

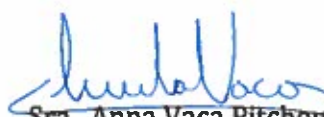
## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, Anna Luisa Vaca Pitchoukova, C.I. 1710337211 autora del trabajo de graduación intitulado: "La fasciolosis como enfermedad zoonótica en la provincia del Cotopaxi durante el año 2014", previa a la obtención del grado académico de **Licenciada en Ciencias Biológicas** en la Facultad de **Ciencias Exactas y Naturales**:

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador a difundir a través del sitio web de la Biblioteca de la PUCE el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de la Universidad.

Quito, 7 de mayo de 2015



Sra. Anna Vaca Pitchoukova  
C.I. 1710337211

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES  
ESCUELA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**La fasciolosis como enfermedad zoonótica en la provincia de  
Cotopaxi durante el año 2014**

**Monografía previa a la obtención del título de Licenciada  
en Ciencias Biológicas**

**ANNA LUISA VACA PITCHOUKOVA**

**Quito, 2015**

## CERTIFICACIÓN

Certifico que la Monografía de Licenciatura en Ciencias Biológicas, de Anna Luisa Vaca Pitchoukova ha sido concluida de conformidad con las normas establecidas; por lo tanto, puede ser presentada para la calificación correspondiente.

Dr. Oscar Pérez

Director de la monografía

Quito, 7 de mayo del 2015

## Contenido

<b>1. RESUMEN .....</b>	<b>1</b>
<b>2. ABSTRACT.....</b>	<b>3</b>
<b>3. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>5</b>
<b>4. DESARROLLO TEÓRICO.....</b>	<b>8</b>
<b>LA FASCIOSIS COMO ENFERMEDAD ZONÓTICA .....</b>	<b>8</b>
4.1. PARÁSITOS, PARASITISMO Y PARASITOSIS.....	9
4.2 ZONOSIS .....	14
4.3 FASCIOLA HEPATICA .....	16
4.4 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS .....	18
4.5 CICLO BIOLÓGICO .....	20
4.6 HUÉSPED INTERMEDIARIO .....	23
4.7 PATOLOGÍA .....	25
4.8 EPIDEMIOLOGÍA.....	27
4.9 MANIFESTACIONES CLÍNICAS .....	28
4.10 DIAGNÓSTICO .....	29
4.11 TRATAMIENTO .....	30
4.12 FACTORES DE RIESGO DE TRANSMISIÓN DE FASCIOLA HEPATICA .....	31
4.13 PREVENCIÓN Y CONTROL DE FASCIOLA HEPATICA.....	37
4.14 FASCIOSIS EN ECUADOR .....	41
4.15 DESCRIPCIÓN DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI .....	44
4.16 FASCIOSIS EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI .....	54
<b>5. CONCLUSIONES .....</b>	<b>58</b>

<b>6. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>59</b>
<b>7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>60</b>
<b>8. FIGURAS .....</b>	<b>68</b>

## 1. RESUMEN

La *Fasciola hepatica* es un trematodo parásito que infecta los conductos biliares y la vesícula biliar de su hospedero causando severos daños al hígado, perjudicando su correcto funcionamiento fisiológico. Usa dos hospederos en su ciclo biológico, uno intermediario y otro definitivo. El hospedero intermediario es un caracol pulmonado de agua dulce perteneciente a la familia Lymnaeidae, el hospedero definitivo es un vertebrado herbívoro como la vaca, entre otros y el hombre como hospedero accidental. La fasciolosis es una zoonosis de transmisión alimentaria ya que para adquirirla es necesario consumir vegetales crudos como el berro, la lechuga o la alfalfa; pero también se la adquiere por consumo de agua contaminada con la larva juvenil infectante, la metacercaria. La *Fasciola hepatica* se encuentra presente en Ecuador, sobre todo en las provincias de la sierra, se la trata más como enfermedad veterinaria que como enfermedad zoonótica, por las pérdidas económicas que causa cuando infecta al ganado. Ya que ha sido subestimada como zoonosis, existen pocos datos sobre el número de personas infectadas en Ecuador. Se han hecho estudios de la presencia de *Fasciola hepatica* en el ganado de las diferentes provincias de la sierra, confirmando su presencia en todas ellas. Si el ganado se encuentra infectado es probable que los habitantes de esas zonas también se encuentren infectados y sobre todo la población infantil que es la más vulnerable por los daños, en muchos casos irreversibles que les causa, como el retraso en el desarrollo físico e intelectual. La presente revisión bibliográfica se centra en la provincia de Cotopaxi, ubicada en la zona centro norte de la sierra ecuatoriana. La provincia de Cotopaxi tiene varios factores geográficos y climatológicos, que junto a los

