 Zeder, descubrió la eclosión de un huevo de trematode y la salida del miracidio. En 1882 Bojanus, descubrió la redia y vio cercarias nacidas de ellas (Taylor 1965).

En 1842 Streestup, teorizó correctamente que estas variadas formas podrían representar estadios separados en el desarrollo de la misma criatura, aunque no había sido probada la relación entre miracidios y redias, entre metacercarias y fasciola adulta (Morales 1983).

En 1852, Leuckard demostró experimentalmente que las cercarias expulsadas desarrollaban hacia fasciolas adultas en el huésped apropiado (Taylor 1965).

En 1882 Leuckard en Alemania y Tomas en Inglaterra investigaron por primera vez el ciclo evolutivo completo de la *fasciola hepatica* e indicaron el papel del huésped intermediario.

En 1553 aparece en Holanda la primera epizootia de ganado mencionado en la historia. En el siglo XVII aparecen reportes sobre numerosos brotes en toda Europa, dando cuenta detallada de muertes de ovejas, cuyos hígados se encontraban parasitados con fasciola (Taylor 1965).

2.2 Clasificación

La *Fasciola hepatica* se encuentra dentro del taxa superior Plathelminthos que son gusanos aplanados en sentido dorsoventral. Los gusanos chupadores (trematodos) viven exclusivamente de modo parasitario. Los dos sub. grupos de trematodos Monogenea y Digenea se distinguen ampliamente por su conformación externa, su desarrollo evolutivo y su modo de vivir (Cordero de C. *et al.* 1999).

Según Alcaino (1999) taxonómicamente se clasifica en:

Reino : Animal,
Subreino : Metazoarios,
Phylum : Plathelminthos,
Clase : Tremátode,
Orden : Digenea,
Familia : Fasciolidae,
Género : Fasciola,
Especie : *Fasciola hepatica*.

2.3 Etiología

La *Fasciola hepatica* (anexo 2) es un helminto hermafrodita de cuerpo ancho y aplanado dorsoventralmente, en estado adulto mide entre 20 a 30mm. X 8 a 15mm. los huevos entre 130 a 150 x 63 a 90 micras (Jensen y Mackey 1973). Posee dos ventosas muy próximas, la ventral más grande que la oral y un proceso cónico en su extremo anterior donde se encuentra la boca (Cordero del C. *et al.* 1999). La superficie corporal se halla cubierta de escamas a modo de púas dirigidas hacia atrás y que se disponen en hileras transversales sobre la superficie ventral hasta el borde de las cuatro quintas partes de toda su longitud; en la superficie dorsal no llegan tan lejos, en fresco, es de color pardo grisáceo, cambiando a gris cuando se conserva (Soulsby 1987).

Posee una faringe musculosa de 700x 400 micras, le sigue el esófago que es más largo. El tubo digestivo se bifurca a la altura de la ventosa oral, formando ramas primarias y secundarias que se extienden hasta la parte posterior del cuerpo. Tiene un cirro bien desarrollado y el saco del cirro contiene la próstata y la vesícula seminal

2.4 Sinónimos

Los nombres sinónimos de la enfermedad corresponden a: *Fasciola hepatica*, fasciolosis, fascioliasis, fasciolosis mal de botella, hígado picado, conchuela, alicuya, babosa, caquexia acuosa, distomatosis hepática, duela del hígado, gusano del hígado, jallo jallo, lengush, palomilla del hígado, acuyachi, qallotaca, saguaypé y t'alpa laqu (Acha 1986 y Cáceres 1989).

Científica e internacionalmente lo conocen como: gusano del hígado, duela del hígado, saguaypé, fasciolosis, ***Fasciola hepatica*** y trematodo (OMS/OPS 1992).

2.5 Generalidades de la *Fasciola hepatica*

Según Urquhart *et al.* (2001) la fasciolosis hepática es una enfermedad parasitaria que afecta a los conductos biliares de rumiantes, cerdos, equinos, conejos y otros herbívoros, así también al hombre. Por lo tanto es una enfermedad zoonótica y en comparación con la infección animal, la prevalencia real de esta enfermedad en el hombre es aún desconocida y de difícil diagnóstico.

Al respecto Cordero del C. (1999) indica que la fasciolosis es una enfermedad parasitaria producida por parásitos pertenecientes al Phylum Platyhelminthes, específicamente a la clase trematoda. Dentro de esta clase encontramos dos subclases Monogenea y Digenea. Los vermes pertenecientes a la subclase Monogenea solo afectan a los peces, en tanto que los de la subclase Digenea se hospedan en vertebrados y son comúnmente denominados “duelas” o “piriguines”.

Afecta diversas especies de animales domésticos, como los bovinos, ovinos, caprinos, porcinos y equinos, así mismo, parasita al hombre y especies silvestres como los conejos, canguros, elefantes y ciervos. Normalmente el parásito adulto se

ubica en los canalículos biliares de los hospederos frecuentes, pero en otros casos puede ubicarse en pulmón o bajo la piel, entre otras ubicaciones. Este parásito se encuentra en gran parte del mundo, donde existen condiciones de humedad y temperatura adecuadas para su desarrollo (Urquhart *et al.* 2001).

Leguía (1997), indica que la fasciolosis es una zoonosis parasitaria que ocasiona patología y sintomatología hepato-biliar debida a la migración de trematodos pertenecientes al género fasciola, a través del parénquima hepático y después a la instalación y desarrollo en los canales biliares de bovinos, ovinos caprinos y humanos. Este parásito hematófago, determinada por su presencia en los canales biliares del hígado que provoca ictericia por retención, además de patologías generalizadas como enflaquecimiento, edema sub mandibular, anemia, angiocolitis, diarrea y esclerosis hepática.

2.6 Especies de fasciolas

En el ganado bovino, la distomatosis hepática es causada por cuatro especies de trematodos: *Fasciola hepatica*, *Fasciola gigántica*, *Fascioloides magna* y *Dicrocoelium dentriticum* (Jensen y Mackey 1973). La *Fasciola hepatica* es el trematodo hepático más común y mas importante, que presenta una distribución mundial (Radostits *et al.* 2002). La *Fasciola gigántica* es mas frecuente en África e India. *Fasciola magna* se encuentra principalmente en Norte América y Europa. La distribución del *Dicrocoelium dentriticum* en Norte América es muy escasa, aunque se halla ampliamente distribuida en Europa y Asia (Blood y Radostits 1992).

Basso (1992) menciona que, la *Fasciola gigántica* es más grande y de áreas tropicales, mientras que la *Fasciola hepatica* es más chica y de áreas con condiciones climáticos templadas. En América la única que existe es *Fasciola hepatica*. El género Fasciola es de distribución mundial.

2.7 Morfología

Según Blood (2002) se describen la morfología de los diferentes estadios:

2.7.1 Adulto

Tiene forma foliácea (hoja), es aplanado dorsoventralmente y el tegumento presenta espinas, la ventosa oral esta situada en el borde anterior, la ventosa ventral a la altura de los “hombros”, el poro genital se encuentra por encima de la ventosa ventral, el aparato digestivo es ciego y ramificado, son hermafroditas, el ovario y los testículos son ramificados. Mide de 1,8 a 5 cm. de longitud por 0,5 a 1,5 cm. de ancho (figura 1).

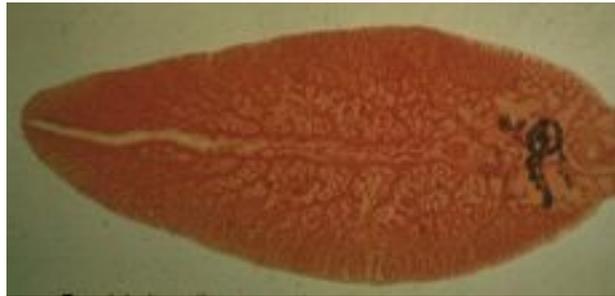


Figura 1. Aspecto morfológico de *Fasciola hepatica* adulta

2.7.2 Huevo

Es de color amarillo, son ovaes y alargados, tienen un opérculo en el extremo anterior. El cigoto esta en posición medio anterior. Miden de 130 a 150 por 63 a 90 micras. Los huevos penetran en la bilis, donde presenta el aspecto de una arena fina pardo dorada, los huevos descienden con bastante rapidez por el líquido acuoso y muchas de ellas se alojan al menos durante algún tiempo en el fondo de la vesícula biliar (figura 2).



Figura 2. Huevo de *Fasciola hepatica*

2.7.3 Miracidio

Es un estadio larvario con presencia de cilios de forma ovalada, la parte anterior del miracidio es más ancha y termina en una protrusión. Presenta un par de manchas fotosensibles de color marrón, en forma semilunar. Mide 128 micras de largo, por 25 micras de ancho (figura 3).

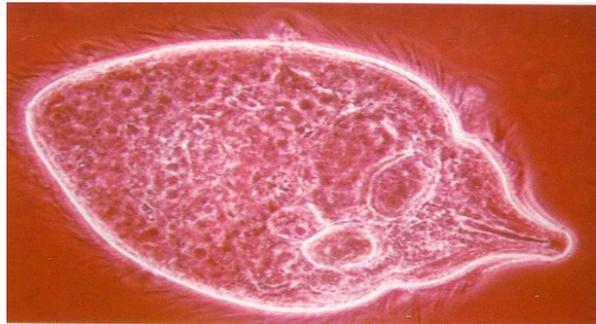


Figura 3. Miracidio donde se observan una especie de pestañas o cilios que le impulsan a través del agua

2.7.4 Esporocisto

Tiene forma oval alargada, con un extremo redondeado y el otro cónico. Posee en su interior células germinales que posteriormente formaran masas de las que se originan las redias y cercarias. Mide de 500 a 600 micras (figura 4).



Figura 4. Esporocisto se observa su forma oval y alargada

2.7.5 Redia

Es un saco alargado lleno de células germinales que se diferencian en redias hijas y cercarias. En el extremo anterior tiene una ventosa y un collar anular, en el último tercio tiene dos proyecciones laterales parecidos a aletas. Mide 3 mm. de largo (figura 5).



Figura 5. Redia, estadio larval de *Fasciola hepatica*

2.7.6 Cercarias

Tiene un cuerpo alargado que mide de 250 a 330 micras y la cola mide 700 micras de largo, el tracto digestivo de la cercaria está formado por una faringe, un esófago, un doble intestino y un sistema excretorio pareado. Bajo condiciones de laboratorio los caracoles pueden albergar en promedio 186 redias y 1443 cercarias (figura 6).

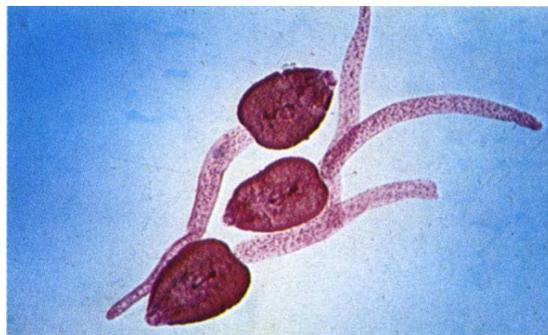


Figura 6. La cercaria puede verse a simple vista en forma de una mancha minúscula con movilidad hasta que se fija a la superficie adecuada

2.7.7 Metacercaria

Ocurre cuando la cercaria pierde la cola y se enquista para asumir forma redondeada de color blanquecino. Miden de 180 a 210 micras de diámetro. Con la formación y expulsión de la metacercaria finaliza la vida parasitaria en el hospedero intermediario y se inicia un periodo de vida libre como metacercaria enquistada hasta que es ingerida e inmediatamente se inicia la parte del ciclo de vida correspondiente al hospedero definitivo (figura 7).

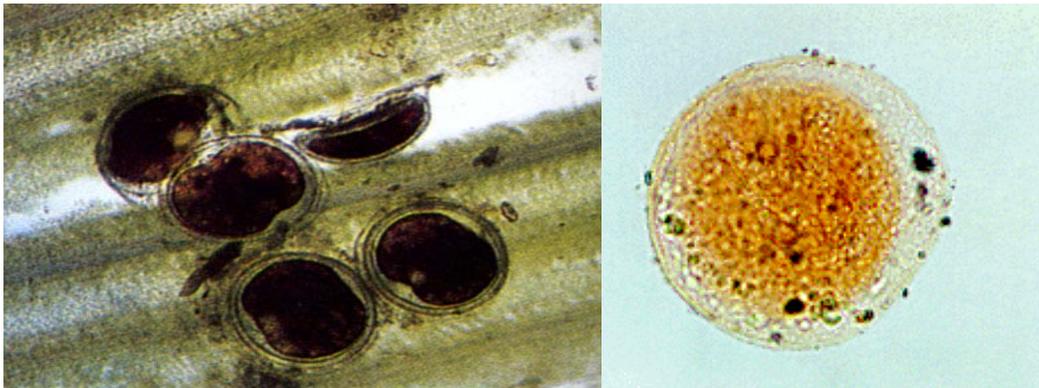


Figura 7. Metacercarias enquistadas en plantas acuáticas tienen una cubierta gruesa y resistente, es la fase infestante de la *Fasciola hepatica*

2.8 Localización en estado adulto

Quiroz (1990) indica que, el estado adulto de este parásito se localiza en los conductos biliares y en las formas juveniles en el parénquima hepático; y tejido subcutáneo aunque pueden presentarse erráticamente en pulmones y otros órganos, en tejidos como el músculo, pero allí no completa su ciclo biológico.

2.9 Ciclo biológico y mecanismos de transmisión

Los parásitos adultos se ubican en los canalículos biliares de los hospederos definitivos donde producen huevos por autofecundación, los que son liberados por la bilis y salen al medio ambiente en las heces del animal. Estos huevos son operculados y en su interior desarrollan otro estadio evolutivo, el miracidio. Esto ocurre en un lapso de 9 a 14 días y requiere para ello temperaturas de 22 a 26°C y una humedad ambiental alta. Cuando la condición ambiental, en particular la

temperatura, no es la óptima la evolución es retardada llegando incluso a ser inhibida completamente a una temperatura inferior a 10°C. Por lo anterior el ciclo queda interrumpido, en el periodo de otoño-invierno donde no se producen nuevas infecciones (Alcaíno y Apt 1989).

Después de su eclosión, el miracidio busca al hospedero intermediario, un caracol anfíbio, que en nuestro país corresponde al *Galba (Pectinidens) viatrix*. Este también necesita alta humedad y temperaturas, sobre los 10°C para completar su desarrollo (Alcaíno y Apt 1989).

El miracidio una vez eclosionado busca al caracol y penetra en él a través de la piel, generando en su interior un esporoquiste que produce partenogenéticamente 5 a 8 redias las que en condiciones desfavorables originaran redias hijas y nietas. Si estas encuentran condiciones ambientales apropiadas, originaran cercarias que abandonan el caracol y nadan hasta enquistarse en un vegetal originando las metacercarias (Urquhart *et al.* 2001). Este último estado es el infectante, el cual resiste hasta un año con buena humedad y bajas temperaturas (Alcaíno y Apt 1989). Finalmente el ciclo evolutivo dentro del caracol es de aproximadamente 5 a 6 semanas según (Alcaíno *et al.* 1993).

Por lo tanto el hospedero definitivo se infecta al consumir vegetales contaminados con metacercarias, las que al desenquistarse en el tubo digestivo dejan en libertad fasciolas juveniles. Estas al penetrar la pared intestinal, caen en la cavidad peritoneal y a través de ella migran al hígado por quimiotaxis. Luego de 3 o 4 días estos estadios juveniles atraviesan la cápsula de Glisson y migran durante 6 semanas por el parénquima hasta alcanzar finalmente los canalículos biliares donde culmina su desarrollo en aproximadamente 4 semanas. Durante este tiempo las fasciolas alcanzan su madurez sexual y comienzan a producir huevos (Dunn 1983, Alcaíno y Apt 1989 y Urquhart *et al.* 2001). Todo el proceso del ciclo biológico descrito se observa en la figura 8.

La etapa prepatente de esta infección, es decir, aquel periodo que transcurre desde que el estadio evolutivo infectante es ingerido hasta que el parásito, una vez maduro

sexualmente, comienza a eliminar huevos por las heces, dura aproximadamente de 10 a 12 semanas (Duménigo *et al.* 1999).

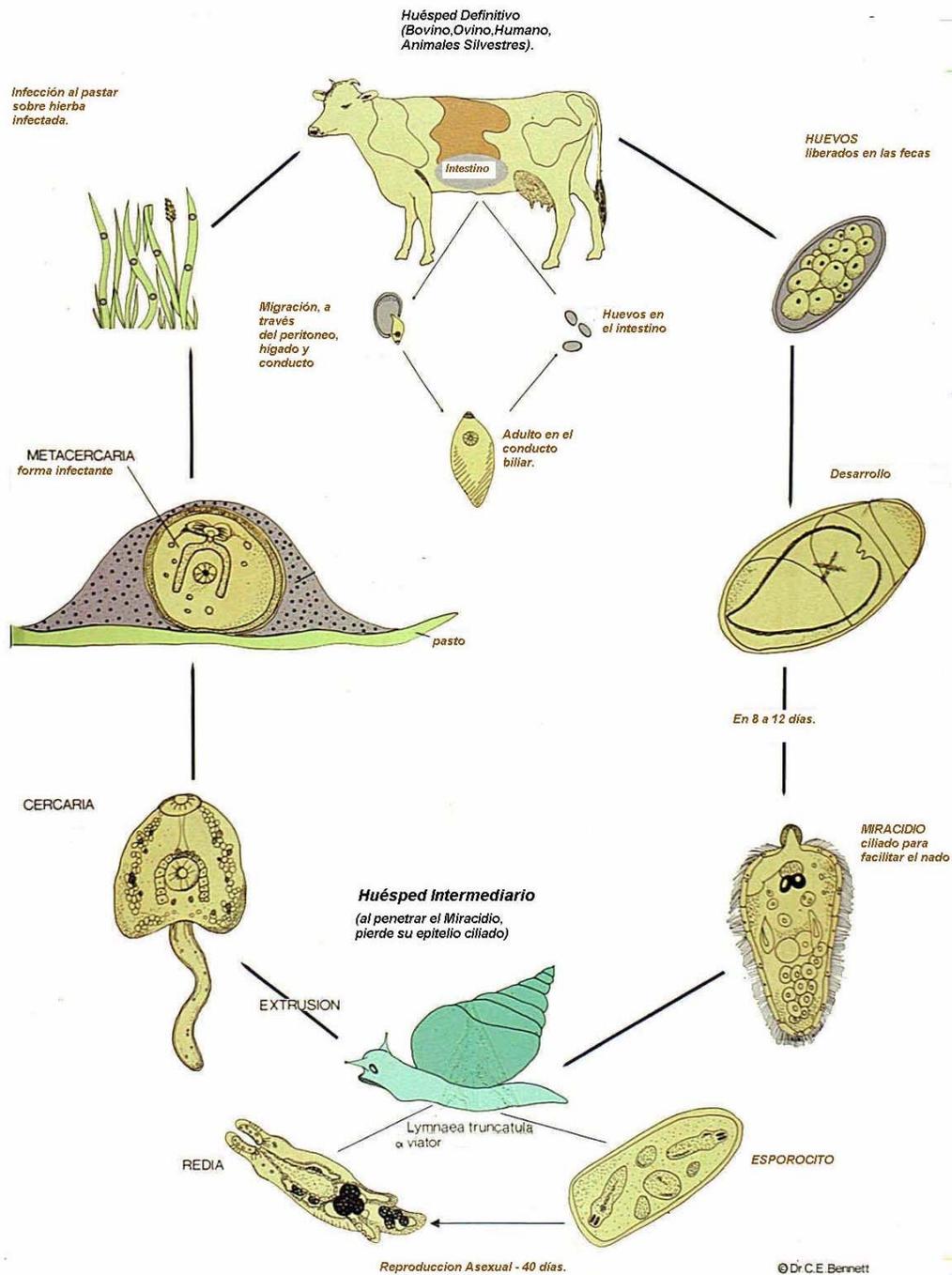


Figura 8. Ciclo biológico de la *Fasciola hepatica*

2.9.1 Hospedero intermediario

El hospedero intermediario de la *Fasciola hepatica* se encuentra limitado a caracoles del género *Lymnaea*. Estos caracoles son anfibios, de color pardo, viven en barro húmedo, en orillas de riachuelos, vertientes, bofedales o lugares de aguas poco profundas y no estancadas. En condiciones de sequía o frío, tanto el caracol como los estadios intermediarios disminuyen su actividad metabólica pudiendo sobrevivir varios meses para reaparecer cuando las condiciones les resulten favorables. Teniendo en consideración que temperaturas inferiores a los 10°C inhiben la actividad del caracol intermediario (Olaechea 1994).