factores socioeconómicos de la provincia, hacen de ella un hábitat ideal para la proliferación y la transmisión de *Fasciola hepatica*. Luego del análisis de los datos bibliográficos obtenidos se concluye que en la provincia de Cotopaxi es probable que la fasciolosis como zoonosis este infectando a gran parte de la población de la provincia y en especial a los niños menores de cinco años que son los más vulnerables al contagio.

**Palabras claves:** Cotopaxi, *Fasciola hepatica*, parasitosis, transmisión, zoonosis.

## 2. ABSTRACT

The trematode *Fasciola hepatica* is a parasite that infects the bile ducts and gallbladder of its host causing severe damage to the liver, impairing its proper physiological functioning. Uses two hosts in their life cycle, one intermediate and definitive. The intermediate host is a freshwater snail belonging to the genus *Limnaea sp.*, the definitive host is a vertebrate herbivores like cows etc. and human as accidental host. Fascioliasis is a foodborne zoonoses as to acquire it is necessary to consume raw vegetables such as watercress, lettuce or alfalfa; but it is also acquired by consumption of contaminated water with the metacercariae infecting juvenile larva. In Ecuadorian highlands we can find *Fasciola hepatica*, and is treated more as a veterinary disease rather than a zoonotic disease, because of economic losses when it infects cattle. Since it has been underestimated as a zoonosis, there are few data on the number of infected people in Ecuador. Studies have been made in Ecuadorian provinces in highlands searching for *Fasciola hepatica* in cattle, confirming its presence in all of them. If cattle are infected is likely that the inhabitants of these areas are also infected and especially the most vulnerable, the children, because of the irreversible damage the *Fasciola hepatica* does, such as delayed physical and intellectual development. This study focuses on Cotopaxi province located in Ecuadorian center north in the highland area. The Cotopaxi province has several geographic weather and socioeconomic factors, all together make it an ideal habitat where *Fasciola hepatica* can grow and do transmission. After analyzing the obtained bibliographic data it is concluded that in the Cotopaxi province is likely fascioliasis

as zoonosis is infecting much of the population of the province and in particular children under five years old who are most vulnerable to the infection.

**Keywords:** Cotopaxi, *Fasciola hepatica*, parasitosis, transmission, zoonosis

### 3. INTRODUCCIÓN

Las parasitosis son infecciones causadas por organismos parásitos. Tienen una distribución mundial con tasas de prevalencia elevadas en numerosas regiones, sobre todo en regiones tropicales y subtropicales. Se consideran un problema de salud pública que afecta a los países en desarrollo. Infectan por igual a individuos de todas las edades y sexos, siendo la población infantil la más afectada, debido a que en esta etapa no se han adquirido hábitos higiénicos necesarios para prevenirlas y no se ha desarrollado la madurez inmunológica necesaria para combatir estas infecciones. Causa graves daños como anemia, desnutrición y retraso en el desarrollo físico e intelectual de los niños (Sánchez, *et al.*, 2013).

La Organización Mundial de la Salud, OMS, considera a las infecciones parasitarias la principal causa de morbilidad, mismas que están relacionadas con la pobreza, la falta de higiene personal, el consumo de alimentos crudos, falta de servicios sanitarios adecuados, viviendas inapropiadas, insuficiente provisión de agua potable y contaminación con materia fecal del ambiente. Se estima que más de la quinta parte de la población mundial está infectada por uno o varios parásitos intestinales y en muchos países de América Central y Sudamérica el promedio de infecciones parasitarias es del 45% (Quesada, 2010).

Dentro de las infecciones parasitarias podemos encontrar a las llamadas Trematodiasis de transmisión alimentaria. La OMS (2014), estima que en el mundo hay unas 56 millones de personas infectadas con este tipo de parásitos y en el año 2005, más de 7000 personas murieron a causa de ellas, alcanzando su mayor prevalencia en Asia y América Latina. Estas parasitosis causan enfermedades hepáticas y pulmonares graves. Se transmiten de un animal

vertebrado al ser humano y viceversa, por lo tanto se las considera zoonosis. No pueden transmitirse de forma directa, por lo que usan un huésped intermediario, mismo que es parte de su ciclo biológico para lograr su completo desarrollo. Se las conoce como de transmisión alimentaria porque las personas se infectan al ingerir alimentos crudos, específicos según el tipo de trematodiasis.

Un tipo de trematodiasis por transmisión alimentaria es la Fasciolosis, esta enfermedad es causada por un tipo de trematodo llamado *Fasciola hepatica*, este organismo parásito es un helminto que infecta los conductos biliares y la vesícula biliar de su huésped causando inflamación, fibrosis, obstrucción, dolor cólico e ictericia, también son frecuentes la fibrosis hepática y la anemia. Se encuentra parasitando principalmente al ganado vacuno y a otros animales herbívoros como ovejas, cabras, conejos, cuyes, caballos, llamas, entre otros, el ser humano (Carrada-Bravo y Escamilla, 2005).

La *Fasciola hepatica* tiene una amplia distribución a nivel mundial, presenta un elevado endemismo en algunos países de América del Sur, especialmente los del altiplano como Bolivia, Perú, Chile, Colombia, Venezuela y Ecuador (Fuentes, 2006).

En el Ecuador, a la Fasciolosis, se la ha tratado más como una enfermedad de tipo veterinario que como una zoonosis, debido a las pérdidas económicas que causa en el sector ganadero. Por las características de sus síntomas puede pasar desapercibida en el ser humano, es por eso que no se tienen registros claros y exactos de cuantas personas están infectadas, lo que lleva a realizar proyecciones de los posibles casos en base a los factores de transmisión y los grupos de riesgo (Orlando, 2011).

Dentro de la sierra ecuatoriana, en la zona centro norte del país, se encuentra ubicada la provincia de Cotopaxi, que por sus características climáticas, altitudinales, geomorfológicas, socioeconómicas y culturales, se la ha determinado, como una zona de alto riesgo para la transmisión de *Fasciola hepatica*, lo que ha sido corroborado con resultados provenientes de modelos climatológicos y de investigaciones en donde se encuentra la presencia de *Fasciola hepatica* en pobladores y en el ganado de la provincia (Fuentes, 2006).

El presente estudio tiene como objetivo revisar datos actualizados de Fasciolosis hasta el 2014 en el Ecuador, esto nos ayudará a concluir si la provincia de Cotopaxi presenta factores de riesgo que permita proliferar el desarrollo de *Fasciola hepatica* tanto en los animales como en los pobladores de dicha provincia.

## 4. DESARROLLO TEÓRICO

### LA FASCIOSIS COMO ENFERMEDAD ZONÓTICA

La Fasciolosis, Fasciolasis o Distomatosis hepática son los nombres con los que se conoce a la parasitosis causada por la infección del gusano plano *Fasciola hepatica* y en menor grado por *Fasciola gigantica*, tanto en animales como en humanos. *Fasciola hepatica* se encuentra distribuida en los cinco continentes de preferencia en zonas templadas, mientras que *Fasciola gigantica* se encuentra principalmente en regiones tropicales, excepto en el continente Americano. Ambos parásitos helmintos infectan a una gran variedad de mamíferos como huéspedes definitivos, pero utilizan sólo algunas especies de caracoles (pertenecientes a la Familia Lymnaeidae) que actúan como su único huésped intermediario. Los huéspedes definitivos son animales herbívoros (vacas, ovejas, cabras, entre otros) que contraen la infección luego de ingerir vegetales crudos o agua contaminada con la metacercaria (la forma infectante), siendo el hombre un hospedero accidental en su ciclo biológico (Fuentes, 2006).

La presencia del huésped intermediario (caracol) es el factor más importante que determina la posibilidad de completar el ciclo de vida del parásito y la existencia de la enfermedad zoonótica en determinadas áreas. Estas áreas endémicas de Fasciolosis humana y animal presentan un amplio espectro de características epidemiológicas relacionadas con la diversidad de ambientes, con una gran variedad de condiciones climáticas y altitudinales. Los diferentes factores que influyen en la epidemiología de Fasciolosis son: factores abióticos (clima, hidrología, geomorfología, paisaje, etc.) y factores bióticos (vegetación, fauna, etc.) (Fuentes, 2006).

La Fasciolosis como zoonosis es una enfermedad emergente debido al aumento constante del número de casos que se presentan cada año. Se considera que cerca de 17 millones de personas en el mundo están infectadas por duelas de *Fasciola hepatica* y otras 180 millones de personas se encuentran en riesgo de contraer la infección (Carrada-Bravo y Escamilla, 2005).