Roldan (1988) señala que, los Lymneidos tiene concha cónica dextrógena, son herbívoras, presentan un par de tentáculos, ojos cerca de la base del tentáculo. Son lucífugos, es decir, huyen de la luz solar directa, buscando zonas sombreadas y oscuras durante el día, desarrollando su máxima actividad durante la noche. Estos moluscos son hermafroditas.

En diferentes áreas geográficas son importantes las especies *Lymnaea truncatula*, *L. viatrix*, *L. tomentosa*, *L. cubensis* (Acha y Szyfres 1997). En Sudamérica *L. viator* y *L. diaphena* (Slousby 1987). Son caracoles hermafroditas y auto fértiles en los que no se ha comprobado fecundación cruzada (Nari y Fiel 1994).

Se desarrolla en tierra con algas como alimento, hábitat en el campo, terrenos con humedad permanente (manantiales), aguas poco profundas y renovables, se han encontrado en muchas oportunidades ejemplares con infección natural (Nari y Fiel 1994). *Lymnaea viatrix*, segrega una sustancia que atrae al miracidio (Cordero del C. et al. 1999).

En Bolivia las especies de mayor importancia corresponden a *Lymnaea viatrix* y *L. cubensis* como hospedero intermediario de *Fasciola hepatica*. Los estudios de secuencias de ADN y de isoenzimas demostraron no solo que la especie europea *Lymnaea truncatula* aparece asimismo en América del Sur, sino también que es la

única especie de molusco que participa en la transmisión de la fasciolosis en el altiplano boliviano (Copa 1997).

2.9.2 Hospedero definitivo

Los hospederos definitivos mas importantes de la *Fasciola hepatica* son el ovino, bovino, caprinos, equinos, porcinos y algunos animales silvestres que pastorean en áreas contaminados, pueden ser infectados con *Fasciola hepatica*, actuando fundamentalmente como reservorios que llegan a adquirir importancia en aquellas áreas en que se programa la erradicación de la enfermedad (Nari y Fiel 1994).

2.9.3 Ecología

El conocimiento de la ecología en la que se desarrolla el caracol, nos permite conocer la epidemiología y el ciclo de la enfermedad provocada por la *Fasciola hepatica*, siendo un factor importante la humedad ambiental, sobre todo para mantener el equilibrio hídrico dentro de los tejidos del caracol. El grado de humedad influye de tal manera sobre la actividad del caracol que solamente son activos cuando la humedad relativa es superior al 80% (Barnes 1987).

Según Barnes (1987) la población crece mientras el terreno este saturado y llenos los intersticios del suelo con una superficie húmeda en la capa superior. Otro factor que influye en la actividad de estos moluscos, es la luz; los caracoles son lucífugos, es decir, huyen de la luz sobre todo de la luz solar directa, buscando zonas sombreadas y oscuras durante el día y desarrollando su máxima actividad durante la noche.

El mismo autor indica que si la evaporación es superior a las precipitaciones, el suelo se seca reduciéndose la superficie disponible para la propagación del caracol solo a estas zonas húmedas, en el altiplano estas se conocen con el nombre de bofedales y de ahijaderos, siendo también zonas de gran importancia epidemiológica los bordes y orillas de los ríos y lagos.

Se menciona la presencia de la fasciolosis a gran altitud (3500- 4200 msnm) en distintas regiones andinas como ser: Bolivia y el Perú, esto significa que no solo que el molusco y el parásito han sido capaces de colonizar con éxito condiciones extremos de gran altitud sino también que han sabido poner en práctica distintas estrategias de adaptación que permiten tasas más elevadas de transmisión del parásito (Mas- Coma *et al.* 1999).

2.10 Criterios básicos para la identificación de moluscos de la familia Lymnaeidae.

Los limneidos presentan una concha helicoidal, ovalada, oblonga, de contornos cónicos; la cual se enrolla en el plano vertical y hacia la derecha durante su desarrollo ontogénico, siendo por lo tanto dextrógira; presentan peristoma simple y carecen de opérculo (Malek y Cheng 1974).

Entre *L. cubensis* y *L. columella* existen notables diferencias de tamaño, tal como lo señalan Pino y Morales (1982), en condiciones de laboratorio: talla promedio de los recién nacidos es de 0,63 mm y 0,85 mm y talla máxima promedio de los adultos de 9 mm y 20 mm para *L. cubensis* y *L. columella*, respectivamente. Además la abertura de la concha es más grande en *L. columella* (2/3) que en *L. cubensis* (1/2).

Los limneidos son ovíparos y depositan sus huevos envueltos en una masa gelatinosa, que por su forma y números de huevos que contiene, tiene valor taxonómico (Malek y Cheng 1974).

Al respecto Morales y Pino (1992) indican que la masa ovígera de *L. columella* tiene forma alargada y es de consistencia firme; contiene en promedio 30 huevos de 0,77 x 0,65 mm; la duración del desarrollo embrionario es de 9 días en promedio y la producción promedio de masas de huevos es de 77 días.

En el caso de *L. cubensis*, las masas ovígeras tienen forma redondeada y consistencia menos firme, con un contenido promedio de 13 huevos de 0,69x 0,58

mm. La duración promedio del desarrollo embrionario es de 8 días y producen un promedio de 80 masas de huevos durante su vida adulta (Rodríguez *et al.* 1987).

2.11 Características básicas del hábitat natural de los moluscos

a) Agua. Es un elemento de gran importancia en vista de la condición de anfibios de estos caracoles, por lo que fue señalada por Taylor (1965), como uno de los cuatro factores que condicionan la presencia de la especie congénica presente en Europa *L. truncatula*. Sin embargo, debemos destacar que estos limneidos tienen la capacidad de entrar en diapausa hasta por un año (Leimbacher 1985).

En efecto, bajo condiciones de laboratorio se demostró que *L. cubensis* puede resistir hasta 8 meses en ausencia de agua (Vergani 1975). Para detectar zonas distomatósicas, bajo nuestras condiciones ambientales, más importante que la información pluviométrica es la localización de los microhábitat con humedad permanente, como los bordes de acequias, márgenes de riachuelos de corriente lenta y en zonas de manantial (Morales y Pino 1992). Estos limneidos requieren de sitios bien oxigenados y sin putrefacción.

b) Características del suelo. Los limneidos anfibios requieren de suelos que retengan la humedad, preferentemente con textura arcillosa (Taylor 1965).

En cuanto a la composición química, es muy importante la presencia de altos contenidos de calcio en vista de los requerimientos para la formación de la concha (Taylor 1965, Euzeby 1971); sin embargo, *L. cubensis* se desarrolla adecuadamente en condiciones naturales en suelos con contenido medio en Calcio (Pino y Morales 1982).

c) Luz. La posibilidad de la entrada de luminosidad en el hábitat constituye una condición fundamental, ya que las microalgas cianofíceas y clorofíceas, que le sirven de alimento a estos moluscos, requieren de una adecuada radiación ultravioleta para su crecimiento (Leimbacher 1985).

Por consiguiente, es muy difícil encontrar estos moluscos en lugares muy sombreados (Morales y Pino 1992).

2.12 Factores externos de contaminación

2.12.1 Animales y pastos

Un factor de contaminación es la introducción de animales infectados con fasciolosis a zonas que reúnen las condiciones para el establecimiento del ciclo evolutivo completo. Esto destaca la necesidad de un diagnóstico adecuado previo a la introducción de animales provenientes de zonas distomatósicas, debiendo además prohibirse el uso de pasto de corte proveniente de esas localidades debido a la alta probabilidad de que venga contaminado con metacercarias enquistadas (Ayaqui 2001).

2.12.2 Humedales

La presencia de la distomatosis hepática se incrementa después de varios meses de sequía, lo cual posiblemente se deba a la aglomeración de los animales alrededor de los puntos de conservación de agua, y que constituyen a su vez un magnífico biótomo para los caracoles hospederos intermediarios, garantizándose de esta manera la infección de dichos caracoles y de una alta concentración de metacercarias disponibles para los hospederos definitivos (Ayaqui 2001).

2.13 Animales que actúan como reservorios del parásito

2.13.1 Animales domésticos

Según Coma, *et al.*(1997), en el altiplano boliviano, los estudios sobre la prevalencia y la intensidad demuestran que, además de las ovejas y las vacas, los cerdos y los burros también son reservorios eficientes del parásito; las cifras correspondientes a los cerdos son de un 27,1% de animales infectados, 4 - 65 hpg (media, 21,6 hpg), y una producción estimada de 2.000 a 195.000 huevos por huésped y por día, y en el

caso de los burros, 15,4% de animales infectados, 3 - 101 hpg (media 38,8 hpg) y una producción estimada de 8.000 a 9.000 huevos por huésped y por día.

El mismo autor indica que en estudios recientes demostraron que los huevos expulsados por los cerdos y los burros son viables, es decir, capaces de infectar a un molusco limneido, y que las metacercarias producidas después son infectivas para otro hospedador definitivo.

2.13.2 Animales silvestres

Según Alcaíno *et al.* (1992), el parásito puede desarrollarse también en diversas especies de mamíferos herbívoros silvestres, en particular, dos especies de la familia Leporidae (Lagomorpha) han sido encontrados parasitados en la naturaleza: el conejo Europeo, *Oryctolagus cuniculus* con prevalencias de aproximadamente 6% en Sudamérica y 33% en Europa y la liebre Europea, *Lepus europaeus* con infecciones del 9% en Europa del Este.

Se hallaron casos de distomatosis hepática en ratas negras (*Rattus rattus*) en la isla de Córcega, en un estudio de seis años de duración y se encontró una elevada prevalencia media (45,13%) de infección por *Fasciola hepatica*, con una carga de 3,04 adultos de *Fasciola hepatica* por rata, los huevos del parásito eliminados por los roedores presentaban una alta viabilidad, por consiguiente, se concluyó que las ratas negras puede desempeñar un papel importante como reservorio y participar en la difusión geográfica de la enfermedad (Coma 1999).

Según Terasaki (2003), citado por Albuquerque (2006) demostró que, tanto en infecciones naturales como experimentales, la susceptibilidad de hospedadores silvestres a la enfermedad, describió la adquisición de infección de roedores de las especies *Rattus rattus*, *Tscherskia*, *Mesocricetus auratus*, *Mus musculus*; de marsupiales *Vombatus hirsutus* y primates de la especie *Callithrix penicillata* y género macaco.

2.14 Epidemiología

Urquhart *et al.* (2001) indica que la presencia de *Fasciola hepatica* en una zona depende fundamentalmente de los siguientes factores:

- **Presencia del molusco gasterópodo:** que actúa como hospedero intermediario, el cual por ser anfibio, prefiere el barro en vez del agua libre y corriente, de ahí que el mismo sea localizado en suelos que retienen humedad, como lo son los arcillosos o ricos en materia orgánica. La humedad es un factor crítico que determina la extensión de los biotopos del molusco.
- **Temperatura:** el desarrollo y multiplicación del hospedero intermediario, así como la evolución de los huevos de *Fasciola hepatica* en el medio exterior es superior a los 10°C como rango inferior, y hasta los 26 - 28°C, como rango superior óptimo. Su interacción con la humedad ejerce marcada influencia sobre la sobrevivencia y tasa reproductiva del hospedador intermediario y de las formas evolutivas de vida libre del parásito.
- **Humedad:** las condiciones óptimas de humedad, se producen cuando las precipitaciones superan a la transpiración y alcanzan niveles de saturación. Esta condición es también esencial para que los miracidios encuentren a los caracoles y para la dispersión de las cercarias liberadas de estos. Por lo tanto, es en primavera y verano cuando encontramos las condiciones ambientales que permiten su eclosión más rápida.
- **Introducción de animales infectados con *Fasciola hepatica* a zonas que reúnen las condiciones para el establecimiento del ciclo evolutivo completo:** esto destaca la necesidad de un diagnóstico adecuado previo a la introducción de animales provenientes de zonas distomatósicas, debiendo además prohibirse el uso de pasto de corte proveniente de esas localidades debido a la alta probabilidad de que venga contaminado con metacercarias enquistadas.

- Existen evidencias de que la prevalencia de la distomatosis hepática en países tropicales se incrementa después de varios meses de sequía, lo cual posiblemente se deba a la aglomeración de los animales alrededor de los puntos de conservación del agua, y que constituyen a su vez un magnífico biotopo para los caracoles hospedadores intermediarios.

La fasciolosis tiene diferentes formas de presentación, asociadas a la cantidad y frecuencia de ingestión de metacercarias por el hospedador (Rojas 1990). Sin embargo, también existen diferencias según la capacidad infectante de los parásitos, dependientes de las condiciones ambientales que han soportado en su desarrollo en el caracol y al enquistarse en los vegetales (Cordero del C. *et al.* 1999).

2.15 Patogenia y lesiones

La patogenia de la fasciolosis depende del número de trematodos que invaden el hígado y esta asociada con las formas parasitarias inmaduras migrantes en el parénquima hepático y posteriormente, con la actividad hematófaga de las fasciolas adultas en los conductos biliares. El desarrollo de las alteraciones depende fundamentalmente de la fase, la duración, la intensidad de la infección; y del estado nutritivo e inmunitario del hospedador (Cordero del C. *et al.* 1999).

Las lesiones ocasionadas por estadios juveniles a medida que penetran el parénquima hepático buscando el conducto biliar, producen un daño relacionado al grado de la infestación. La fasciola joven usa su cápsula bucal anterior, que produce potentes enzimas proteolíticas que van digiriendo el parénquima a medida que avanza. Produciéndose así hemorragias a veces severas. Los conductos que abren son cada vez más grandes a medida que maduran las fasciolas jóvenes, este proceso lleva entre 40 y 50 días donde se dañan capilares y pequeños conductos biliares hasta alcanzar las vías biliares mayores. Los trematodos permanecen en ellos, alimentándose del epitelio de los canales, de los mismos componentes de la bilis y probablemente, en ocasiones de la sangre liberada por la actividad nutricia ([http:// www.zoetecnocampo.com/voluntariado.htm](http://www.zoetecnocampo.com/voluntariado.htm)).

2.16 Signos clínicos

En los bovinos los signos clínicos se desarrollan lentamente, observándose en los animales afectados anemia, inapetencia, membranas y mucosas de ojos y boca pálidas, edema en botella sub- mandibular, diarrea; que llevan al animal a un estado de emaciación, debilidad general y baja productividad (Nari y Fiel 1994)).

La fasciolosis en animales puede presentar tres formas clínicas: aguda, subaguda y crónica, cuya aparición esta relacionada con la época del año, la disponibilidad de metacercarias en los pastos y el número de metacercarias ingeridas. Esta clasificación se basa principalmente en los hallazgos de necropsia y depende del número de parásitos que se encuentren en el hígado y de su estado de desarrollo (Cordero del C. et al. 1999).

Desde el punto de vista reproductivo, la *Fasciola hepatica* tiene un efecto depresivo sobre la fertilidad y actividad sexual de los animales afectados; además de ocasionar abortos y partos de mortinatos y de animales de bajo peso al nacer. Asimismo, el nacimiento de animales infectados (infección prenatal), tiene importancia epidemiológica, debido a su contribución con el mantenimiento de los focos endémicos por el elevado número de huevos que excretan estos animales en sus heces (Miele *et al.* 2000).

2.17 Situación epidemiológica de la enfermedad en humanos

Pollas en el siglo XVI descubre el parásito en el hombre mencionándolo por primera vez en 1818 (Escobar 2003). Uno de los primeros que describió el hallazgo de la *Fasciola hepatica* en humanos, fue Petridge en 1852 en vía biliares extrahepáticas, en Inglaterra (Blancas *et al.* 2004).

La importancia en salud pública de la fasciolosis humana, ha crecido por número de casos registrados (2594) en todo el mundo entre 1970 y 1990, se han descrito casos clínicos en más de 40 países (Blancas *et al.* 2004).

Se estima que entre 2.4 a 17 millones de personas infestadas con *Fasciola hepatica* existen en todo el mundo, habiéndose incrementado su incidencia aparentemente desde 1980 (Loja *et al.* 2003). Es así como en la década del noventa, se consideraba a la fasciolosis como una parasitosis de mayor importancia en salud animal y humana. Los brotes que se registraban eran localizados y afectaban un número reducido de personas. En ésta década la Organización Mundial de la Salud (OMS) empieza a reconocer el interés médico a escala mundial (Cuentas 2001).

La fasciolosis humana es considerada un problema de salud pública en Perú, Bolivia, Chile y Ecuador, debido a que la infestación es endémica (Cornejo *et al.* 2003). En Bolivia, la región norte, representa una zona de alta prevalencia de fasciolosis e intensidad de la infestación conocida en humanos (Miele *et al.* 2000).

El Hombre es un huésped accidental, se infesta por el hábito que tiene mucha gente de llevarse a la boca tallos de plantas, acederas, briznas de hierva, etc. de esta manera enferman por ejemplo pastores y ganaderos (Miele *et al.* 2000). En la infestación humana intervienen especies vegetales como las hojas de diente de león, la menta, la alfalfa, el junco, algunas cianofitas (Loja *et al.* 2003). Los emolientes son consumidos como plantas medicinales, existiendo la creencia que los berros y la alfalfa son buenos para el hígado. La principal vía de infestación puede estar en los emolientes (Marcos *et al.* 2004).

2.17.1 Sintomatología clínica

El Cuadro clínico de la fasciolosis humana, es muy variado, es una enfermedad que va desde leve hasta la muerte del paciente. Abarca desde formas abortivas y asintomáticas hasta cuadros severos de hemorragia intrabdominal y abdomen agudo quirúrgico, la infestación humana es muchas veces subclínica o de sintomatología muy leve (Escobar 2003).

Actualmente se clasifica en tres grupos: la forma aguda o invasiva, con sus 3 subtipos diferentes (típica, atípica y ectópica); la formas crónica y la asintomática, la cual puede durar meses o años (Blancas *et al.* 2004). En la fase aguda o invasiva,

que va desde el momento de la ingestión de las metacercarias hasta la implantación de los parásitos en los conductos biliares, los pacientes presentan una triada compuesta por fiebre, dolor abdominal (hipocondrio derecho) y hepatomegalia asociada a eosinofilia, siendo este último el hallazgo más importante en lo que respecta a exámenes auxiliares (Loja *et al.* 2003).

La fase crónica se diagnostica por el hallazgo de huevos en heces, su búsqueda es poco sensible, no aparecen en la fase aguda, en la fase crónica se deben repetir varias veces por la intermitencia en la eliminación de huevos. Los falsos positivos se reporta cuando se ingieren hígado de animales infestados, también se denomina infección “espúrea” (Loja *et al.* 2003).

2.18 Distribución geográfica de la *Fasciola hepatica*

La fasciolosis es una zoonosis parasitaria cosmopolita (Blancas *et al.* 2004). En todo el mundo se presentan casos de infestación en animales y casos humanos esporádicos (Slousby 1987).

Típicamente ocurre en regiones templadas a excepción de Oceanía (Loja *et al.* 2003). Se distribuye en zonas tropicales y subtropicales mayormente (Miele *et al.* 2000).

Ejemplos de prevalencia, muy reducida se presentan en Francia, niveles intermedios se hallan en Portugal, Egipto y Argentina. Prevalencias altas se dan en Bolivia (65-92%) (Loja *et al.* 2003).