#### **4.1. PARÁSITOS, PARASITISMO Y PARASITOSIS**

Según Apt Baruch (2013), se considera parásito a todo ser vivo, animal o vegetal que pasa una parte o la totalidad de su existencia en el interior o en el exterior de otros seres vivos, animales o vegetales de diferente especie, a expensas del cual se nutren, ocasionándole daño aparente o inaparente.

Los parásitos según su grado de parasitismo se clasifican en:

- Parásitos facultativos: son organismos que pueden vivir de forma libre, pero dada la oportunidad se convierten en parásitos.
- Parásitos obligados: viven toda su vida o una parte de su ciclo biológico en el hospedero, no sobreviven de otra forma. Estos a su vez se dividen en:
  - Temporales: alguna parte de su ciclo biológico se desarrolla en un huésped.
  - Permanentes: tienen que vivir toda su vida en el huésped.

Por su localización en el hospedero o hábitat los parásitos se clasifican en:

- Ectoparásitos: viven en la superficie del hospedero.

- Endoparásitos: viven necesariamente en el interior del hospedero.

Estos a su vez se clasifican en:

- Enteroparásitos: viven en el tracto digestivo del hospedero.
- Histoparásitos: viven dentro de un tejido u órgano determinado.
- Hemoparásitos: viven en el torrente sanguíneo o dentro de los eritrocitos del hospedero.

Por su morfología los parásitos se clasifican en:

- Protozoos: individuos unicelulares
  - Sarcodina (ameboides), por ejemplo: *Entamoeba gingivalis*.
  - Ciliophora (ciliados), por ejemplo: *Balantidium coli*.
  - Mastigophora (flagelados), por ejemplo: *Giardia intestinalis*.
  - Sporozoa o Apicomplexa ( Esporozooos), por ejemplo: *Toxoplasma gondii*.
- Metazoos: individuos multicelulares
  - Helmintos
    - Nematelmintos: gusanos redondos, no segmentados, con sexos separados, por ejemplo: *Drancunculus medinensis*.
    - Platelmintos: gusanos planos
      - ◆ Céstodos: generalmente segmentados, hermafroditas, por ejemplo: *Taenia saginata*.
      - ◆ Trematodos: no segmentados, con forma de hoja, por ejemplo: *Fasciola hepatica*.
  - Artrópodos

El parasitismo es una relación simbiótica en la que un miembro, el parásito, se beneficia, mientras el otro, el huésped, es afectado de manera adversa. El parásito obtiene alimento de su huésped. Un parásito rara vez mata directamente al huésped, aunque puede debilitarlo, haciéndolo más vulnerable a los depredadores, competidores y factores abióticos. Cuando un parásito provoca una enfermedad y algunas veces la muerte del huésped, se lo denomina patógeno (Solomon *et al.*, 2013).

Según Gállego, J. (2006), el parasitismo se caracteriza por:

- El hospedero es más grande que el parásito.
- La asociación es obligada solo para el parásito en algún estadio de su desarrollo o ciclo vital.
- Solo el parásito resulta beneficiado en la asociación porque obtiene su alimento del hospedero y además lo convierte en su morada.
- El hospedero resulta perjudicado en esta asociación porque comparte sus tejidos y las sustancias nutricionales que posee para cubrir sus funciones metabólicas con el parásito. Los daños pueden ser imperceptibles en algunos casos y en otros pueden afectar el buen funcionamiento fisiológico del hospedero.

El hospedero puede ser de dos tipos: hospedero definitivo y hospedero intermediario, solo el primero es obligatorio para el desarrollo de todos los parásitos, mientras que el segundo se presenta solo en los parásitos con ciclos biológicos indirectos. Los hospederos definitivos son aquellos organismos en donde se desarrollan y maduran las formas adultas o sexuales del parásito. Los

hospederos intermediarios son aquellos organismos que albergan las formas inmaduras, juveniles o asexuadas del parásito.

El ciclo biológico del parásito es directo si necesita solo de un hospedero definitivo para su desarrollo y es indirecto si necesita dos o más hospederos para completar su ciclo.

Toda relación de parasitismo se caracteriza por la competencia en cuanto a sustancias alimenticias, situación que afecta la salud integral del huésped y su desarrollo dentro de límites fisiológicos normales, pero tal relación se caracteriza generalmente por ocasionar un daño no mortal al huésped, de forma tal que el parásito asegura su existencia por prolongados períodos de tiempo.

Cuando la presencia del parásito en el hospedero no causa alteraciones fisiológicas relevantes o sintomatologías evidentes, se dice que existe parasitismo. Por el contrario cuando el parásito causa a su hospedero severas alteraciones fisiológicas y los síntomas son evidentes, se dice que existe parasitosis. Diferenciar entre una u otra se hace complicado, por eso al hablar de todos los parásitos de interés sanitario se debe hablar de parasitosis. En otras palabras la parasitosis es una enfermedad causada por la infección de uno o más parásitos en el cuerpo de un hospedero (Gállego, 2006).

Humberto, H. (2008), indica que una infección parasitaria se adquiere por medio de una de las siguientes vías:

- De una persona a otra por contacto, por ejemplo: *Trichomonas vaginalis*
- Por autoinfección, ano – mano – boca, por ejemplo: *Enterobius vermicularis* (oxiuros)
- Por transmisión materno-filial o congénita, por ejemplo: *Toxoplasma gondii*

- Por contacto con objetos contaminados como ropa o sábanas, por ejemplo: *Enterobius vermicularis*
- A partir del suelo, agua o alimentos contaminados con excretas humanas, por ejemplo: *Entamoeba histolytica*
- Por consumo de carne de animales contaminados, por ejemplo: *Taenia solium*
- Por artrópodos transmisores como insectos, por ejemplo: *Plasmodium* agente causal del paludismo que es transmitido por la picadura del mosquito *Anopheles*.
- A partir de suelo, agua o alimentos contaminados con una forma larvaria del parásito, por ejemplo: *Fasciola hepatica*

La parasitosis puede ser asintomática y permanecer oculta por mucho tiempo o puede presentar síntomas como: diarrea, dolor abdominal, náuseas, vómito, picazón anal o nasal, sangrado intestinal, pérdida de apetito, pérdida de peso, desnutrición, anemia o trastornos del crecimiento. Los que se ven más afectados por estos síntomas son los niños (menores de 15 años), debido a su inmadurez inmunológica y poco desarrollo de hábitos de higiene. Mientras menor es la edad del niño parasitado, más evidentes se hacen los síntomas como desnutrición infantil, anemia y retraso en el desarrollo físico e intelectual, generando graves consecuencias en el rendimiento escolar del menor (Quesada, 2010).

También existen aspectos positivos con respecto a los parásitos, al igual que todo ser vivo ellos cumplen un rol ecológico en la naturaleza, que consiste en mantener el equilibrio dinámico de las poblaciones dentro de las comunidades.

Los parásitos al igual que los depredadores se encargan de controlar el número de individuos de una población evitando su proliferación desmedida, al punto que la población en su totalidad podría terminar desapareciendo por acabar con sus recursos alimenticios. Los parásitos también ayudan a la selección natural de los individuos dentro de las poblaciones ya que pueden ocasionar la muerte a los individuos más débiles, asegurando de esta manera la supervivencia de los más fuertes para que estos transmitan sus genes a las futuras generaciones y así la población asegure su continuidad (Gállego, 2006).

## **4.2 ZOONOSIS**

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO (2007), el término zoonosis se refiere a las enfermedades infecciosas que se pueden transmitir por medios naturales entre los animales silvestres o domésticos y las personas. Son algunos los posibles medios de transmisión, pero los vehículos más habituales son los alimentos y el agua. Los organismos que se transmiten por medio de zoonosis son: bacterias, virus, parásitos y hongos.

Según su ciclo, las infecciones zoonóticas se clasifican en: sinantrópicas cuando poseen un ciclo urbano o exoantrópicas, cuando el ciclo es selvático. Algunas zoonosis pueden presentar ambas fases como por ejemplo la enfermedad de Chagas (Dabanch, 2003).

El término zoonosis ha variado de significado durante años, comenzando en el siglo XIX, sin embargo ahora se centra en hacer referencia a la trayectoria de la transmisión, aspectos epidemiológicos, tipos de animales que pueden verse involucrados en la transmisión zoonótica, todo bajo un criterio de salud en beneficio

del ser humano tratando de evitar su expansión en varias regiones del país y del mundo.