La distribución de este parásito en América Latina es amplia, incluyendo reportes que señalan su presencia desde México, pasando por Centroamérica, como lo es Costa Rica; y Suramérica: Colombia, Venezuela; Brasil, Perú, Bolivia, Argentina, Chile, Ecuador, Uruguay y Paraguay. También se encuentra en las islas caribeñas: Cuba, Puerto Rico, República Dominicana, Santa Lucía, Jamaica, Guadalupe y Martinica (Boray 1994).

En el caso específico de Bolivia, su distribución es extensa, aunque la mayor parte de los reportes provienen del occidente y centro-occidente del país: La Paz, Oruro, Cochabamba y Chuquisaca. Además de las regiones de ganadería camélida, entre las que se encuentra Potosí. En los Departamentos mencionados en donde se han diagnosticado casos de distomatosis hepática, también se ha reportado la presencia del hospedero intermediario, que indica el establecimiento del parásito en las zonas respectivas. Estos reportes señalan principalmente a *L. Cubensis* y *Viantrix*. (Acho 2004).

2.19 Distribución de la *Fasciola hepatica* en el Altiplano boliviano

En el Altiplano boliviano la *Fasciola hepatica* se encuentra en cuatro provincias del altiplano norte y el valle vecino de la ciudad de La Paz: en la Provincia de Los Andes; en las regiones de Batallas, Calasaya, Kallutaka, Santa Ana, Takachira, Tambillo. En la Provincia Omasuyos; en las regiones de Belen, Chua, Pajchani, Huarina y Tauca. En la Provincia Ingavi, en la región de Viacha. En la Provincia Murillo; en las regiones de Achocalla, El Alto- La Paz, Palca y Río abajo (Oviedo 1995).

Según Lara (1998), la zona endémica del Altiplano con presencia de *Fasciola hepatica* se extiende en el valle grande de la ciudad de La Paz; que comprende Río abajo y sub valles marginales como Achocalla.

La distribución del parásito concierne todo el corredor norte oriental Andino, que recorre la localidad de El Alto, la colina pequeña de Pucarani y Cutusuma, llegando al lago Titicaca y sus alrededores Chua y Belen y extendiéndose al sur a la localidad de Viacha (Lara 1998).

2.20 Importancia económica

La infección de los rumiantes domésticos con *Fasciola hepatica* causa pérdidas económicas significativas estimadas en más de \$us. 2000 millones por año, en el sector agropecuario mundial con más de 600 millones de animales infectados. La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha estimado que 2,4 millones de personas

están infectadas con *Fasciola hepatica* y otros 180 millones esta en riesgo de infección (OMS/OPS 1992).

Las enfermedades parasitarias que afectan al ganado en especial a los ruminantes, inciden en la producción animal, las alteraciones estructurales y metabólicas que produce la *Fasciola hepatica* son un factor limitante de la producción ganadera. Al afectar la rentabilidad de la empresa agropecuaria frena el desarrollo de esta y hace que se produzca desequilibrio entre el crecimiento de la población humana y el de la masa ganadera (Astudillo 1999).

La fasciolosis se expresa en pérdidas de peso, disminución de la producción láctea en calidad y cantidad, reducción de la eficiencia reproductiva y bajas conversiones en la ingesta (Nari y Fiel 1994). Existe una considerable disminución en el rendimiento de carne y lana (Boch y Suppeper 1977).

Se ha estimado que un animal puede producir menos carne debido a que consume en promedio un 15% menos de alimento (Fredes *et al.* 1997). Existen infecciones secundarias por bacteria, según una estimación, la eficiencia productiva de los bovinos con infecciones leves mermaría en un 8% y con infecciones graves en más de 20%. Las pérdidas ocasionadas por la fasciolosis, como las debidas a otras enfermedades crónicas son difíciles de calcular (Acha y Szyfres 1997).

Las pérdidas evaluadas resultan de la condenación de hígados en la matanza y de los bajos índices de mortalidad (Jensen y Mackey 1973). Las pérdidas de hígado con distomas son realmente cuantiosas, sobre todo en las regiones en las cuales más del 80% del ganado está infectado (Miele *et al.* 2000).

La fasciolosis causa las mayores pérdidas entre los animales de uno a tres años, es decir, entre los que todavía no han alcanzado su rentabilidad (Borchert 1982). Tomando como ejemplo un bovino de 13 meses de edad, cuyo hígado pesa aproximadamente 5,3 Kg. de acuerdo a Gallo (1990) significa una pérdida anual de 814.409 Kg. que no llegaron al consumo humano (Valenzuela y Quintana 1998).

En el cuadro 1 se observa las pérdidas por decomiso total de hígados en el ganado vacuno afectados por la *Fasciola hepatica* procedentes de las comunidades aledañas a la ciudad de La Paz (Quitón 2003).

Cuadro 1. Decomisos y pérdidas económicas en bovinos faeneados con distomatosis en el matadero Municipal Los Andes. El Alto, junio- noviembre 2002.

Meses	Hígados decomisados con Distomatosis	Costo aproximado de hígados decomisados (en Bs.)
Junio	971	81.564
Julio	1.098	92.232
Agosto	1.167	98.028
Septiembre	1.012	85.008
Octubre	1.040	87.360
Noviembre	805	67.620
Total	6.093	511.812

Fuente: Quitón (2003)

2.21 Bofedales

Un bofedal es un humedal de altura, de fisonomía herbáceo cespitosa, generalmente presentan niveles de agua subterránea altos y escurrimientos superficial permanente (Cárdenas 2006).

Prieto *et al.* (2002) menciona que, los bofedales son hábitats húmedos con agua permanente alimentados de diferentes fuentes como manantiales, aguas de deshielo, ríos y lluvia. Están ubicados y distribuidos en forma dispersa en diferentes ecoregiones del altiplano, se caracteriza por ser extremadamente productivo, son oasis con vegetación siempre verde que sirve de refugio apropiado para mantener una sobre saliente biodiversidad de flora y fauna.

Huertas (2002) menciona que, los bofedales se caracterizan principalmente por tener una formación de ambientes representados por una cantidad considerable de agua, éstas aguas alcanzan una altura de 10 a 25 cm. en época de lluvias, siendo de extensión amplia, en su fondo se suelen acumular una reserva suficiente de microorganismos que descomponen la materia orgánica y aportan nutrientes al medio.

2.21.1 Importancia ecológica

Este ecosistema es el hábitat natural, del cual depende una parte importante de la flora y fauna de las zonas alto andinas (INRENA 1997). Los bofedales representan un ecosistema apropiado para el refugio y mantenimiento genético de las poblaciones de los camélidos sudamericanos, asimismo, en los bofedales se desarrolla una diversidad de especies vegetales y animales (Yofre 1995).

2.21.2 Flora y fauna

La composición botánica varía de bofedal a bofedal en función a la cantidad de agua presente, época, contenido de sales tanto en el suelo como en el agua, altitud, pastoreo y manejo del bofedal. Por influencia del lago Titicaca, estas áreas albergan una especial y diversa población en aves entre las que se encuentran especies residentes y migratorias (Cárdenas 2006).

2.22 Avifauna del Altiplano boliviano

En la región altiplánica se han registrado 126 especies de aves, con solo tres endemismos, existen 60 aves entre especies estrictamente acuáticas y aquellos que dependen de humedales (Remsen y Traylor 1989).

2.22.1 Altiplano norte

La parte norte del altiplano Boliviano que comprende a la cuenca del lago Titicaca, en una lista no exhaustiva, Dejoux (1991) presenta 50 especies agrupados en 25

familias y 13 grupos, 28 de estas especies no están ligados al medio acuático se encuentran en numerosos lugares del altiplano si es que disponen de alimento.

Cabot (1990) registró 41 especies, de los cuales el 60% depende de los ambientes acuáticos, sean ríos, lagunas o bofedales, siendo más numerosas en verano.

2.22.2 Avifauna asociada al lago Titicaca

La avifauna de base del lago Titicaca está formada por una docena de especies agrupadas en las familias Laridae (gaviotas), Rallidae (gallinetas y chokas) y Anatidae (patos). La gaviota andina (*Larus serranus*) es de color blanco con dorso y alas grises, la punta de las plumas de vuelo son negras, el pico y patas son rojizos y estas últimas palmeadas. Permanece en el lago en los alrededores tanto en el agua como en las orillas, se alimenta tanto de peces como de insectos (Dejoux 1991).

Entre los Anatidae por lo menos cinco especies de patos pueblan regularmente el lago: *Anas georgica spinicauda* (pato del lago o pato cola aguda), *Anas flavirostris spinicauda* (pato barsino o pato piojoso), *Anas versicolor puna* (pato puna), *Anas cyanoptera orinomus* (junta, puka o pato ala azul), y *Oxyura ferruginea* (pana o pato zambullidor. Comparten áreas con fulicas y se alimentan en las macrófitas inmersas, al límite de los totorales (Dejoux 1991).

2.23 Control del caracol hospedero intermediario de *Fasciola hepatica*

Los controles se deben basar en una previa localización de los hábitats y el conocimiento de las características del nicho ecológico. Teniendo en cuenta que la eliminación de las colonias de caracoles es difícil y ecológicamente cuestionable, los métodos utilizados que limitan el tamaño de las poblaciones de caracoles pueden ser químicos, físicos y biológicos (Olaechea 1994).

Según France *et al.* (2002) el control biológico se encuentra en fase experimental, algunas plantas, bacterias, algas, moscas, otros caracoles y nemátodos parásitos, pueden reducir el crecimiento y reproducción de los caracoles, por predación, infección o competición, pero hasta ahora no han podido ser utilizados en el control.

2.23.1 Control biológico

Bustillo y Baker (1990) señalan como control biológico a los organismos que viven libremente, cada una de los cuales consumirá cierto número de plagas, llamadas, presas. El control biológico se define, como la acción de parásitos, predadores y patógenos (introducidos o manipulados) para mantener la densidad plaga, a nivel mas bajo del que podría alcanzar en su ausencia.

Cáceres (1989) menciona que se han sugerido métodos biológicos para el control de los caracoles, así se sugiere la cría de aves para la destrucción de poblaciones importantes. Ciertos tipos de hábitats de caracoles tienen mayor probabilidad de ser frecuentados por aves, constituyendo verdaderos manjares para estos animales, las aves silvestres, tales como las avefrías, agachadizas, otras zancudas y palmípedas; ingieren un buen número de moluscos.

Según (Morales y Pino 1992) este factor regulador de las aves en los ecosistemas naturales podrían ser utilizados como controles biológicos que permitan reducir la población de moluscos en niveles inofensivos o de bajo riesgo.

2.24 Técnicas para determinar riqueza y abundancia relativa de avifauna silvestre

El método más adecuado para hacer un muestreo de las aves es la cuenta directa de los individuos vistos o escuchados. Existen varios métodos para realizar cuentas directas, de los cuales los trayectos o transectos lineales, con o sin fronteras, son usados, este método de muestreo permite determinar abundancias relativas y densidades (Ralph *et al.* 1996).

Al respecto Painter *et al.* (1999) menciona que un método obvio de determinar una población es el recuento o captura de todos los individuos, desafortunadamente, este método es práctico solamente bajo circunstancias especiales. Sin embargo, el método más simple para determinar el tamaño y composición de una población es

mediante el recuento directo de los individuos vistos. Las poblaciones pueden ser descritas en función del tiempo, de la distancia o, de unidades de área.

2.25 Métodos de censos muestrales para estimar poblaciones de aves de vida silvestre

2.25.1 Método de transectas lineales

Se basa en el conteo de individuos observados a lo largo de recorridos parciales en el área de estudio, como sería inviable censar todo el territorio a estudiar, se selecciona al azar o bien a propósito, una serie de recorridos que sean representativos del territorio (Painter *et al.* 1999).

Según Buckland *et al.* (1993) un trayecto o transecto lineal es una línea imaginaria recta, a lo largo en la cual se registran los individuos de una o varias especies observados. Estos registros pueden ser visuales o auditivos, por lo cual este método es muy recomendable, el observador debe caminar lenta y regularmente a una velocidad cercana a los 2 o 3 Km/h. Además es preciso registrar la distancia a lo largo del trayecto a la cual se hace una observación, con el fin de determinar, después de varias repeticiones del muestreo, cuales son los sitios de mayor abundancia.

2.25.2 Método de conteo por puntos

En los censos por puntos, el observador permanece en un punto fijo y toma nota de todas las aves vistas y oídas en un área limitada o ilimitada durante un periodo de tiempo determinado. El método por puntos no es apropiado para aves acuáticas (Ralph *et al.* 1996).

2.25.3 Método de remoción

Consiste en capturas sucesivas de miembros de la población. Si la población es cerrada, a medida que se captura y remueve individuos, esta ira disminuyendo y ante

un mismo esfuerzo de captura se atraparán menos individuos cada vez (Painter, *et al.* 1999).

2.26 Diagnóstico

Las infestaciones por *Fasciola hepatica* son en regla pluriespecíficas, requiriéndose que el diagnóstico basado en signos clínicos debe ser confirmado por el de laboratorio. Los resultados de laboratorio son fundamentales para una terapéutica adecuada y para la implementación de medidas de control inmediato y profilácticas (Morales, Pino y Rodríguez 1989).

Según Cornejo *et al*, citado por García (2004) el diagnóstico parasitológico esta basado en la identificación de huevos de *Fasciola hepatica* en las heces o drenaje biliar o duodenal (método directo). Entre los métodos indirectos de diagnóstico, la serología es la herramienta de elección para la detección de anticuerpos específicos, sin embargo, su valor de diagnóstico ha sido limitado por la presencia de reactividad cruzada con otros parásitos.

2.26.1 Diagnóstico postmortem

La necropsia permite un diagnóstico definitivo de la enfermedad, mediante el aislamiento de las formas juveniles del parásito a nivel del parénquima hepático o de las adultas en los canales biliares, además de posibilitar el diagnóstico anatomopatológico, a través de la observación directa de las lesiones hepáticas. Puede ser realizado a nivel de campo o en el laboratorio (Morales y Pino 1992).

2.26.2 Diagnóstico antemorten

El diagnóstico antemorten hace uso de los recursos de laboratorio y es de gran utilidad cuando existe incertidumbre clínica y la realización de necropsias no es posible. El diagnóstico específico consiste en poner en evidencia en las heces los huevos del parásito, los cuales son de color marrón amarillento y muy fáciles de visualizar cuando se utilizan colorantes como el azul de metileno ó el verde malaquita (Morales, Pino y Rodríguez 1989).

2.26.3 Coproscopía

Según Morales, Pino y Rodríguez (1989) consiste en la detección de los huevos de *Fasciola hepatica* en la materia fecal y reúne una serie de métodos de gran utilidad en los casos de distomatosis crónicas. El coprodiagnóstico requiere de técnicas sencillas y sensibles que puedan ser implementados con los recursos sencillos de microscopía, desde el examen directo hasta los métodos de concentración que son utilizados para el diagnóstico de la fase crónica. Los resultados pueden expresarse tanto cuantitativa como cualitativamente, aunque lo más importante es disponer de un diagnóstico confiable.

2.26.4 Pruebas inmunológicas

En el diagnóstico de la distomatosis hepática se han empleado técnicas muy variadas, como fijación del complemento, aglutinación pasiva e inmunoelectroforesis; y mas recientemente se han desarrollado técnicas más sensibles y específicas, utilizando la inmuno- absorción enzimática; las cuales han demostrado su utilidad para la detección de la infección en las explotaciones ganaderas, tales como Elisa, Fast- Elisa y Dot- Elisa. Así como también la detección de coproantígenos en las materias fecales y como anticuerpos séricos que tienen entre sus principales ventajas y su elevada sensibilidad y especificidad, y la posibilidad de diagnosticar infecciones en periodo prepatente (Urquhart *et al.* 2001).

En la actualidad la prueba de ELISA (enzyme- linked immunosorbent assay) es una de las herramientas diagnósticas más empleadas y aplicable a gran escala, cuya sensibilidad y especificidad depende de la fuente del antígeno utilizado. Es así como el uso de esta técnica permite un diagnóstico más temprano de esta parasitosis, al detectar estados juveniles del parásito y con ello realizar la aplicación de tratamientos en forma temprana y oportuna (Urquhart *et al.* 2001).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Descripción de la zona de estudio

3.1.1 Localización

El presente trabajo de investigación se realizó en la comunidad de Huacullani (figura 9) perteneciente al Municipio de Tiwanaku, Provincia Ingavi del departamento de La Paz, la zona de estudio se encuentra en la región altiplánica norte a las riberas del Lago Titicaca donde se observa grandes extensiones de bofedales y pequeñas formaciones de cuerpos de agua en cuyo interior se observa diversidad de especies hidrófitas. Esta comunidad se encuentra ubicado a 93 Km. de la ciudad de La Paz, vinculada a través de la carretera a Tambillo y por la carretera a Tiwanaku.

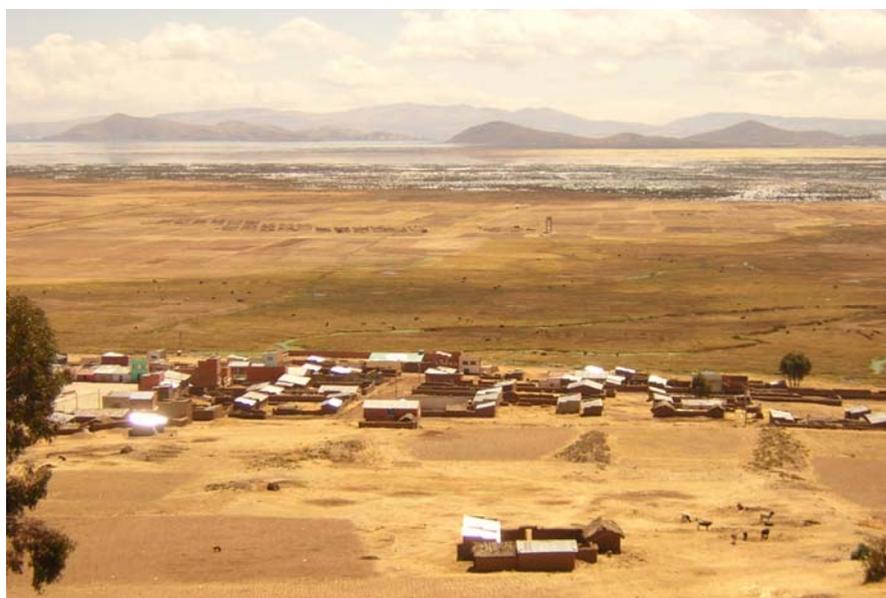


Figura 9. Comunidad de Huacullani, Provincia Ingavi, Departamento de La Paz- Bolivia

3.1.2 Ubicación Geográfica

Geográficamente esta situada a 16°26'34" de latitud sur y 68°44'25" de longitud oeste, a una altitud de 3832 m.s.n.m. (anexo 1).

3.2 Características de la zona

3.2.1 Clima

El clima corresponde a frío- húmedo en la zona ribereña al lago Titicaca y frío-subhúmedo en el resto de su territorio. La temperatura media anual es de 7,2 °C, una máxima media anual de 17,6 °C. y una temperatura media mínima anual de -2 °C. En el área colindante al Lago Titicaca, la temperatura media anual es de 8,0°C.

Coincidente con las temperaturas mínimas extremas, el periodo de heladas se presenta entre los meses de mayo a agosto con un promedio anual de 170 días de helada, el clima además de sus condiciones generales altiplánicas, esta influenciado por la presencia del lago Titicaca que tiene un efecto termorregulador al originar un movimiento concéntrico en la distribución de las precipitaciones medias debido a la extensa superficie lacustre donde las radiaciones solares elevan la temperatura del agua favoreciendo la evaporación que enriquece de vapor al aire aumentando la humedad atmosférica (GMT 2004).