En los últimos años se ha observado la emergencia y reemergencia de algunas zoonosis, fenómeno estrechamente relacionado a cambios ecológicos, climáticos y socioculturales que han provocado que la población animal comparta, cada vez con mayor frecuencia, su hábitat con el hombre (Dabanch, 2003).

Se conocen como zoonosis emergentes a las enfermedades de reciente aparición en una población o cuya incidencia o ámbito aumentan con rapidez, ejemplo de esto, es la gripe aviar. La mayoría de las enfermedades emergentes en humanos son causadas por el trato con una fuente animal. Está determinado que más o menos 75% de todas las enfermedades emergentes que han afectado a las personas durante las dos últimas décadas acontecieron porque un agente patógeno descendiente de la población animal incorporó al hombre como huésped susceptible (FAO, 2007).

En Latinoamérica el parasitismo por zoonosis tiene alta prevalencia y constituye un problema de salud pública ya que dentro de las cinco principales causas de muerte se encuentran las enfermedades parasitarias zoonóticas. Se menciona que uno de cada tres latinoamericanos está en riesgo de adquirir enfermedades parasitarias zoonóticas, existiendo una marcada diferencia de la infestación entre la población rural y urbana. (Flores, 2011)

Entre los grupos que presentan alto riesgo de contraer enfermedades zoonóticas están: los médicos veterinarios que se encuentran en permanente contacto con animales, propietarios de mascotas, trabajadores de rastros, trabajadores de fincas o haciendas y propietarios de animales de granja. Dentro de estos grupos, más riesgo presenta la población rural, frente a la población

urbana, debido a las condiciones socio-económicas, culturales y ambientales que son parte de su entorno, como el poco conocimiento de las normas de higiene, salud y bienestar, en el trato y cuidado de los animales con los que conviven (Arch, 2007).

La fasciolosis es una enfermedad zoonótica, ya que en su ciclo biológico se encuentran presentes animales herbívoros de pastoreo (vacas, ovejas, cabras, llamas, caballos, conejos y cuyes), incluye a un hospedero intermediario (caracoles) y al hombre como huésped accidental. Es de transmisión alimentaria por que se contagia preferentemente al consumir vegetales crudos infectados con la larva de metacercaria de *Fasciola hepatica*, estos vegetales incluyen a los berros, la alfalfa, la lechuga, la espinaca, el heno (para caballos), entre otros. Muchos de estos vegetales los humanos los consumen crudos en ensaladas o jugos, sin haberlos desinfectado adecuadamente, contagiándose así con la enfermedad. Hay que recordar que pese a clasificarse como enfermedad de transmisión alimentaria, la fasciolosis también se transmite por el consumo de agua infectada con quistes de metacercaria de *Fasciola hepatica* y al igual que los vegetales, el agua no es tratada adecuadamente, no se la descontamina, consumiéndola sin hervir directo de las fuentes (ríos, vertientes, acequias, etc.), sobre todo en las poblaciones rurales (OMS, 1995).

### **4.3 FASCIOLA HEPATICA**

La *Fasciola hepatica* es un platelminto trematodo de la subclase Digenea, su ciclo biológico es de dos generaciones por que afecta a dos hospederos, es un parásito que infecta los conductos biliares del hígado y la vesícula biliar de animales y el hombre. La referencia más antigua de la *Fasciola hepatica* data del

año 1379 cuando fue descrita por Jean De Brie, este se caracterizó por ser el primer trematodo descrito, relacionándose el mismo con el consumo de pastos en las cercanías de fuentes de agua por parte de ovinos, los cuales al ser sacrificados presentaban un hígado con lesiones producto de los movimientos migratorios del parásito, el cual frecuentemente podía ser observado en dicho órgano (Botero y Restrepo, 2004).

La *Fasciola hepatica* es también conocida como: duela del hígado o distoma, en México como cazahuate, en Chile como pirihuin, en Argentina es Saguaipe, también se la nombra como alicuya, gusano del hígado, mariposa del hígado o coscoja (Carrada-Bravo y Escamilla, 2005).

La clasificación taxonómica de la *Fasciola hepatica* es la siguiente (Montesdeoca y Vinueza, 2004):

Dominio:	Eukarya
Reino:	Metazoa
Phyllum:	Plathyhelminthes
Clase:	Trematoda
Orden:	Prosostomata
Superfamilia:	Echinostomatoidea
Familia:	Fasciolidae
Género:	<i>Fasciola</i>
Especie:	<i>hepatica</i>

#### 4.4 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

La *Fasciola hepatica* es un trematodo que mide aproximadamente 3 cm. de largo y 1.5 cm. de ancho (Fig. 1), su cuerpo es aplanado con forma lanceolada, no es segmentado, en su parte anterior presenta un cono cefálico bien diferenciado que mide de 4 a 5 mm (Botero y Restrepo, 2004).

El cuerpo presenta un tegumento de color café-pardo, blando y carnosos, revestido por una cutícula gruesa de 10 a 17  $\mu\text{m}$  de espesor, con pequeñas espinas corneas triangulares que miden de 30 a 37  $\mu\text{m}$  de longitud, orientadas hacia atrás, en el lado dorsal hasta la mitad y en el lado ventral hasta el último tercio. Por debajo de la cutícula se encuentra tejido muscular liso y estratificado, en tres capas: la externa circular con 8  $\mu\text{m}$  de espesor, la media longitudinal de 21,5  $\mu\text{m}$  y la interna oblicua discontinua. El tegumento mantiene la integridad del parásito y participa en los procesos de absorción, secreción y nutrición (Carrada-Bravo y Escamilla, 2005).

Posee dos ventosas, la ventosa oral de 1 mm de diámetro ubicada alrededor de la boca en el cono cefálico y la ventosa ventral o acetábulo de mayor tamaño ubicada en la parte ventral del parásito. El aparato digestivo es incompleto y bifurcado, comienza en la boca, le sigue la faringe musculosa cuya función es la absorción del alimento de la duela, mismo que consiste en líquidos y células que obtiene de su huésped. A la faringe le continúa un esófago corto que se ramifica para formar dos ciegos intestinales, extendidos hasta la porción exterior del cuerpo del parásito, ambos ciegos se dividen a su vez en varias ramificaciones secundarias, que también pueden o no dividirse y formar ramificaciones terciarias, no tiene ano (Montesdeoca y Vinueza, 2004).

El aparato excretor está constituido por células llamadas solenocitos o células flama, que recogen los desechos nitrogenados de los tejidos a su alrededor y los vierten en los tubillos colectores, los que se reúnen para formar un tubo colector más amplio y se abren a la vesícula excretora, la cual se encuentra en la parte posterior del cuerpo del parásito. El sistema nervioso consta de dos ganglios cerebroides interconectados ubicados debajo de la ventosa oral, de los que se desprenden tres pares de cordones longitudinales: ventrales, dorsales y laterales (Carrada-Bravo y Escamilla, 2005).

La *Fasciola hepatica* es hermafrodita, es decir, tiene órganos reproductores masculinos y femeninos. El sistema reproductor masculino consta de dos testículos ramificados localizados uno en frente del otro en la parte media del cuerpo, del testículo sale un tubo llamado vaso eferente que se dirige hacia la zona de la ventosa ventral, en donde se junta con el vaso eferente del otro testículo para desembocar en una bolsa llamada bolsa de cirro y formar un solo tubo deferente (Fig. 2). La parte inicial del vaso deferente forma la vesícula seminal, es una zona ancha en donde se almacenan los espermatozoides, a continuación el tubo se vuelve más delgado y se encuentra rodeado de glándulas prostáticas. El vaso deferente termina en una estructura llamada cirro, este actúa a modo de pene ingresando los espermatozoides en el útero. El poro genital se encuentra ubicado en la línea media en el borde acetabular anterior. El sistema reproductor femenino consta de un solo ovario muy ramificado ubicado por delante de los testículos a la derecha de la línea media, un útero corto y sinuoso ubicado en el tercio anterior del cuerpo de la duela, el que casi siempre se encuentra lleno de huevecillos. Los huevecillos son de color amarillo o café amarillento, de forma ovoide, operculados (Fig. 3) y miden 130 a 150  $\mu\text{m}$  de largo

por 60 a 98  $\mu\text{m}$  de ancho, y al ser depositados en las heces están sin embrionar (Montesdeoca y Vinueza, 2004).

Las fasciolas pueden realizar autofecundación o fecundación cruzada. En el caso de la autofecundación el cirro ingresa a la abertura genital femenina del mismo individuo depositando ahí los espermatozoides, mientras que en la fecundación cruzada una duela introduce el cirro en la abertura genital de otra duela (Montesdeoca y Vinueza, 2004).

A los lados del cuerpo del parásito encontramos unas pequeñas y numerosas glándulas conocidas como glándulas del vitelo, estas secretan sustancias que contribuyen a la formación del cascarón de los huevecillos.