3.2.2 Precipitación

La precipitación media anual es de 626 mm/año, la mayor precipitación se registra en los meses de diciembre a marzo, considerándose como los meses más húmedos; de mayo a octubre es la época seca, sin embargo, existen riesgos climáticos como heladas esporádicas, granizos, inundaciones y sequías inesperados en ciertos periodos (SENAMHI 2006).

3.2.3 Humedad relativa

La humedad relativa registra un promedio del 61% alcanzando un valor máximo de 78% en la zona ribereña al lago Titicaca durante los meses de mayor precipitación, siendo el valor mínimo de 41% registrado en el mes de octubre. La humedad relativa

tiene un comportamiento inverso a la temperatura, siendo baja en el día y más elevada durante la noche, la velocidad promedio del viento anual es de 12,5 Km/h.

3.2.4 Fisiografía

Según la clasificación de Monte de Oca (1997), la comunidad de Huacullani se encuentra comprendido en la unidad fisiográfica definida como altiplano y más concretamente en la subunidad altiplano norte. Abarca una superficie territorial aproximada de 53,48 Km. presenta un paisaje de topografía levemente ondulada, llanuras fluvio lacustres en un 30,26% de su territorio y 23,22% constituyen serranías.

3.2.5 Suelos

Según el Diagnóstico del Gobierno Municipal de Tiwanaku (2004) señala que la comunidad de Huacullani presenta zonas fisiográficas características: suelos de serranías interaltiplánicas y suelos de llanura fluvio lacustre que presentan las siguientes características:

Suelos de la cimas de las serranías: presentan características superficiales a poco profundas, con presencia de piedras y poca rocosidad, visualizándose una erosión moderada en láminas y cárcavas. Las texturas varían de franco- arcillo- arenoso a arcillosos con coloración predominantemente rojiza. El horizonte "A" o capa arable se encuentra totalmente lavado, producto de la erosión hídrica y eólica laminar, son suelos jóvenes de material suelto o no consolidado de 10 a 20 cm. de espesor, siendo utilizados preferentemente para pastoreo y excepcionalmente para agricultura. Estos suelos están clasificados como Regosoles (clase VII).

Suelos de llanuras: se caracterizan por una topografía plana a ligeramente inclinada, los suelos son profundos a moderadamente profundos, con drenaje imperfecto y una ligera erosión laminar, sujetos a procesos de anegamiento estacional debido al

desborde de los ríos, crecidas de lago Titicaca y las precipitaciones pluviales. La textura varía desde franco-arenoso a franco-arcilloso sin presencia de grava ni piedra. Son suelos de moderada fertilidad natural aptos para una gran variedad de cultivos del altiplano y pastos. Estos suelos se clasifican como Lixisoles y tierras arables (clase III).

Circundante al lago se encuentran suelos tipo bofedal, ricos en materia orgánica sin descomponer, saturados de agua por largos periodos, utilizados para la actividad silvopastoril, clasificados como Histosoles y tierras no arables (clase VI).

3.2.6 Hidrografía

Hidrográficamente se sitúa en la cuenca cerrada o lacustre y más concretamente en la subcuenca del lago Titicaca: El sistema hídrico esta conformado por el río Pallina que desemboca en el río Guaquirá y principalmente por el río Catar jahuíra, Una pampa que se inicia en la serranía Taraco descargando sus aguas en el lago Titicaca, teniendo el primero un curso en dirección S- N y el último dirección N- S. La recarga de los acuíferos es principalmente originada por infiltración directa de la precipitación pluvial y por escorrentía de los ríos y quebradas que bajan de las serranías.

3.2.7 Ecosistema

Huacullani se encuentra comprendida en la ecoregión definida como puna norteña y en la subregión puna húmeda. Las condiciones particulares de humedad y suelos de esta zona, dan origen a la formación de bofedales que son praderas naturales poco extensas desarrolladas sobre suelos hidromorfos, húmedos o empapados que se encuentran en las planicies de inundación de la llanura de pie de monte; la composición botánica es variable en función de la abundancia de agua y contenido de sales en el suelo, donde se encuentra un tipo de vegetación natural siempre verde, con predominancia de herbáceas y juncáceas.

Los bofedales presentan una población semidensa con 148 tallos/m² y una altura promedio de 0,85 m.; a medida que aumenta la profundidad del agua, la densidad va de semidensa a densa (235 tallos/m²) y su altura alcanza a 2,00 m., siendo en este sector una especie semicultivada.

3.2.8 Vegetación

La vegetación identificada comprende especies herbáceas, arbustivas, arbóreas y acuáticas que tienen un uso potencial (forraje, medicinal, energético, alimenticio, artesanal y para construcción), la zona circundante al lago, por las condiciones medioambientales de temperatura y precipitación determinan la potencialidad de la vegetación arbórea, predominando el eucalipto (*Eucalyptus globulos*), pino radiata (*Pinus radiata*), ciprés (*Cupressus macrocarpa*) y la kiswara (*Buddleja coriacea*), encontrándose también coberturas vegetales como chilliwa (*Festuca dolichophylla*), sillu sillu (*Lachemilla pinnata*), llachu (*Elodea sp.*) y matara (*Matara bolivianensis*) formadas en los bofedales.

En las llanuras y pie de monte la vegetación es herbácea caracterizada por gramíneas duras dispuestas en manojos densos kheñu (*Stipa ichu*), Festuca (*Festuca spp.*) y arbustiva resinosa de bajo porte como la t'ula (*Bacchans incarum*) y la añawayá (*Adesmia miraflorencis*); las serranías están caracterizadas por vegetación arbustiva baja, predominando la k'oa (*Satureja boliviana*).

En el sector del lago Titicaca la vegetación predominante esta conformada por ttorales (*Schoenoplectus spp.*) asociadas al llachu (*Elodea sp.*), chara (*Chara sp.*) y el chancu (*Myriophyllum quitense*), que conforman los grupos de macrófitas más importantes.

3.2.9 Fauna silvestre

Las especies animales identificados comprenden mamíferos, peces, anfibios, reptiles y aves, además de una variedad de especies de pequeños animales como insectos,

arácnidos, crustáceos y moluscos que merecen un estudio especializado, siendo las aves mayormente residentes como el pato silvestre (*Anas sp.*), la gaviota andina (*Larus serranus*), yaca yaca (*Colaptes rupícola*), leke leke (*Vanellus resplendens*) y algunas migratorias como el playero (*Tringa flavipes*), el ibis negro (*Plegadys ridgawayi*) como la especie de mayor abundancia que ocupa el biotopo de los totorales y bofedales para desarrollar sus principales funciones ecológicas; entre los mamíferos predominan el zorro (*Pseudalopex culpaeus*) y el conejo de campo (*Sylvilagus brasiliensis*), encontrándose entre los reptiles lagartijas (*Proctoporus sp.*) y culebras (*Tachymenis peruviana*).

3.2.10 Límites

Los límites de la comunidad son:

- Al norte, con el lago Titicaca
- Al este, con el municipio de Pucarani
- Al sur, con los cantones Tiwanacu y Pillapi San Agustín
- Al oeste, con el cantón Taraco.

Cuadro 2. Comunidades del cantón Huacullani

CANTÓN	COMUNIDADES CAMPESINAS
Huacullani	Huacullani centro
	Huacuyo
	Huarichico

Fuente: Elaboración propia

3.2.11 Población

La población de la comunidad de Huacullani según el Instituto Nacional de Estadística (INE) esta definida como población rural en un 100%. Según el CNVP 2001 y la encuesta 2004, la estructura de la población esta conformada con una

ligera predominancia de hombres, constituyendo mayoritariamente una población joven (cuadro 3).

Cuadro 3. Distribución de la población por localidades en la comunidad de Huacullani, según encuesta 2004

LOCALIDAD	NUMERO DE HABITANTES			NUMERO DE FAMILIAS
	HOMBRES	MUJERES	TOTAL	
Cantón Huacullani	1316	1305	2621	543
CP Huacullani	260	264	524	100
CC Huacullani Centro	284	285	569	144
CC Huacuyo	205	219	424	72
CC Huari Chico	194	173	367	71
CC Queruni	176	162	338	100
CC Capiri	197	202	399	86

Fuente: Elaboración propia en base a datos del Gobierno Municipal de Tiwanaku

Referencias: CP= centro poblado CC= comunidad campesina

3.2.12 Agricultura

La agricultura es una actividad económica familiar caracterizada por la tenencia de pequeñas parcelas de terrenos cultivables, baja inversión productiva y bajos rendimientos en la producción, sujeta a riesgos de heladas, sequías e inundaciones por crecidas del Lago Titicaca y desbordes de ríos, siendo los cultivos más importantes en orden de importancia: Papa (*Solanum spp.*), Cebada (*Hordeum vulgare*), Haba (*Vicia faba*), Oca (*Oxalis tuberosa*) y Quinoa (*Chenopodium quinoa*).

La producción se destina al autoconsumo como base de la dieta alimenticia de la población, existiendo márgenes para la comercialización de algunos productos principalmente la papa y sus derivados, en función de los niveles de productividad.

La tecnología aplicada por la mayoría de los agricultores es de carácter tradicional,

que puede definirse como los usos y costumbres en las labores agrícolas que provienen de las experiencias locales generadas y transmitidas de generación en generación, cuyas principales características son:

- Uso de arado de madera a tracción animal
- Uso de semillas nativas
- Uso de abono natural
- Rotación de cultivos y terrenos.

3.2.13 Ganadería

La actividad ganadera es realizada por todos los campesinos de la comunidad de Huacullani con la crianza de ganado bovino y ovino en base a la organización del trabajo familiar.

La ganadería bovina es considerada como la de mayor importancia socioeconómica, que adquiere relevancia por su utilización en las faenas agrícolas y la producción de leche, existiendo un total de 1904 cabezas de raza criolla y criolla mejorada con la raza Holstein (cuadro 4), según el Diagnóstico del Municipio de Tiwanaku (2004), una vaca lechera criolla tiene un costo de Bs. 2500 y en el caso de una criolla mejorada su costo asciende hasta Bs. 5000.

La ganadería se caracteriza por su explotación de tipo extensiva en praderas nativas con suministro de forraje suplementario consistente en cebada (*Hordeum vulgare*), avena (*Avena sativa*) y alfalfa (*Medicago sativa*). La producción de leche, esta destinada para la venta a la PIL ANDINA de la ciudad de El Alto en un promedio de 3.500 lt/día con un precio de 1,80 Bs/lt. y para la elaboración artesanal de derivados.

En el caso de los productores de leche asociados a la Cooperativa 17 de diciembre Huacullani LTDA, se observa mejores condiciones productivas con el manejo de ganado mejorado, mejoramiento genético, incremento de superficies de cultivos forrajeros, construcción de establos y control de enfermedades, aspectos que les

permite alcanzar rendimientos de 11 a 15 litros/día; contrariamente, los productores no asociados se caracterizan por el manejo de ganado criollo, sin calendarios sanitarios, problemas genéticos y bajas inversiones en infraestructura productiva que incide directamente en los niveles de productividad obteniendo de 3 a 5 litros/día.

Cuadro 4. Tenencia de ganado bovino a nivel familiar en la comunidad de Huacullani 2004

Ganado Bovino	Nº DE FAMILIAS POR COMUNIDAD					TOTALES	
	Capiri	Huacullani Centro	Huacuyo	Huari Chico	Queruni	Familias	Bovinos
0	19	7	8	--	30	64	0
1	22	--	1	2	5	30	30
2	25	8	14	6	11	64	128
3	8	8	6	2	13	37	111
4	3	10	6	22	15	56	224
5	--	9	10	6	12	37	185
6	7	10	9	13	10	49	294
7	--	6	3	5	1	15	105
8	2	18	8	13	3	44	352
9	--	--	--	--	--	8	72
10		28	3	1		32	320
11	--	1	--	--	--	1	11
12	--	6	--	--	--	6	72
TOTAL	86	114	72	71	100	443	1.904

Fuente: Elaboración propia en base a datos del diagnóstico del Gobierno Municipal de Tiwanaku

La ganadería ovina tiene doble propósito, obtención de carne y lana, con una producción de 6 a 9 Kg. de carne limpia y de 1 a 2 libras de lana por animal, representando para las familias campesinas la producción de carne un complemento importante en su dieta alimenticia y la lana el principal insumo para la confección de prendas de vestir.

A través de la comercialización de carne y lana se obtienen ingresos monetarios poco rentables, siendo 90 Bs. el precio promedio de un ovino en pie y 65 Bs. de uno desarrollado.

3.3 MATERIALES

3.3.1 Material Biológico

Se analizaron 154 aves silvestres capturados (época seca y húmeda) en el área de bofedales de la comunidad de Huacullani. Las especies de aves estudiadas según la familia taxonómica a la cual pertenecen fue la siguiente: Anatidae (pato silvestre), Threskiornithidae (ibis de la puna), Scolopacidae (playero) y Laridae (gaviota).

3.3.2 Material de campo

- Cámara fotográfica digital
- Frascos de plástico de 25 ml.
- Bolsas de polietileno
- Binoculares
- Libreta de campo
- Red niebla
- Botas y guantes de hule

3.3.3 Material de laboratorio.

- Microscopio
- Centrifugadora
- Balanza de precisión
- Estuche de disección
- Tubos kant
- Laminas portaobjetos y cubreobjetos
- Agua destilada
- Varilla de vidrio
- Lugol
- Solución salina
- Formol

- Guantes quirúrgicos no esterilizados
- Gasas de 10 * 10
- Masquin, marcador indeleble
- Pipetas de Pasteur
- Frascos de plástico
- Gradillas para los tubos.

3.3.4 Material de gabinete.

- Equipo de computación, CD's y Flash memory
- Programa estadístico SPSS 11.5
- Escáner
- Mapas e imagen satelital
- Planilla
- Calculadora
- Material de escritorio

3.4 METODOLOGÍA

El presente trabajo de investigación se define como un estudio de tipo descriptivo porque comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de los resultados obtenidos, según Mejía (2002) la investigación descriptiva, busca describir situaciones, especificar propiedades importantes de personas, grupos o cualquier fenómeno objeto de estudio. Desde el punto de vista científico, describir es medir; entonces se selecciona una serie de variables, se mide cada una de ellas independientemente y se describe las mismas.

La investigación referente a campo y laboratorio se realizó en dos épocas del año, la época seca entre los periodos de julio y octubre del 2006; la época húmeda entre noviembre del 2006 y abril del 2007.

La metodología empleada se dividió en dos fases, las cuales fueron:

3.4.1 Primera fase: Trabajo de campo

En esta fase se realizó el reconocimiento de la zona de estudio y la correspondiente ubicación de los bofedales, la identificación, cuantificación de aves y finalmente la captura.

3.4.1.1 Estimación del tamaño poblacional y composición de la avifauna silvestre.

Para determinar la abundancia de aves de vida silvestre que frecuentan esta zona, se utilizó el método de transectas lineales propuesto por Ralph *et al.* (1996) comúnmente utilizado como el más accesible para la estimación de abundancia y riqueza de aves.

La técnica consistió en caminar a una velocidad lenta a través de un área determinada en línea recta, contando las aves que fueron vistas dentro de un ancho (o banda) establecido.

El conteo directo se realizó a lo largo de una línea predeterminada registrando las aves observadas a lo largo de tres transectos en un área aproximada de 80 hectáreas durante los primeros 15 minutos de la salida del sol, hasta las 10:00 a.m. debido a que las aves, en general en este horario, están más activos.

3.4.1.2 Identificación de la avifauna silvestre.

Para el inventario de la avifauna silvestre se tomaron fotos con una cámara digital, las que posteriormente fueron llevadas a la sección de ornitología de la Facultad de Biología de la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA) para la identificación y clasificación de las aves.

3.4.1.3 Captura de aves

Las aves fueron capturadas dentro los bofedales y en las proximidades de fuentes de agua, la captura se realizo con la colaboración de los comunarios de la localidad, utilizando diversos métodos para este fin (flechas, red, etc.) también se empleo una escopeta de perdigones en algunos casos.

3.4.2 Segunda fase:

Corresponde a la fase de laboratorio que consistió en la necropsia y el análisis coproparasitológico en laboratorio.

3.4.2.1 Necropsia y toma de muestras

La necropsia se realizó a las 154 aves capturadas, en el laboratorio de Terras TLB (Tiwanaku La Paz Bolivia) perteneciente a la Asociación INTERVIDA, de acuerdo al método propuesto por Munson (1999) como se observa en la figura 10; con el fin de realizar el diagnóstico definitivo se extrajo el extremo mas distante del centro del esófago, conjuntamente con el proventrículo, molleja, intestino, páncreas, hígado como una unidad.

Se inspeccionó el hígado realizando varios cortes para revisar el tejido hepático y los canalículos biliares con el fin de identificar formas adultas de *Fasciola hepatica*. Así mismo la metodología utilizada en la observación macroscópica consistió en una inspección de los restos de comida que fueron extraídos de la molleja y el proventrículo de las aves, posteriormente utilizando una lupa de aumento 6x se examino minuciosamente con el objeto de encontrar restos de caracoles del género *Lymnaea* consumidas por las aves. Durante el procedimiento, de cada ave se extrajo restos de heces frescas y limpias de residuos, directamente del intestino delgado,

obteniendo muestras que se juzgaron necesarias para realizar el examen coproparasitológico en laboratorio.



Figura 10. Necropsia de las aves realizada en el laboratorio de Terras TLB

3.4.2.2 Análisis coproparasitológico

El análisis de las muestras se realizó en el laboratorio de parasitología de Intervida Terras Tiwanaku. Las heces de las aves se colocaron en pequeños recipientes de plástico por separado, fueron debidamente identificados y conservados en solución de formol al 10% hasta su procesamiento (figura 11).



Figura 11. Muestras de heces recolectadas en frascos y conservadas en formol al 10%.

3.4.2.3 Método de concentración de la muestra utilizado en laboratorio

Los análisis coproparasitológicos se realizaron utilizando la técnica simplificada de Ritchie descrita por Botero (2003), como el método más recomendado y utilizado para concentrar huevos de tremátodos (*Fasciola hepatica*).

Esta técnica consiste en:

- Tomar en un tubo partes iguales de solución salina isotónica y formol al 10%, aproximadamente 10 ml.
- Agregar un gramo de heces y mezclar bien hasta obtener una solución homogénea.
- Filtrar en gasa doble en un tubo de Kant el preparado homogenizado de la muestra (anexo 8).
- Agregar 3 ml. de éter o gasolina blanca, tapar y agitar fuertemente.
- Centrifugar 2 minutos a 2000 r.p.m.
- Decantar las tres primeras capas (anexo 8).
- Con la ayuda de una pipeta de Pasteur se absorbe la muestra precipitada para depositar en el portaobjetos.
- Llevar al microscopio y realizar la observación (figura 12).



Figura 12. Observación de muestras por medio del microscopio

3.4.2.4 Interpretación de los resultados

Para identificar los huevos de *Fasciola hepatica* se procesaron 308 muestras de heces de 154 aves silvestres (dos muestras por ave) de diferentes especies. Las muestras se remitieron al laboratorio para procesarse por el método simplificado de Ritchie o de centrifugación. Las observaciones se efectuaron con microscopio óptico de (10x) y (40x) de aumento.

Debido a que las muestras presentaban cargas parasitarias aunque relativamente bajas, estas se evaluaron mediante los parámetros: “no se observó” y “presencia” de huevos.

3.5 Variables de estudio

Las variables que se consideraron en el estudio de acuerdo a los objetivos planteados fueron:

3.5.1 Composición de la avifauna silvestre

Para medir esta variable se cuantificó y registro el número de individuos observados por especie para estimar la riqueza y abundancia de las aves silvestres empleando el método de observación directa que consistió en datos ópticos y conteos directos de individuos observados a lo largo de tres transectos lineales, desde un punto de partida determinado al azar, en dirección a un punto lejano del paisaje en línea recta. Los resultados se expresaron en porcentajes.

3.5.2 Presencia de la *Fasciola hepatica* (forma adulta) en la avifauna silvestre

Mediante necropsia se examinó el hígado de las aves capturadas realizando cortes del tejido hepático con el fin de identificar al parásito en su forma adulta y determinar el grado de infestación. No se encontró fasciolas adultas en ninguna de las aves examinadas, por tanto esta variable no fue determinada.

3.5.3 Porcentaje de aves silvestres portadoras de huevos de *Fasciola hepatica*

Los resultados se evaluaron mediante los parámetros: “presencia” y “no se observo” huevos de *Fasciola hepatica* por época para las especies de aves silvestres que portaban los huevos del parásito en sus heces. Los valores de los resultados se expresaron porcentualmente.

3.5.4 Porcentaje de aves silvestres controladores biológicos de caracoles hospedantes de *Fasciola hepatica*

Para identificar y cuantificar las aves silvestres que cumplen con esta función se examinó el proventrículo y molleja de las mismas para hallar restos de caracoles ingeridos por las aves, los resultados se expresaron en porcentajes.

3.5.5 Análisis estadístico

El análisis de todas las variables estudiadas se la realizó mediante un análisis estadístico descriptivo, para esto se empleó el paquete SPSS 11.5 para describir, analizar y representar los datos obtenidos. Así mismo, con la información obtenida se realizó una base de datos en software Exel para ordenarla, resumirla y presentarla, los resultados son presentados mediante gráficos y tablas.

4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 Composición de avifauna silvestre

Las aves silvestres estudiadas que fueron observadas en los bofedales de la comunidad de Huacullani, en época seca y húmeda, se presenta en el cuadro 5, las cuales fueron clasificadas de acuerdo a su familia.

La región circundante al lago Titicaca y sus alrededores constituyen un importante humedal para la avifauna silvestre por albergar una alta diversidad (Rocha *et al.* 2003).

Cuadro 5. Familias taxonómicas y número de especies de aves silvestres observados en los bofedales de Huacullani

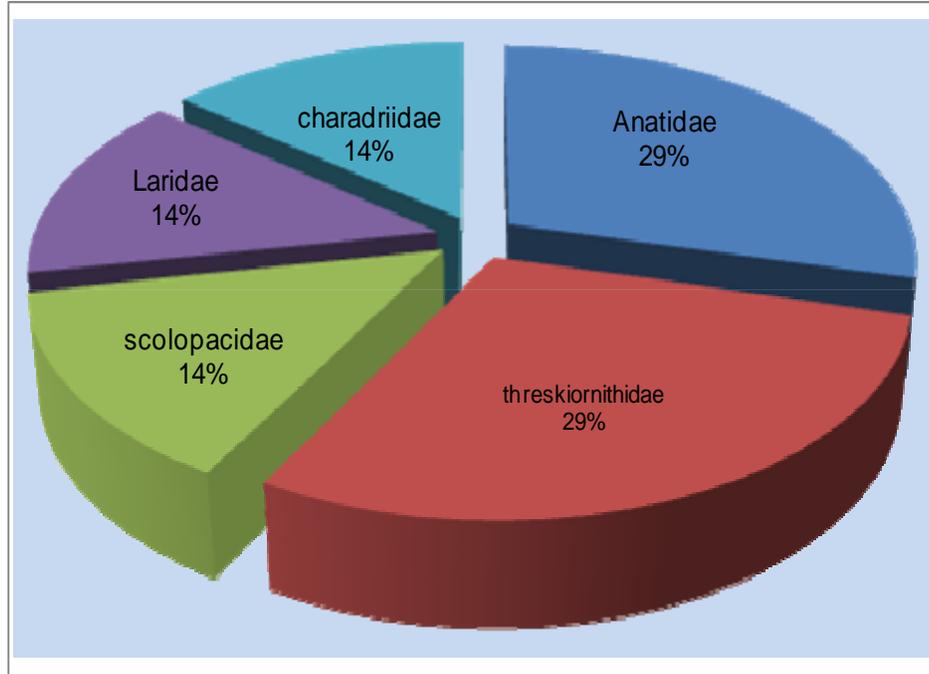
Nº	Familias taxonómicas	Número de especies	(%) especies
1	Anatidae	2	29
2	Threskiornithidae	2	29
3	Scolopacidae	1	14
4	Laridae	1	14
5	Charadriidae	1	14
6	TOTAL	7	100%

FUENTE: Elaboración propia

Se identificaron 7 especies distribuidas en 5 familias taxonómicas, en la figura 13 se observa la relación porcentual de las especies por familia.

Las familias que se observaron en mayor porcentaje corresponden a: Anatidae y Threskiornithidae siendo las familias más representativas por su diversidad, ambas con 2 especies que representa el 29%; las familias: Scolopacidae, Laridae y Charadriidae las tres con 1 especie por familia taxonómica que representa el 14% (cuadro 5).

Asimismo se observo otras especies de aves silvestres de hábitos terrestres que no están ligadas al medio acuático, los mismos se encuentran en distintos lugares de la comunidad, excepto en el área de los bofedales.



FUENTE: Elaboración propia

FIGURA 13. Avifauna presente en la zona de estudio por familia y en términos de porcentaje, valores que corresponden a las especies por familia

Se registraron 5 familias de aves silvestres relacionados con bofedales hidromórficos en la zona, que son: Anatidae, Threskiornithidae, Scolopacidae, Laridae y Charadriidae. La presencia de estas aves silvestres se atribuye a la importancia que tiene el habitats como sitios de alimentación, anidación y las posibilidades que brinda para el desarrollo de vida silvestre.

Por su parte Dejoux (1991) señala que la parte norte del altiplano Boliviano, que comprende la cuenca del lago Titicaca, constituye una zona importante para aves acuáticas así como algunos endemismos como patos (Anatidae), rallidos (Rallidae), Zambullidores (Podicipedidae), Ibis (Theskiornithidae), Gaviotas (Laridae) entre otros. También, constituyen el lugar de paso de algunas especies migradoras que utilizan los cuerpos de agua transitoriamente o residen en ellas durante la época de lluvias.

4.2 Composición y cuantificación de avifauna silvestre de mayor abundancia en los bofedales por época

En total se registraron y cuantificaron 7 especies de aves silvestres agrupadas en 5 familias, dentro las dos épocas del año, los registros solo incluyen la presencia de las especies observadas en mayor número o abundancia como individuos.

Se registró mas individuos de *Plegadis ridgwayi* (Threskiornithidae) en época seca con 96 individuos que representa el 41,38%, seguido por *Anas flavirostris* (Anatidae) con 74 individuos que representa el 31,90%, *Larus serranus* (Laridae) con 26 individuos (11,21%) y *Eudocimus albus* (Threskiornithidae) con 14 individuos (6,03%), *Vanellus resplendens* (Charadriidae) con 22 individuos que representa el 9,48%, estas dos últimas como especies de menor abundancia (anexo 3).

La mayor abundancia de especies de aves silvestres se registró en época húmeda, se identifico cuatro especies como las mas abundantes: *Plegadis ridgwayi* (Plri) con 337 individuos (34,84%), *Anas flavirostris* (Anfl) con 240 individuos (22,18%), *Larus serranus* (Lase) con 216 individuos (19,96%) y *tringa flavipes* (Trfl) con 129 individuos (11,92%). Las demás especies se presentan en porcentajes más bajos (cuadro 6).

Analizando la importancia relativa en función a la abundancia de individuos, sin duda las aves de la especie *Plegadis ridgwayi* (Plri) es el que ocupa el primer lugar, ya que los 473 individuos observados (ambas épocas), representa el 36,0% del total de las aves silvestres observadas en los bofedales de Huacullani.

Las aves silvestres pueden ser residentes o migratorias, por lo que la presencia de determinadas especies pueden fluctuar a lo largo del año (Dejoux, 1991). Se destaca la presencia de *Tringa flavipes* como especie migradora boreal residente en Norte América que usan los cuerpos de agua del altiplano en su paso a tierras del sur y como migrantes australes se registro a *Anas georgica* (Hennessey et. al. 2003).

Cuadro 6. Composición de la avifauna silvestre por época en los bofedales de Huacullani.

ÉPOCA	Nº	Código de especie	Nombre científico	Nombre común	Nº de individuos observados	
					n	%
SECA	1	Anfl	<i>Anas flavirostris</i>	Pato barcino	74	31,9
	2	Plri	<i>Plegadis ridgwayi</i>	Ibis de la puna	96	41,38
	3	Eual	<i>Eudocimus albus</i>	Ibis blanca	14	6,03
	4	Lase	<i>Larus serranus</i>	Gaviota andina	26	11,21
	5	Vare	<i>Vanellus resplendens</i>	Leke leke	22	9,48
	SUB TOTAL					232
HUMEDA	1	Anfl	<i>Anas flavirostris</i>	Pato barcino	240	22,18
	2	Ange	<i>Anas georgica</i>	Pato gerga	20	1,85
	3	Plri	<i>Plegadis ridgwayi</i>	Ibis de la puna	377	34,84
	4	Eual	<i>Eudocimus albus</i>	Ibis blanca	43	3,97
	5	Lase	<i>Larus serranus</i>	Gaviota andina	216	19,96
	6	Trfl	<i>Tringa flavipes</i>	Playero	129	11,92
	7	Vare	<i>Vanellus resplendens</i>	Leke leke	57	5,27
	SUB TOTAL					1082
TOTAL GRAL.					1314	

FUENTE: Elaboración propia

Sin embargo, algunas aves como *Anas flavirostris* y *Plegadis ridgwayi* presentan movimientos locales, dependiendo de la estación, por lo que su presencia y densidad varia en la zona.

Para realizar la necropsia y el análisis coproparasitológico se tomo en cuenta cuatro especies para su estudio consideradas como las más importantes por los siguientes aspectos: mayor presencia, por estar asociada al hábitat en la cual se desarrolla el hospedero intermediario de la *Fasciola hepática* y por ser especies con mayor abundancia.

Las aves silvestres mas predominantes que frecuentan los bofedales de la comunidad de Huacullani están asociadas en las siguientes especies: ***Anas flavirostris*** (Anfl), ***Plegadis ridgwayi*** (Plri), ***Larus serranus*** (Lase) ***Tringa flavipes*** (Trfl) como las mas abundantes y de mayor predominancia.

Dejoux (1991) menciona que la zona lacustre del altiplano norte esta formada por especies agrupadas en las familias Laridae (Gaviotas), Anatidae (patos), Rallidae (gallinetas y chokas). Por su parte Van Damme citado por Flores (2002), describe las aves silvestres por distrito biogeográfico: ungalla (pato), tiquititi, leque leque, garza blanca (*Ardea alba*).

Martínez (2003), afirma que la abundancia de las aves de vida silvestre se debe a la oferta alimenticia y a las posibilidades que brinda el hábitat para el desarrollo de su estrategia alimenticia en el bofedal.

4.3 Presencia de la forma adulta de *Fasciola hepatica* en la avifauna silvestre

Los resultados fueron negativos para la presencia del parásito en su forma adulta, es decir que de las 154 aves agrupadas en cuatro especies, una vez realizadas las necropsias, en ninguna de ellas se observó (en el hígado) la presencia de *Fasciola hepática*.

Este resultado se atribuye, a que las aves presentan una particularidad anatómica del aparato digestivo, la ausencia de un buche realmente diferenciado y al igual que otras aves domésticas, carecen de intestino grueso, por lo que el paso de los alimentos por el sistema digestivo es muy rápido.

De todo ello se puede deducir que las metacercarias ingeridas con el alimento y el agua, llegan al intestino delgado de las aves y el tiempo que permanecen en el no es suficiente para desenquistarse y perforar la pared intestinal hacia la superficie hepática puesto que la velocidad de paso es bastante elevada.

Al respecto Cañas (1998) menciona que el sistema digestivo de las aves es anatómicamente y funcionalmente diferente a otras especies, poseen un intestino grueso muy corto, por lo que el transito digestivo es rápido y la actividad de la flora intestinal reducida. Así, los alimentos sufren pocas modificaciones antes de ser

atacados por las enzimas y la flora microbiana es prácticamente inexistente, el tiempo que permanecen bajo su acción no es suficiente para que se produzca un ataque enzimático intenso.

Considerando los gremios tróficos al que pertenecen cada una de las especies, según adaptación, resalta la importancia de este tipo de ambiente (bofedales), como altamente atractivo para las aves zoófagas, ya que la sumatoria de individuos consumidores de invertebrados y vertebrados representa la gran mayoría de la avifauna silvestre de la zona, alcanzando un porcentaje del 50,2%, le sigue en importancia las aves omnívoras con 31,4% y finalmente las aves ictiófagas con 18,4% (cuadro 7).

Cuadro 7. Resultados de los censos de aves y los gremios tróficos al que pertenecen cada una de las especies, según adaptación en base a Martínez 2003

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NÚMERO DE INDIVIDUOS	GREMIO TRÓFICO
<i>Anas flavirostris</i>	Pato barcino	314	O
<i>Anas georgica</i>	Pato gerga	20	O
<i>Plegadis ridgwayi</i>	Ibis de la puna	473	Z
<i>Eudocimus albus</i>	Ibis blanca	57	Z
<i>Larus serranus</i>	Gaviota andina	242	I
<i>Tringa flavipes</i>	Playero	129	Z
<i>Vanellus resplendens</i>	Leke leke	79	O
TOTAL		1314	Z: 50,2%
TOTAL DE ESPECIES		7	O: 31,4%
			I: 18,4%

Fuente: Elaboración propia en base a Martínez (2003)

Z: Zoófago (principalmente invertebrados y vertebrados)

O: Omnívoro (elementos animales y vegetales)

I: Ictiófago (principalmente peces)

4.4 Presencia de *Fasciola hepatica* (fase huevo) en la avifauna silvestre.

En la evaluación de las muestras coproparasitológicas, no se pudo determinar el grado de infestación, debido a que las aves examinadas no presentaban el parásito adulto en el hígado, sin embargo se observó huevos de fasciolas en las muestras de heces.

Como indica Lumbreras (1982) el grado de infestación depende de la cantidad de especímenes adultos que se alojen en las vías biliares, por lo que el hallazgo de huevos en heces esta en función del número de parásitos y de la cantidad de huevos que expulse este.

Sin embargo, debido a la presencia de huevos del parásito en las muestras coproparasitológicas de las aves, estas se evaluaron mediante los parámetros: “Presencia” y “no se observó” huevos de *Fasciola hepatica*.

Los resultados de los análisis coproparasitológicos, dieron falsos positivos en todas las muestras evaluadas, permitiendo suponer que los huevos del parásito eliminados en las heces, fueron ingeridos por las aves posiblemente al consumir alimentos o aguas ya contaminadas con los huevos de este parásito.

Para cuantificar la presencia de huevos de *Fasciola hepatica*, se evaluaron un total de 308 muestras de heces, de 154 aves silvestres (se extrajo dos muestras de cada ave) de las especies que se observaron en mayor abundancia, recolectadas en los bofedales de la comunidad de Huacullani en época seca y húmeda.

Del total de las muestras evaluadas, se logró verificar la presencia de huevos de *Fasciola hepatica* en 18 muestras que resultaron positivas para el parámetro “presencia” de huevos del parásito, que representa un promedio de 5,84%, y en las 290 muestras restantes fueron negativas “no se observo” las mismas representan el 94,16% del total de las muestras observadas (cuadro 8).

Cuadro 8. Parámetro de cuantificación y evaluación de presencia de huevos de *Fasciola hepatica* en la avifauna silvestre mediante el examen coproparasitológico en la Comunidad de Huacullani en época seca y húmeda 2006- 2007

Número de individuos analizados	Método de Ritchie			
	Presencia		No se observo	
	N	(%)	N	%

154	18	5,84	290	94,16
TOTAL	308			

FUENTE: Elaboración propia

N = Número de muestras evaluadas

4.5 Presencia de huevos de *Fasciola hepatica* en la avifauna silvestre por

época

Respecto a la presencia de huevos de *Fasciola hepatica* en las muestras de heces de las aves capturadas, en los meses de julio a octubre considerado como la época seca, no se observó la presencia de huevos de *Fasciola hepatica* en todas las muestras analizadas.

En la figura 14 se puede observar que la presencia de huevos se registró solo en la época húmeda que corresponden a los meses de noviembre a abril con 7,44% para el parámetro "presencia" y 92,56% para el parámetro "no se observó".

En la época húmeda debido a las precipitaciones pluviales y temperaturas elevadas entre noviembre y abril, se constituyen en el ambiente climático propicio para la presencia y diseminación de huevos de *Fasciola hepatica*.

Según Valenzuela y Quintana (1998) la principal ovoposición del año ocurre en esta época, así mismo los huevos que permanecieron inactivos dentro del estiércol de los animales se liberan.

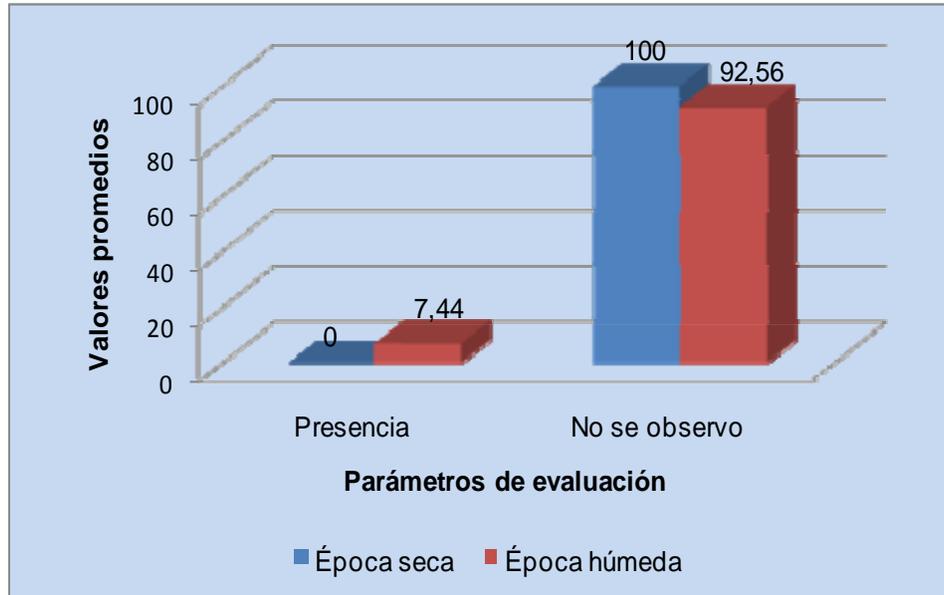


Figura 14. Valores promedios en porcentajes (presencia y no se observo) huevos de *Fasciola hepatica* en muestras de heces de aves silvestres por época.

Los resultados están relacionados con la época del año, debido a que en época de lluvias la crecida de aguas debido al incremento de la precipitación, arrastra los huevos de fasciola, los cuales se diseminan a lo largo de los bofedales, contaminando de esta manera las aguas con las mismas, que posteriormente son ingeridos por las aves silvestres que frecuentan estos lugares para alimentarse.

Ayaqui (2001) señala que, dentro de las heces se encuentran los huevos y larvas, y con la luz solar se produce la disecación del estiércol de animales en especial de bovinos y ovinos, las bolas fecales actúan como incubadora al calor, también pueden impedir la emigración de larvas a menos que su cubierta externa sea reblandecida con lluvia.

Al respecto Brunson (1980) menciona que, en tiempos relativamente secos y con vegetación corta, las bolas de estiércol actúan como reservorio de huevos durante meses y se liberan en época de lluvias.

4.6 Identificación de avifauna silvestre portadora de huevos de *Fasciola hepatica* por época

En la época seca, en todas las especies de aves capturadas y examinadas no se observó la presencia de huevos en las muestras coproparasitológicas, es decir que el 100% de las aves se hallaban libres de los huevos del parásito. En la época húmeda se identificó dos especies de aves silvestres, *Anas flavirostris* (Anfl) y *Tringa flavipes* (Trfl) como portadoras de huevos de *Fasciola hepatica* dentro de las cuatro especies evaluadas.

En el cuadro 9, se observa los resultados para los parámetros “presencia” y “no se observó” huevos del parásito para cada especie de ave silvestre (expresado en porcentaje). En la época seca no se observó huevos de *Fasciola hepatica* en todas las muestras que fueron sometidas al análisis coproparasitológico.

En la época húmeda el 17,65% de la especie *Anas flavirostris* (Anfl) fueron identificados como portadoras de huevos de *Fasciola hepatica*, el 12,5% en la especie *Tringa flavipes* (Trfl) y en el 87,50% no se observó huevos del parásito. Las aves de las especies *Plegadis ridgwayi* (Plri) y *Larus serranus* (Lase) presentaron resultados negativos para “presencia” de huevos de *Fasciola hepatica* en todas las muestras analizadas en laboratorio (cuadro 9).

Cuadro 9. Resultados porcentuales de los análisis coproparasitológicos

EPOCA	ESPECIE	CÓDIGO DE ESPECIE	Presencia de Huevos		No Observados	
			Nº	%	Nº	%
SECA	Anas flavirostris	Anfl	0	0,00%	14	100,00%
	Plegadis ridgwayi	Plri	0	0,00%	16	100,00%
	Larus serranus	Lase	0	0,00%	3	100,00%
	Tringa flavipes	Trfl	-	-	-	-
	SUB TOTAL			0	0,00%	33
HÚMEDA	Anas flavirostris	Anfl	6	17,65%	28	82,35%
	Plegadis ridgwayi	Plri	0	0,00%	41	100,00%
	Larus serranus	Lase	0	0,00%	22	100,00%
	Tringa flavipes	Trfl	3	12,50%	21	87,50%
	SUB TOTAL			9	7,44%	112
TOTAL			9	5,84%	145	94,16%

Fuente: Elaboración propia

Este resultado se atribuye a las características anatómicas, morfológicas y hábitos alimenticios de cada especie de ave silvestre, la especie *Anas flavirostris* (Anfl) es un importante representante avifaúnico de este tipo de hábitat, su dieta omnívora favorece la presencia de huevos de *Fasciola hepatica* en sus heces.

La presencia de huevos del parásito en la especie *Tringa flavipes* (Trfl) es debido posiblemente a que utiliza los bofedales como sitio de alimentación, siendo esta una especie migradora boreal por ello se observa su presencia solo en época húmeda.

Por falta de información sobre el tema no se corrobora el resultado.

4.7 Cuantificación de las aves silvestres que actúan como controladores biológicos del hospedero intermediario de la *Fasciola hepatica*

Se evaluaron 154 aves de vida silvestre que fueron colectados en época seca y húmeda, de las cuales el 22,08% actúan como control biológico del caracol hospedero intermediario del parásito y el restante 77,92% resulto negativo como control biológico, como se observa en el cuadro 10.

Cuadro 10. Cuantificación general de la avifauna silvestre que cumple la función de control biológico del caracol *Lymnaea* sp.

Nº DE INDIVIDUOS ANALIZADOS	Nº DE INDIVIDUOS QUE CONSUMEN CARACOL	(%)	Nº DE INDIVIDUOS QUE NO CONSUMEN CARACOL	(%)
154	34	22,08	120	77,92

Fuente: Elaboración propia

El resultado se atribuye a las características que presentan los bofedales del altiplano norte, son ricos en moluscos en relación con otras regiones del altiplano, lo cual atrae numerosas especies de aves silvestres, que se desplazan en estas áreas húmedas según la abundancia de alimento (caracoles del género *Lymnaea*) como ocurre con algunas especies de aves silvestres.

4.8 Identificación de avifauna silvestre que actúa como control biológico de caracoles

Para una mejor comprensión se cuantifico en términos de porcentaje para cada una de las especies que fueron colectados en los bofedales de Huacullani. Se identificó a dos especies de aves que cumplen con la función de controladores biológicos del hospedero intermediario (caracol) de la *Fasciola hepatica*, de acuerdo a la necropsia realizada, se halló en el proventrículo de las aves silvestres, caracoles del género *Lymnaea* sp.

Las especies identificadas como control biológico fueron: *Plegadis ridgwayi* (Plri) y *Tringa flavipes* (Trfl). En la figura 15, se puede observar que la especie que alcanzó el mayor porcentaje como control biológico del caracol fue *Plegadis ridgwayi* (Plri) con 65,08% y la especie *Tringa flavipes* (Trfl) con solo 29,41%, en las especies *Anas flavirostris* y *Larus serranus* no se evidencio la presencia de caracoles.

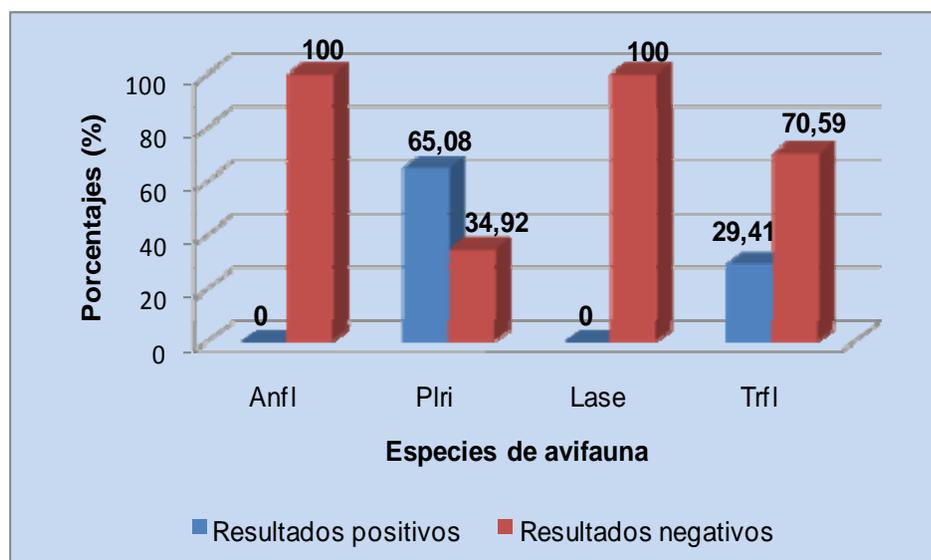


Figura 15. Valores porcentuales de aves silvestres identificados como controladores biológicos.

El hallazgo de caracoles en dos especies de aves de vida silvestre, *Plegadis ridgwayi* (Plri) y *Tringa flavipes* (Trfl) de las cuatro evaluadas, es debido posiblemente a los hábitos alimenticios que difieren de una especie a otra y son un aspecto a observar para diferenciarlos.

Otro aspecto importante a tomar en cuenta es la forma del pico de las aves, que varía entre especies y están adaptadas de acuerdo a las necesidades de alimentación, como se puede observar en las aves de las especies *Anas flavirostris* (Anfl) y *Larus serranus* (Lase) las cuales poseen picos y miembros inferiores más cortos longitudinalmente respecto a las otras dos especies identificadas como control biológico (anexo 4), así mismo estas dos especies están presentes específicamente en cuerpos de agua para conseguir su alimento, no se desplazan a lo largo del bofedal.

Contrariamente y con hábitos alimenticios diferentes se comportan las especies *Tringa flavipes* (Trfl) y *Plegadis ridgwayi* (Plri) que tienen el pico más recto, largo y arqueado, aspecto que les permite alcanzar y sacar los caracoles de los bofedales, los cuales se encuentran cerca o entre las raíces de la vegetación.

A estas especies de aves se las puede ver introduciendo el pico y desplazándose en los bofedales en busca de caracoles e insectos, tal como afirma Dejoux (1991).

4.9 Cuantificación de la avifauna silvestre que actúa como controlador biológico por época (seca y húmeda)

En la época seca en el 6,25% de las aves capturadas de la especie *Plegadis ridgwayi* (Plri) se encontró que consumen caracoles y no así en las especies restantes.

En la época húmeda se determinó que el 58,54% de la especie *Plegadis ridgwayi* (Plri) consumen caracoles y el 37,50% de las aves de la especie *Tringa flavipes* (Trfl)

también consumen caracoles. En el resto de las especies como: *Anas flavirostris* (Anfl) y *Larus serranus* (Lase) no se halló evidencia de consumo de caracoles en las dos épocas, como se observa en el cuadro 11.

Cuadro 11. Avifauna silvestre que actúa como control biológico del hospedero intermediario de *Fasciola hepatica* por época.

EPOCA	CÓDIGO DE ESPECIE	ESPECIE	Nº Individuos Capturados	Consumen caracol		No Consumen caracol	
				Nº	%	Nº	%
SECA	Anfl	<i>Anas flavirostris</i>	14	0	0,00%	14	100,00%
	Plri	<i>Plegadis ridgwayi</i>	16	1	6,25%	15	93,75%
	Lase	<i>Larus serranus</i>	3	0	0,00%	3	100,00%
	Trfl	<i>Tringa flavipes</i>	-	-	-	-	-
	SUB TOTAL			33	1	3,03%	32
HUMEDA	Anfl	<i>Anas flavirostris</i>	34		0,00%	34	100,00%
	Plri	<i>Plegadis ridgwayi</i>	41	24	58,54%	17	41,46%
	Lase	<i>Larus serranus</i>	22		0,00%	22	100,00%
	Trfl	<i>Tringa flavipes</i>	24	9	37,50%	15	62,50%
	SUB TOTAL			121	33	27,27%	88
TOTAL			154	34	22,08%	120	77,92%

Fuente: Elaboración propia

La presencia del hospedero intermediario de la *Fasciola hepatica* en época húmeda es alta, lo cual está relacionado con el consumo de poblaciones importantes de caracoles del género *Limnea* por las aves de las especies *Plegadis ridgwayi* (plri) y *Tringa flavipes* (Trfl).

Huertas (2002) realizó un estudio para determinar la densidad de caracoles en los bofedales de la zona norte del Altiplano de La Paz y encontró que la densidad promedio de caracoles en época húmeda es mayor que en la época seca, 9,3/m² y 3,3 moluscos /m² respectivamente.

En la figura 16 se puede observar que, en época seca, de todas las especies de aves capturadas, solo en el 3,03% se encontró que las mismas consumen caracoles. En la época húmeda del total de todas las especies observadas en 27,27% se encontró que consumen caracoles.

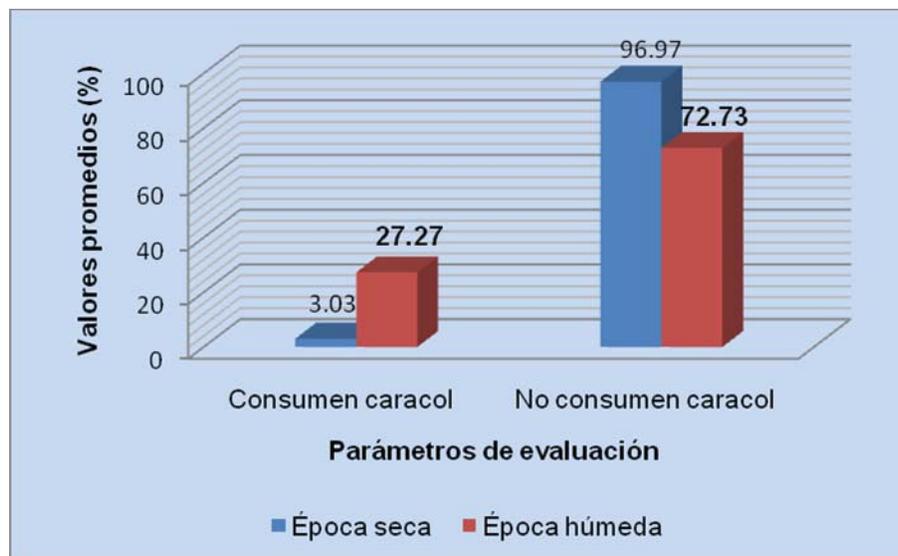


Figura 16. Valores promedio en porcentajes (por época) de aves silvestres que consumen caracoles hospederos intermediarios de *Fasciola hepatica*.

El consumo de caracoles por las aves silvestres en la época húmeda es mayor debido a la elevada la población de moluscos en relación a la época seca, por las condiciones climáticas favorables que se presentan, por tanto el resultado alcanzado esta muy relacionado con la época.

4.10 Avifauna silvestre que cumple la función de control biológico por época distribuidas dentro los meses

En el cuadro 12 se puede observar que, en los meses: julio, agosto, septiembre y octubre del 2006, considerada como época seca, el consumo de caracoles fue del 2,27%, el mayor porcentaje promedio mensual fue de 97,73% de aves en las cuales no se halló evidencia de consumo de caracoles. Así mismo se observa los resultados para los meses de la época húmeda que corresponde a los meses de noviembre y diciembre del 2006; enero, febrero, marzo y abril del 2007, el consumo de caracoles subió a 26,52% y el promedio para las aves que no consumen caracoles bajo a un 73,48%.

Cuadro 12. Cuantificación del consumo de caracoles por la avifauna silvestre por época dentro los meses

Época	Meses	Consume	No consume	Total
Seca	Julio	0,00	100,00	100,0
	Agosto	0,00	100,00	100,0
	Septiembre	0,00	100,00	100,0
	Octubre	9,09	90,91	100,0
Sub total	%	2,27	97,73	100,0
Húmeda	Noviembre	14,29	85,71	100,0
	Diciembre	30,00	70,00	100,0
	Enero	29,17	70,83	100,0
	Febrero	31,82	68,18	100,0
	Marzo	23,81	76,19	100,0
	Abril	30,00	70,00	100,0
Sub total	%	26,52	73,48	100,0
Promedio total %		14,39	85,61	100,0

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 12 y la figura 17, se puede observar que el consumo de caracoles por las aves silvestres de la zona es nulo en los primeros tres meses de la época seca, solo en el mes de octubre se tiene un porcentaje de 9,09% de consumo. Esto es debido a las condiciones medioambientales que presenta la región en época seca.

La temperatura sufre una disminución durante los tres primeros meses (julio-septiembre), consecuentemente la población de moluscos disminuye, así mismo se observa una mayor densidad de caracoles durante el mes de octubre debido a que la temperatura se va incrementando, lo cual esta en relación con el consumo por las aves.

Al respecto Ayaqui (2001) menciona que, en periodos de sequía o de baja temperatura, los caracoles se introducen en el subsuelo húmedo sufriendo periodos prolongados de “estibación” o “hibernación” donde sus procesos metabólicos llegan a paralizarse completamente.

Blood y Radostits (2002) señalan que, la temperatura por debajo de los 10°C no permite su reproducción y las estaciones secas con bajas temperaturas retrasan o no permiten la evolución de estadios juveniles que se reactivan con el incremento de la temperatura ambiental.

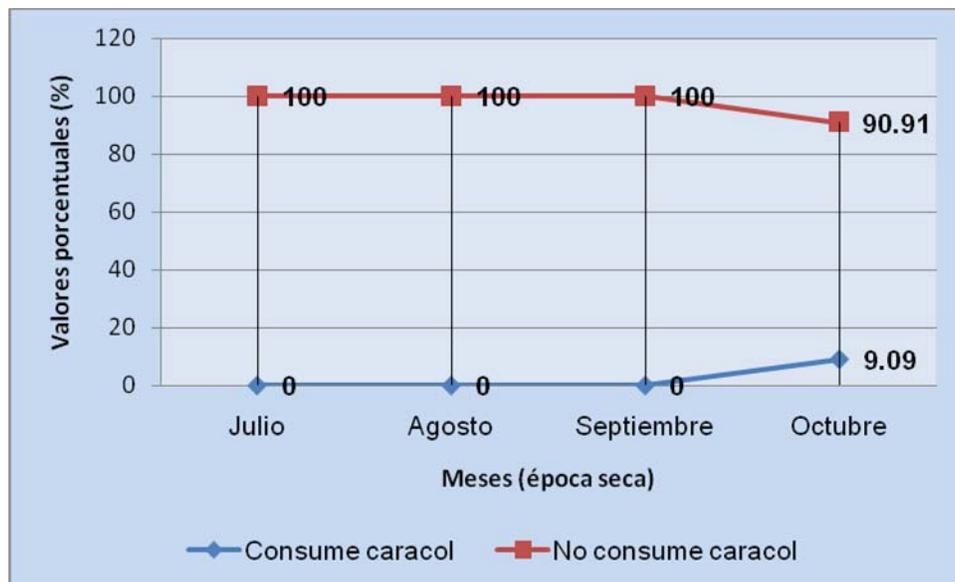


Figura 17. Comportamiento del consumo de caracoles por las aves en los meses de la época seca

En el cuadro 12 y la figura 18, se puede observar el comportamiento de consumo de caracoles por las aves de vida silvestre en los meses de la época húmeda.

En el mes de noviembre el consumo es del 14,29%, para el mes de diciembre sube a 30,00%, en enero es del 27,17%, en febrero fue del 31,82%, para marzo desciende al 23,81% y finalmente para el mes de abril este valor es del 30,00%, es decir que para los meses de la época húmeda el consumo promedio de caracoles por las aves oscila alrededor de 27,00%.

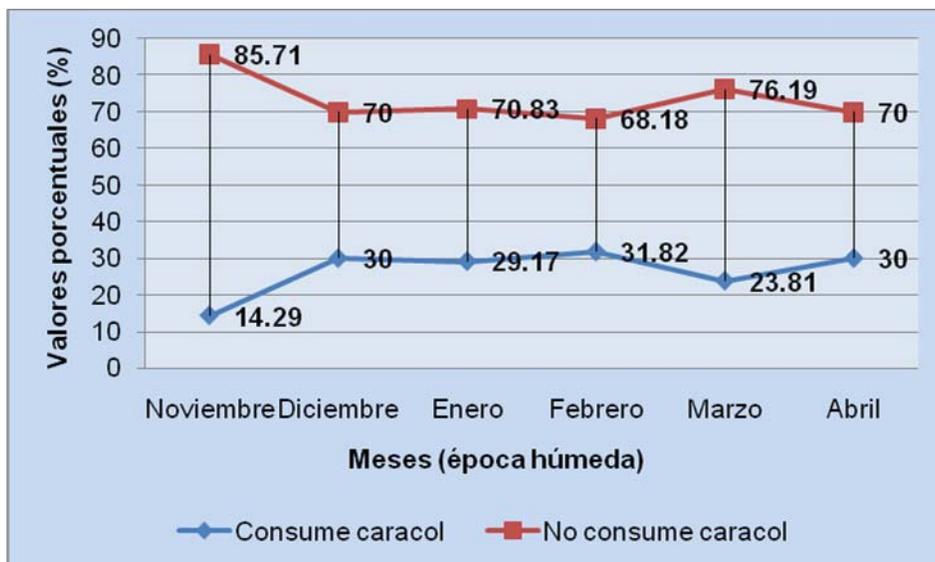


Figura 18. Comportamiento del consumo de caracoles por las aves en los meses de la época húmeda

En términos generales, se puede observar que el máximo consumo de caracoles por las aves se reporta en los meses de diciembre a abril, este resultado se atribuye a que la densidad poblacional de caracoles es mayor con respecto a la época seca, debido a las lluvias y temperaturas adecuadas que se presentaron durante estos meses favoreciendo la reproducción de los moluscos. Lo cual guarda relación con la densidad del hospedero intermediario y el consumo de las aves que se presentan en mayor abundancia en la época húmeda.

Ayaqui (2002) afirma que, bajo condiciones adecuadas de temperatura y humedad ambiental se reproducen rápidamente, ya que un caracol puede producir hasta 25.000 descendientes y actúa en forma hermafrodita, Afirmación que es ratificado por Huertas (2002), quien menciona que la mayor población de caracoles *Lymnaea* sp., se presenta en la época húmeda.

5. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos, se tienen las siguientes conclusiones:

- ❖ Se identificaron 7 especies de aves silvestres distribuidas en 5 familias que corresponden a: **Anatidae, Threskiornithidae, Scolopacidae, Laridae y Charadriidae.**
- ❖ Las especies de mayor abundancia y distribución son **Anas flavirostris, Plegadis ridgwayi, Tringa flavipes** y **Larus serranus** que están estrechamente asociadas y relacionadas a este tipo de hábitat.
- ❖ Es importante la presencia de **Tringa flavipes**, especie migradora boreal, que usa los bofedales de la zona de Huacullani como lugar de alimentación y descanso cuando migra hacia el sur.
- ❖ De las aves analizadas mediante la observación directa de los conductos biliares y el tejido hepático, en ninguna de ellas se observó el tremátodo en su forma adulta, llegando a la conclusión de que para las aves silvestres evaluadas la *Fasciola hepatica* no es patógena.
- ❖ En cuanto a la presencia de huevos en las muestras de heces extraídas de la avifauna silvestre presentes en los bofedales, 9 muestras presentaron huevos del parásito de un total de 154 muestras observadas, lo que significa que el 5,84% es portador de los huevos del parásito y en 94,16% no se observó la presencia de huevos de *Fasciola hepatica*.
- ❖ La presencia de huevos de *Fasciola hepatica* en época húmeda alcanzó un valor promedio de 7,44%, en época seca no se observó la presencia de los huevos del parásito en las aves capturadas y analizadas.

- ❖ Durante la época húmeda, en la zona se identificó a dos especies de aves silvestres como portadoras de huevos de *Fasciola hepatica* con los siguientes porcentajes: **Anas flavirostris** con 17,65% y **Tringa flavipes** con 12,50%. En la época seca no se identificó ninguna especie de ave portadora de huevos de *Fasciola hepatica*.
- ❖ En cuanto a las aves que actúan como control biológico del hospedero intermediario (caracol) de la *Fasciola hepatica*, de un total de 154 aves examinadas en la necropsia el 22,08% cumplen con esta función.
- ❖ En la época seca se identificó a la especie **Plegadis ridgwayi** como control biológico del hospedero intermediario del parásito con 6,25%. En la época húmeda dos especies fueron identificadas con los siguientes porcentajes: **Plegadis ridgwayi** con 58,54% y **Tringa flavipes** con 37,50%, donde se denota la especie que cumple la función de control biológico durante ambas épocas es **Plegadis ridgwayi**.
- ❖ En la cuantificación entre especies que presentan los porcentajes mas altos fueron atribuidos a **Plegadis ridgwayi** con 65,08% y **Tringa flavipes** con 29,41% como especies de control biológico del caracol. Las especies de aves en las cuales realizado la necropsia no se encontró evidencia de consumo de caracoles fueron: **Anas flavirostris** y **Larus serranus** con 0% respectivamente.
- ❖ En cuanto a los resultados porcentuales en promedio con relación a los meses, durante la época seca el mayor consumo de caracoles por las aves se presentó en el mes de octubre con 9,10%. Por otro lado en la época húmeda el mayor consumo se presentó en el mes de febrero con 31,82%, tomando en cuenta el promedio entre meses por época, el mayor promedio de consumo oscila alrededor de 26,52% para los meses de la época húmeda, el promedio mas bajo es de 2,27% para los meses de la época seca.

6. RECOMENDACIONES

De acuerdo a las conclusiones efectuadas y dada la necesidad de continuar la investigación se recomienda:

- ❖ Realizar trabajos de investigación similares para otras áreas geográficas colindantes al Lago Titicaca, en zonas de bofedales, para obtener información comparativa.
- ❖ Investigar en forma precisa el aporte de las aves silvestres en la fase de difusión de la ***Fasciola hepatica*** en zonas de alta endemicidad, para poder planificar estrategias de control adecuadas.
- ❖ Se recomienda ampliar la investigación en otras especies de aves silvestres no tomadas en cuenta en el presente estudio.
- ❖ Se recomienda estudiar la viabilidad de los huevos de ***Fasciola hepatica*** que son liberados por las aves silvestres portadoras, para evaluar su importancia en la transmisión de la Fasciolosis.

7. BIBLIOGRAFÍA.

ACHA, P. Y SZYFRES, B. 1997. Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes al hombre y a los animales. Editorial Organización Panamericana de la Salud y Organización Mundial de la Salud. Washington, D.C., E.U.A. 989 p.

ACHA, PN. 1986. Zoonosis y Enfermedades Transmisibles Comunes al Hombre y a los Animales. 2 ed. OPS/OMS. USA. p. 689- 695.

ACHO, M. 2004. Manual del ganadero, Unidad Académica Campesina. Editorial PGD Impresiones. Tomo 2. La Paz, Bolivia. 360 p.

ALBUQUERQUE, E. 2006. Comportamento e desenvolvimento de *Fasciola hepatica* (Linnaeus, 1758) de bovinos naturalmente infectados em sagüi (*Callithrix penicillata*) e gerbil (*Meriones unguiculatus*). Tesis de grado. Universidad Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciencias Biológicas. Departamento de Parasitología. Belo Horizonte, Brasil. 127 p.

ALCAINO, H; APT, W; VEGA, F. 1992. Fasciolosis animal en la VII región de Chile: áreas de distribución e infección en caballos y conejos silvestres. Chile. p. 14-29.

ALCAINO, H. 1999. Fasciolosis en caballos y conejos silvestres (*Oryctolagus cuniculus*) en la provincia de Curicó, Chile. Parasitología al día, 12:136- 140.

ALCAÍÑO, H Y APT, W. 1989. Algunos antecedentes sobre la fasciolosis animal y humana. Monog. Med. Vet. ; 11:14-29.

ALCAÍÑO, H; VEGA, F; GORMAN, T. 1993. Epidemiología de la fasciolosis hepática en la VII Región Chile. Parasitología al Día; 17:99-106.

- ASTUDILLO, H.** 1999. Prevalencia de parasitismo gastrointestinal y hepático en bovinos del Departamento de San Carlos, Provincia de Ñuble. Enero- Mayo 1998. Tesis M.V. Universidad de Concepción. Facultad de Medicina Veterinaria. Chillan, Chile. 54 p.
- AYAQUI, F.** 2001. Fasciolosis en la localidad de Uchumayo Arequipa. Tesis de Maestria. Universidad Cayetano Heredia. Lima, Perú. 92. p.
- BARNES,** 1987. Moluscos en Zoología de los invertebrados. Editorial. Interamericana. 4 ed. México. p. 335- 403.
- BASSO, N.** 1992. Bases de la Parasitología Veterinaria. Ed. Hemisferio Sur. 157 p.
- BLANCAS, G; TERASHIMA, A; MANGUIÑA, C; VERA, L; ALVAREZ, H; TELLO, R.** 2004. Fasciolosis humana y compromiso gastrointestinal: Estudio de 277 pacientes en el Hospital Nacional Cayetano Heredia 1970- 2002. Revista de Gastroenterología de Perú Vol. 24. Nº 2. Abr/Jun. Lima, Perú.
- BLOOD, C.** 2002. Manual de medicina Veterinaria. 9 ed. Editorial Mc Graw Hill. España. 840 p.
- BLOOD, D. Y RADOSTITS, O.** 1992. Medicina Veterinaria. 7 ed. Editorial Interamericana Mc Graw Hill. Volumen 2. España. 1599 p.
- _____. 2002. Tratado de las enfermedades del ganado bovino, ovino, porcino, equino y caprino. 9 ed. Editorial Mc Graw Hill- Interamericana. España. 840 p.
- BOCH, J. Y SUPPERER, R.** 1977. Parasitología en medicina. Parte 1. Editorial Hemisferio Sur. S.A. Buenos Aires. Argentina. 627 p.

BORAY, J. 1994. Diseases of Domestic Animals Caused by flukes. F.A.O, Roma. p. 1- 32.

BORCHERT, A. 1982. Enfermedades parasitarias de los Animales Domésticos. Editorial Intermédica. Buenos Aires. Argentina. 160 p.

BOTERO, D. 2003. Técnicas de laboratorio en parasitología. 4 ed. Editorial CIB. Bogota, Colombia, p. 463- 465.

BRUNSDON, R. 1980. Control de principales enfermedades, veterinaria, Parasitología 6, 185 p.

BUCKLAND, S; BURNHAM, K; ANDERSON, D; LAAKE, J. 1993. Density estimation using distance sampling. Chapman Hall, London, Inglaterra. p. 133- 134.

BUSTILLO, AE. Y BAKER, P. 1990. Manual de capacitación en control biológico. Publicación de CENICAFE. Colombia. 178 p.

CABOT, N. 1990. Dinámica anual de la Avifauna en cinco hábitats de altiplano Norte de Bolivia. Tesis. Estación Biológica Doñana. 317 p.

CÁCERES VEGA, E. 1989. La Fasciola Hepática, Enfermedad y pobreza campesina. La Paz, Bolivia. p. 81.

CAÑAS C, R. 1998. Alimentación y Nutrición Animal. Pontificia Universidad Católica de Chile. Facultad de Agronomía. Santiago, Chile. p. 347- 366.

CARDENAS, M. 2006. Gestión Sustentable de Bofedales del Salar del Huasco. Editorial Andros. Santiago. Chile. 22 p.

COMA, S. 1999. La fasciolosis humana en América Latina; Jornadas Ibero-americanas de Ciencias Farmacéuticas, Real Academia de Farmacia, Madrid. p. 31- 86.

COMA; S. et al. 1998. La fasciolosis, una nueva infección en la lista de enfermedades tropicales. Trabajo presentado en el I Congreso de la Sociedad Española de Medicina Tropical y Salud Internacional, Chinchón, España. s.p

COPA, S. 1997. Manual Práctico de Veterinaria. 1 ed. Editorial Artes Gráficas. La Paz, Bolivia. 328 p.

CORDERO DEL CAMPILLO, M; ROJO, F; MARTINEZ, A. 1999. Parasitología veterinaria. Editorial Interamericana Mc Graw Hill. España. pp. 260- 262.

CORNEJO, W; ALVA, P; SEVILLA, C; HUIZA, A. 2003. Inmunodiagnóstico de la Fasciolosis humana en la Provincia de Chopaca- Junin, mediante un ELISA de captura basada en Cistatina. Revista Anales de la Facultad de Medicina. Vol. 64. Nº 4. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Perú. p. 252- 254.

CUENTAS, G. 2001. Zoonosis de Importancia para la economía y para la Salud Pública. El impacto de las zoonosis emergentes en la salud humana y en la salud animal. XIII Reunión Interamericana a nivel ministerial en salud y agricultura. Organización Panamericana de la Salud. Organización Mundial de la Salud. s.p.

DEJOUX, C. 1991. La avifauna. El lago Titicaca. Síntesis del conocimiento limnológico actual. ORSTOM. Talleres Gráficos Hisbol. La Paz, Bolivia. p. 465- 476.

DUMÉNIGO, B; ESPINO, A; FINLAY, C; MEZA, M. 1999. Kinetics of antibody based antigen detection in serum and faeces of sheep experimentally infected with *Fasciola hepatica*. *Vet. Parasitol.* 1999; 86:23-31.

DUNN, A. 1983. *Helmintología veterinaria*. 2 ed. El Manual Moderno S.A., México D.F. p. 112-137.

ESCOBAR, L. 2003. Fasciolosis. Programa de Capacitación Continua. Parasitosis. Educación Médica Continua. Mexico. p. 33- 35.

EUZEBY, J. 1971. Les maladies vermineuses des animaux domestiques et leurs incidences sur la pathologie humaine. Tome II. Maladies dues aux plathelminthes. Vigot Freres Editeurs, Paris. p. 350–358.

FLORES, CD. 2002. Identificación y análisis de cambios en los bofedales de la Cordillera Occidental y el Altiplano de Bolivia. Dep. de Oruro y La Paz. Tesis de Maestría. Universidad Mayor de San Simón. Facultad de Agronomía. Cochabamba, Bolivia. 60 p.

FRANCE, A; GERDING M ; CESPEDES, C ; CORTÉZ, M. 2002. Control de babosas (*Deroceras reticulatum* Muller) con *Phasmarhbaditis hermaphrodita* (Nemátoda : Rhabditidae) en suelos con sistema de cero labranza.

FREDES, F; GORMAN, T; SILVA, M; ALCAINO, H. 1997. Evaluación diagnóstica de fracciones cromatográficas de *Fasciola hepática* mediante Western Blot y ELISA en animales infectados. *Archivos de medicina Veterinaria*. Vol. 29. Nº 2. Valdivia. Chile.

GALLO, G. 1990. *EL caracol. Cría y Explotación*. 2da. edición. Editorial Mundi. Madrid- España. 179 p.

GARCÍA CASTRO, PA. 2004. Prevalencia de Distomatosis en bovinos faenados en el año 2003 en el frigorífico Temuco S.A., IX Región y su importancia en la salud humana. Tesis de grado. Universidad Católica de Temuco. Facultad de Acuicultura y Ciencias Veterinarias. Escuela de Medicina Veterinaria. Temuco-Chile. 103 p.

GOBIERNO MUNICIPAL DE TIWANAKU. 2004. Diagnóstico del Municipio de Tiwanaku. La Paz, Bolivia. 101 p.

HENNESSEY, B; HERZOG, S Y SAGOT, F. 2003. Lista anotada de las Aves de Bolivia. Editorial Armonía, Santa Cruz, Bolivia. 238 p.

[http:// www.zoetecnocampo.com/voluntariado.htm](http://www.zoetecnocampo.com/voluntariado.htm). Consultado el 25 de mayo de 2007.

HUERTAS, G. 2002. Evaluación de los parámetros fisicoquímicos del agua en el desarrollo de la *Fasciola hepatica* en la región de Achacachi, Departamento de La paz. Tesina de grado. Universidad Mayor de San Andrés (U.M.S.A.). Viacha-Bolivia. 56 p.

INRENA. 1997. Estudio Nacional de la Diversidad Biológica. Volumen I. Diagnóstico Nacional. Lima, Perú. 407 p.

JENSEN, R. Y MACKEY, D. 1973. Enfermedades de los bovinos en los corrales de engorda. Hispanoamericana. México. D.F. 413 p.

LARA, M. 1998. Salud pública veterinaria fasciolosis. OMS/OPS. La Paz, Bolivia. s.p.

LEGUIA, G. 1997. Distomatosis hepática en el Perú. Epidemiología y control. 2 ed. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú p. 104- 108.

LEIMBACHER, F. 1985. Epidemiologie de la fasciolose ovine dans le center-ouest de la France. Essais d'adaptation d'une technique de prevision. Mémoire Ingenieur, CNAM, Paris, 111 p.

LOJA, D; ALVIZURI, J; VILCA, M; AVILES, R; SÁNCHEZ, M. 2003. Hematoma hepático subcapsular por fasciola. Revista Gastroenterológica. N° 23. Perú. 142-148 p.

LUMBRERAS, H. 1982. Acerca de un procedimiento de sedimentación rápido para investigar huevos de *Fasciola hepatica* en las heces, su evaluación y uso en el campo. Revista Médica Peruana, 31 (332) : 167- 174.

MALEK, E; CHENG, T. 1974. Medical and economic malacology. Academic Press, New York. s.p.

MARCOS, L; MACO, V; TERASHIMA, A; SAMALVIDES, F; MIRANDA, E; TANTALEAN, M; ESPINOZA, J; GOTUZZO, E. 2004. Hiperendemicidad de Fasciolosis humana en el valle de Mantaro, Perú: Factores de riesgo de la infección por *Fasciola hepatica*. Revista de Gastroenterología del Perú. Sociedad de Gastroenterología del Perú. s.p.

MARTINEZ, M. 2003. Las aves y la Limnología en: Conferencias de Limnología Editores: A. Boltovskoy y Hugo López. Instituto de Limnología "Dr. A. Ringuelet" La Plata, Buenos Aires, Argentina. s.p.

MAS-COMA, M; ESTEBAN, J; BARGUES, M. 1999. Epidemiología de la fasciolosis humana: revisión y propuesta de clasificación. Artículo Publicado en Ingles en el Bulletin of the world Health Organizati6n. Vol. 77. N° 4. p. 340- 346.

MEJÍA IBAÑEZ, RL. 2002. Metodología de la investigación: como realizar y presentar trabajos de investigación. 2 ed. Editorial Sagitario S.R.L. La Paz, Bolivia. 313 p.

- MIELE, F; CORREA, D; ARETA, J.** 2000. Fasciola hepática como causa de obstrucción de la vía biliar. I Reunión de jóvenes endoscopistas. La generación del 2000. Bueno Aires, Argentina. s.p.
- MONTES DE OCA, I.** 1997. Geografía y Recursos Naturales de Bolivia. 3 ed. Editorial EDOBOL. La Paz, Bolivia. p. 614-615.
- MORALES, IC.** 1983. Algunos aspectos de Fasciolosis en áreas altiplánicas próximas a la ciudad de La Paz. Tesis de grado. U.A.G.R.M. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Santa Cruz, Bolivia. 23 p.
- MORALES, G y PINO, LA** 1992. Fasciola hepática. Aspectos Ecoepidemiológicos de Interés para el Desarrollo de Estrategias de Control. Ganadería mestiza de Doble propósito en Venezuela, edit. por Gonzalez, C, Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela. p. 301-324
- MORALES, G; PINO, LA; RODRIGUEZ, L.** 1989. El coprodiagnóstico de trematodos de rumiantes mediante la técnica de Happich-Boray modificada. Parasitología al Día; 13:37 – 43.
- MUNSON, L.** 1999. Procedimientos de Necropsia para Animales Silvestres. Trad. Marcela Uhart, Med. Vet. School of Veterinary Medicine. University of California. USA. 38 p.
- NARI, A. Y FIEL, C.** 1994. Enfermedades parasitarias de importancia económica en bovinos. Bases epidemiológicas para su prevención y control en Argentina y Uruguay. Editorial Hemisferio Sur. Montevideo, Uruguay. 519 p.
- OLAECHEA, FV.** 1994. Epidemiología y control de la *Fasciola hepatica*. En: Enfermedades parasitarias de Importancia Económica en Bovinos. Editorial, Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. p. 213- 233.

- OMS/OPS.** 1992. Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes al hombre y a los animales. Organización Mundial de la Salud/ Organización Panamericana de la Salud. 2 ed. Editorial Washington; D.C. Publicación Científica N° 503 E.U.A. 680- 695 p.
- OVIEDO, B.** 1995. Investigaciones sobre la Fasciola hepática en el Departamento de La Paz. Editorial. La Paz, Bolivia. p. 12.
- PAINTER, L; RUMIZ, D; GUINART, D; ROBERT, W; FLORES, B; TOWNSEND, W.** 1999. Técnicas de Investigación para el Manejo de Fauna Silvestre. Un manual del curso dictado con motivo III Congreso Internacional sobre Manejo de Fauna Silvestre en la Amazonia, Santa Cruz, Bolivia. 95 p.
- PEREZ, CI.** 1978. Parasitología. Hernan Blune Madrid, España. p. 171- 173.
- PINO, L A; MORALES, G.** 1982. Hábitat de *Lymnaea cubensis* Pfeiffer 1839, Hospedador intermediario de *Fasciola hepática*, detectados en el estado Trujillo, Venezuela. Acta Científica Venezolana; 33:61 – 65.
- PRIETO, G; ALZERRECA, H; LAURA, J. Y LUNA, 2002.** Características y distribución de los bofedales en el ámbito del Boliviano del sistema T.D.P.S. Trabajo de consultoría en Recursos Naturales no renovables, Asociación Integral de Ganaderos en Camélidos de los Andes Altos. S.I.G. La Paz- Bolivia. 270 p.
- QUIROZ, R.** 1990. Parasitología y enfermedades parasitarias de los animales domésticos. Editorial Limusa. México. D.F. p. 219- 250.
- QUITÓN, A.** 2003. Distomatosis Bovina en el Matadero Municipal Los Andes El Alto. Tesis de grado. Universidad Autónoma Juan Misael Saracho. Escuela Nacional de Salud Pública- Cuba. La Paz. Bolivia. 67 p.

RADOSTITS, O ; GAY, C ; BLOOD, D ; HINCHCLIFF, K. 2002. Medicina Veterinaria. Tratado de las enfermedades del ganado bovino, ovino, porcino, caprino y equino. Novena edición. Volumen 2. Editorial Interamericana Mc Graw Hill. Madrid 2215 p.

RALPH, C ; GEUPEL, G ; PYLE, P ; MARTIN, T ; MILA, B. 1996. Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. Albany, CA, Forest Service, U.S. Department of Agriculture, 46 p.

REMSEN, J. Y TRAYLOR. M. 1989. An annotated list of the birds of Bolivia. Buteo Books Vermillion, South Dakota, 79 p.

ROCHA, O; QUIROGA, C Y HENNESSEY, B. 2003. Aves. En Flores, E. y C. Miranda (eds.). Fauna Amenazada de Bolivia. ¿Animales sin futuro?. Ministerio de Desarrollo Sostenible Proyecto de Fortalecimiento Institucional BID ATR 929/SF – BO. ROSE, P. M. & D. A. SCOTT. 1997. Waterfowl Population Estimates- Second Edition. Wetlands International publ. 44, Wageninge, the Netherlands. 106 p.

RODRÍGUEZ, E; MORALES, G; PINO, L; PERDOMO, L. 1987. Estadísticas vitales de *Lymnaea columella* (Say, 1817) en condiciones de laboratorio (Mollusca, Gastrópoda, Basommatophora, Lymnaidae). Acta Científica Venezolana, 38: 465- 473.

ROJAS, M. 1990. Parasitismo de los animales domésticos. 1 ed. Editorial Maijosa, Perú. p. 112- 121.

ROLDAN, D. 1988. Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia. Editorial Presencia LTDA. Colombia. p. 211- 214.

- SAGOT, F. Y GUERRERO, J.** 1998. Aves y Conservación en Bolivia. Editorial. El País. Santa Cruz, Bolivia. p. 33- 37.
- SOULSBY, E.** 1987. Parasitología y enfermedades parasitarias en los animales domésticos. 7 ed. nueva editorial Interamericana. México, D. F. 823 p.
- STOTZ, DF; FITZPATRICK, JW; PARKER, TA; MUSKOVITS, DK.** 1996. Aves Neotropicales: Ecología y conservación. Universidad de Chicago. USA. 478 p.
- TAYLOR, EL.** 1965. La fasciolose et la douve du foie. Etudes Agricoles de la F.A.O, No.64, Roma. 235 p.
- URQUHART, GM; ARMOUR, J; DUNCAN, AM; JENNINGS, FW.** 2001 Parasitología Veterinaria. 2 ed. Editorial Acribia S.A. Zaragoza, España. p. 117-127.
- VALENZUELA, G. Y QUINTANA, I.** 1998. Evolución de huevos de Fasciola hepática en el medio ambiente en Temuco, IX Región Chile- Archivos de Medicina Veterinaria. Vol. 30. N°1. Valdivia. Chile.
- VERGANI, F.** 1975. Datos biológicos experimentales sobre el caracol *Lymnaea (Galba) cubensis* .Boletín Instituto Investigaciones Veterinarias de Venezuela; 23: 34–55.
- YOFRE, R.** 1995. En defensa de los bofedales altoandinos. En: Agroeconomía septiembre/ octubre. p. 43- 45.

ANEXOS



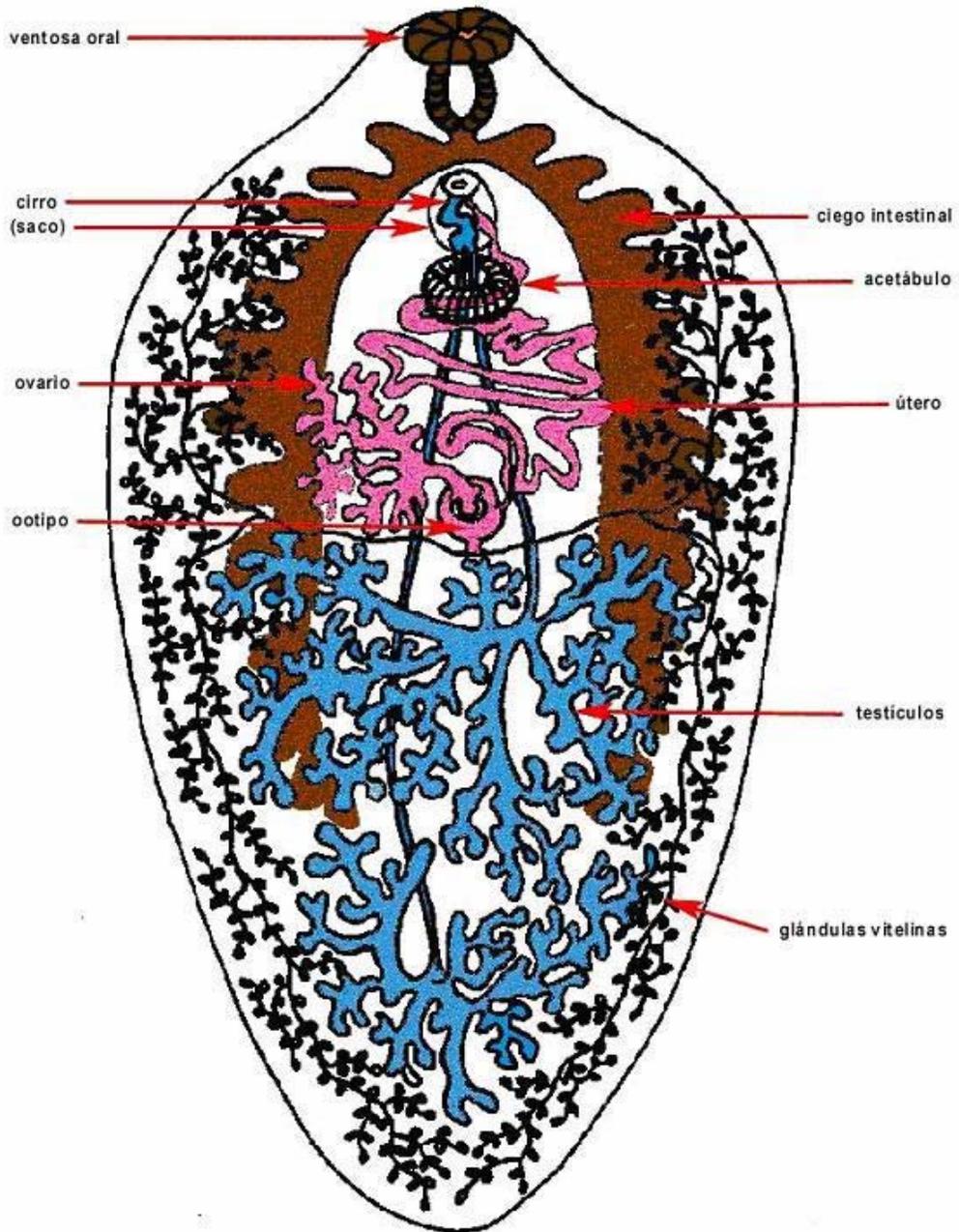
PROVINCIA INGAVI
UBICACION



Anexo 1. Mapa de ubicación geográfica del área de estudio.



Anexo 2. Morfología de *Fasciola hepatica* adulta



Anexo 3. Lista taxonómica y abundancia de aves silvestres en los bofedales de Huacullani

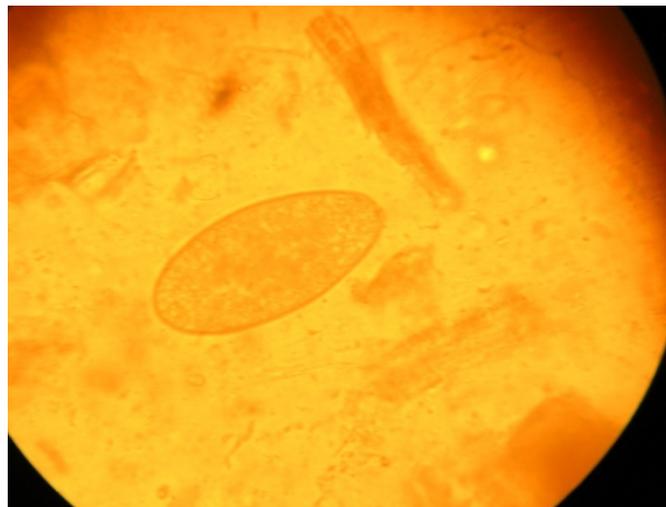
ÉPOCA	FAMILIA	ESPECIES	CÓDIGO DE ESPECIE	NOMBRE COMÚN	Nº DE INDIVIDUOS	(%)
EPOCA SECA	Anatidae	<i>Anas flavirostris</i>	Anfl	Pato barcino	74	31,90
		<i>Plegadis ridgwayi</i>	Plri	Ibis de la puna	96	41,38
	Threskiornithidae	<i>Eudocimus albus</i>	Eual	Ibis blanca	14	6,03
	Laridae	<i>Larus serranus</i>	Lase	Gaviota andina	26	11,21
	Charadriidae	<i>Vanellus resplenden</i>	Vare	Leke- leke	22	9,48
	Total	5		5	232	100,00
EPOCA HUMEDA	Anatidae	<i>Anas flavirostris</i>	Anfl	Pato barcino	240	22,18
		<i>Anas georgica</i>	Ange	Pato gerga	20	1,85
		<i>Plegadis ridgwayi</i>	Plri	Ibis de la puna	377	34,84
	Threskiornithidae	<i>Eudocimus albus</i>	Eual	Ibis blanca	43	3,97
	Laridae	<i>Larus serranus</i>	Lase	Gaviota andina	216	19,96
	Scolopacidae	<i>Tringa flavipes</i>	Trfl	Playero	129	11,92
	Charadriidae	<i>Vanellus resplenden</i>	Vare	Leke- leke	57	5,27
	Total	7		7	1082	100,00
TOTAL GENERAL		7		7	1314	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4. Fotos de resultados coproparasitológicos observados en laboratorio



Huevo de *Fasciola hepatica* ovalado y operculado encontrados en muestras coproparasitológicas en ejemplares de la especie *Anas flavirostris* (pato barcino)



Huevo de *Fasciola hepatica* ovalado y operculado encontrados en muestras coproparasitológicas en ejemplares de la especie *Tringa flavipes* (playero)

Anexo 5. Avifauna silvestre observada en los bofedales de huacullani



Anas flavirostris (Pato barcino)



Plegadis ridgwayi (Ibis de la puna)



Larus serranus (Gaviota andina)



Tringa flapipes (Playero)



Anas georgica (Pato gerga)



Vanellus resplendens (Leke leke)

Anexo 6. Fotografías de la comunidad de Huacullani en época seca



Vista panorámica del bofedal de la Comunidad de Huacullani en época seca



Animales pastando en el bofedal en época seca

Anexo 7. Fotografías de la comunidad de Huacullani en época húmeda



Bofedal en época húmeda donde se observan aves silvestres en medio de la vegetación

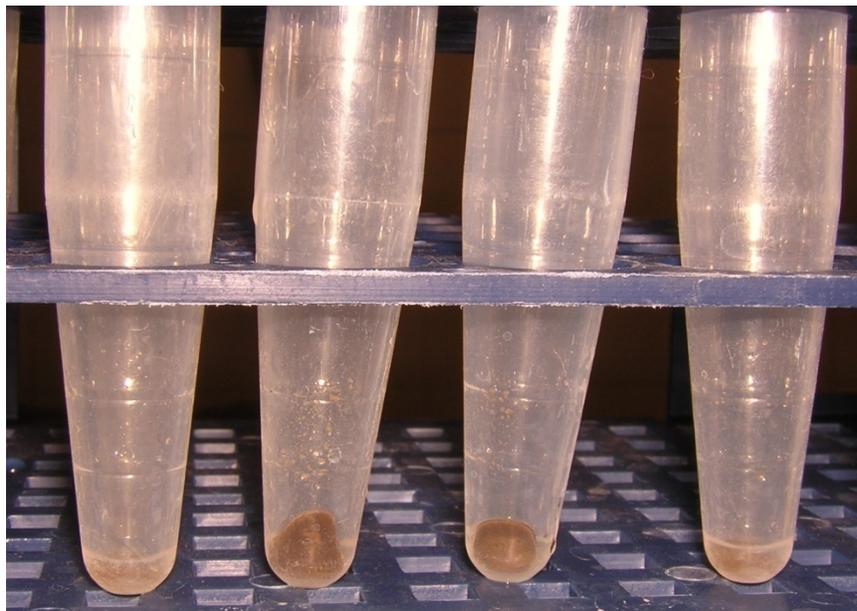


Las aves silvestres comparten el mismo ambiente donde pasta el ganado

Anexo 8. Fotografías de muestras procesadas en laboratorio



Muestras preparadas para ser centrifugadas



Muestras centrifugadas y decantadas

Anexo 9. Base de datos

Base de datos							
Nº	Época	Mes	Especie	n observados	n capturados	Presencia huevos <i>Fasciola hepatica</i>	Consumo caracoles
1	1	7	1	15	1	2	2
2	1	7	1		1	2	2
3	1	7	1		1	2	2
4	1	7	3	16	1	2	2
5	1	7	3		1	2	2
6	1	7	3		1	2	2
7	1	7	7	3	2		
8	1	8	1	17	1	2	2
9	1	8	1		1	2	2
10	1	8	1		1	2	2
11	1	8	3	30	1	2	2
12	1	8	3		1	2	2
13	1	8	3		1	2	2
14	1	8	3		1	2	2
15	1	8	3		1	2	2
16	1	8	4	2	2		
17	1	8	7	5	2		
18	1	9	1	20	1	2	2
19	1	9	1		1	2	2
20	1	9	1		1	2	2
21	1	9	1		1	2	2
22	1	9	3	25	1	2	2
23	1	9	3		1	2	2
24	1	9	3		1	2	2
25	1	9	3		1	2	2
26	1	9	4	4	2		
27	1	9	5	9	2		
28	1	9	7	7	2		
29	1	10	1	22	1	2	2
30	1	10	1		1	2	2
31	1	10	1		1	2	2
32	1	10	1		1	2	2
33	1	10	3	25	1	2	1
34	1	10	3		1	2	2
35	1	10	3		1	2	2
36	1	10	3		1	2	2
37	1	10	4	8	2		
38	1	10	5	17	1	2	2
39	1	10	5		1	2	2
40	1	10	5		1	2	2
41	1	10	7	7	2		
42	2	11	1	33	1	1	2
43	2	11	1		1	2	2
44	2	11	1		1	2	2

Nº	Época	Mes	Especie	n observados	n capturados	Presencia huevos <i>Fasciola hepatica</i>	Consumo caracoles
45	2	11	1		1	2	2
46	2	11	1		1	2	2
47	2	11	1		1	2	2
48	2	11	2	2	2		
49	2	11	3	40	1	2	1
50	2	11	3		1	2	1
51	2	11	3		1	2	2
52	2	11	3		1	2	2
53	2	11	4	8	2		
54	2	11	5	23	1	2	2
55	2	11	5		1	2	2
56	2	11	6	15	1	2	2
57	2	11	6		1	2	2
58	2	11	7	8	2		
59	2	12	1	42	1	1	2
60	2	12	1		1	1	2
61	2	12	1		1	2	2
62	2	12	1		1	2	2
63	2	12	1		1	2	2
64	2	12	1		1	2	2
65	2	12	1		1	2	2
66	2	12	2	5	2		
67	2	12	3	48	1	2	1
68	2	12	3		1	2	1
69	2	12	3		1	2	1
70	2	12	3		1	2	1
71	2	12	3		1	2	2
72	2	12	3		1	2	2
73	2	12	4	10	2		
74	2	12	5	25	1	2	2
75	2	12	5		1	2	2
76	2	12	5		1	2	2
77	2	12	6	21	1	1	1
78	2	12	6		1	2	1
79	2	12	6		1	2	2
80	2	12	6		1	2	2
81	2	12	7	9	2		
82	2	1	1	55	1	1	2
83	2	1	1		1	2	2
84	2	1	1		1	2	2
85	2	1	1		1	2	2
86	2	1	1		1	2	2
87	2	1	1		1	2	2
88	2	1	2	4	2		
89	2	1	3	65	1	2	1
90	2	1	3		1	2	1
91	2	1	3		1	2	1

Nº	Época	Mes	Especie	n observados	n capturados	Presencia huevos <i>Fasciola hepatica</i>	Consumo caracoles
92	2	1	3		1	2	1
93	2	1	3		1	2	2
94	2	1	3		1	2	2
95	2	1	3		1	2	2
96	2	1	4	5	2		
97	2	1	5	36	1	2	2
98	2	1	5		1	2	2
99	2	1	5		1	2	2
100	2	1	5		1	2	2
101	2	1	6	30	1	1	1
102	2	1	6		1	2	1
103	2	1	6		1	2	1
104	2	1	6		1	2	2
105	2	1	6		1	2	2
106	2	1	6		1	2	2
107	2	1	6		1	2	2
108	2	1	7	11	2		
109	2	2	1	48	1	1	2
110	2	2	1		1	2	2
111	2	2	1		1	2	2
112	2	2	1		1	2	2
113	2	2	1		1	2	2
114	2	2	2	7	2		
115	2	2	3	80	1	2	1
116	2	2	3		1	2	1
117	2	2	3		1	2	1
118	2	2	3		1	2	1
119	2	2	3		1	2	1
120	2	2	3		1	2	2
121	2	2	3		1	2	2
122	2	2	3		1	2	2
123	2	2	4	7	2		
124	2	2	5	43	1	2	2
125	2	2	5		1	2	2
126	2	2	5		1	2	2
127	2	2	5		1	2	2
128	2	2	6	27	1	1	1
129	2	2	6		1	2	1
130	2	2	6		1	2	2
131	2	2	6		1	2	2
132	2	2	6		1	2	2
133	2	2	7	10	2		
134	2	3	1	34	1	1	2
135	2	3	1		1	2	2
136	2	3	1		1	2	2
137	2	3	1		1	2	2
138	2	3	1		1	2	2

Nº	Época	Mes	Especie	n observados	n capturados	Presencia huevos <i>Fasciola hepatica</i>	Consumo caracoles
139	2	3	1		1	2	2
140	2	3	2	2	2		
141	2	3	3	71	1	2	1
142	2	3	3		1	2	1
143	2	3	3		1	2	1
144	2	3	3		1	2	1
145	2	3	3		1	2	2
146	2	3	3		1	2	2
147	2	3	3		1	2	2
148	2	3	4	9	2		
149	2	3	5	47	1	2	2
150	2	3	5		1	2	2
151	2	3	5		1	2	2
152	2	3	5		1	2	2
153	2	3	5		1	2	2
154	2	3	6	20	1	2	1
155	2	3	6		1	2	2
156	2	3	6		1	2	2
157	2	3	7	12	2		
158	2	4	1	28	1	2	2
159	2	4	1		1	2	2
160	2	4	1		1	2	2
161	2	4	1		1	2	2
162	2	4	3	73	1	2	1
163	2	4	3		1	2	1
164	2	4	3		1	2	1
165	2	4	3		1	2	1
166	2	4	3		1	2	1
167	2	4	3		1	2	2
168	2	4	3		1	2	2
169	2	4	3		1	2	2
170	2	4	3		1	2	2
171	2	4	4	4	2		
172	2	4	5	42	1	2	2
173	2	4	5		1	2	2
174	2	4	5		1	2	2
175	2	4	5		1	2	2
176	2	4	6	16	1	2	1
177	2	4	6		1	2	2
178	2	4	6		1	2	2
179	2	4	7	7	2		

Época	Mes	Especie	Nº Capturado	Presencia huevos	Consumo caracol
1= Seca	1= Enero	1= Anfl	1= Si	1= Si	1= Si
2= Húmeda	2= Febrero	2= Ange	2= No	2= No	2= No
	3= Marzo	3= plri			
	4= Abril	4= Eual			
	5= Mayo	5= Lase			
	6= junio	6= Trfl			
	7= Julio	7= Vare			
	8= Agosto				
	9= Septiembre				
	10= Octubre				
	11= Noviembre				
	12= Diciembre				