#### **4.5 CICLO BIOLÓGICO**

Los individuos adultos de *Fasciola hepatica* se encuentran parasitando los conductos biliares y la vesícula biliar de animales herbívoros y omnívoros como vacas, ovejas, caballos, cerdos, conejos y el hombre. Los huevecillos son depositados en los conductos biliares y salen con la bilis por el colédoco hasta el intestino delgado, de ahí van al exterior junto con las heces. Cada individuo puede depositar de 3000 a 3500 huevecillos por día y puede vivir dentro de su hospedero de 9 a 12 años (Botero y Restrepo, 2004).

Dentro de los huevecillos se desarrolla un larva llamada miracidio, de forma parecida a una pera, viven solo en presencia de agua, presentan una papila cónica en la parte proximal, en el extremo anterior poseen dos manchas oculares con pigmento fotosensible (sensible a la luz), su cuerpo se encuentra cubierto de cilios de gran movilidad que le sirven para desplazarse en el agua y miden aproximadamente 128  $\mu\text{m}$  de largo por 25  $\mu\text{m}$  de ancho. (Fig. 4) Para que el

miracidio se desarrolle debe encontrar una vez fuera de su hospedero las condiciones ambientales adecuadas, es decir, una temperatura entre 22° a 25° C. y la humedad apropiada como una fuente de agua dulce (ríos poco torrentosos, charcos, zanjas, acequias, etc.), bajo estas condiciones los miracidios tardan de 8 a 10 días en completar su maduración. Si las condiciones son desfavorables se enquistan y pueden permanecer sin desarrollarse durante varios meses. Salen del huevecillo rompiendo el opérculo (Fig. 5 y 6) y tienen un corto lapso de tiempo (8 horas) para encontrar y penetrar en su hospedero intermediario, si no lo encuentran mueren. El hospedero intermediario es un caracol pulmonado de agua dulce de la familia Lymnaeidae. El miracidio penetra en el caracol generalmente cerca de la abertura respiratoria, pero también lo puede hacer por cualquier parte de su cuerpo (Fig. 7). Ingresa a los vasos sanguíneos o linfáticos del caracol por donde es arrastrado hasta encontrar un lugar donde abunde el alimento, alojándose generalmente en la glándula digestiva del hospedero en donde crece y pierde los cilios para convertirse en un esporocisto (segunda fase larvaria) (Montesdeoca y Vinueza, 2004).

El esporocisto puede tener forma oval, alargada o semiesférica, con un extremo redondo y otro cónico, mide aproximadamente 550  $\mu\text{m}$ . Posee células germinativas que se reproducen asexualmente para formar la tercera fase larvaria, las redias. Las redias miden de 1,3 a 1,6 mm de largo, poseen dos protuberancias a los lados cerca de su extremo anterior, presentan una faringe musculosa y un intestino que termina en forma de saco, en su interior se encuentran células germinales y una abertura reproductora cerca del extremo anterior. (Fig. 8) Las redias salen del esporocisto y se transforman en la cuarta fase larvaria, la cercaria. Las cercarias son de forma discoidal, poseen una cola

móvil no bifurcada que les permite nadar, el cuerpo mide de 0,25 a 0,35 mm y la cola mide el doble 0,5 mm. Las cercarias se parecen más a una duela adulta, presentan una boca en su extremo anterior con una ventosa oral a su alrededor, le sigue la faringe muscular que se continua hasta un intestino bifurcado que termina en forma de saco, posee una ventosa ventral y un sistema nervioso primitivo (Fig. 9) (Cuenca, 2013).

Desde que el miracidio a ingresado al caracol hasta que se complete su maduración y se transforme en cercaria a pasado de 6 a 8 semanas. Las cercarias maduras salen del caracol hacia un medio acuático, soportan temperaturas de 9° a 26°, al cabo de pocas horas pierden la cola (Fig. 10) y secretan una sustancia mucilaginosa que les permite adherirse a las hojas de plantas acuáticas, ya sin la cola se enquistan y se convierten en metacercarias (la forma infectante). Las metacercarias miden alrededor de 0,2 mm de diámetro, están envueltas dentro de un quiste de cuatro capas (Fig. 11), logran sobrevivir dentro del agua hasta 9 meses y en heno húmedo sobreviven algunas semanas. Se calcula que de cada miracidio salen al exterior más de 250 cercarias (Carrada-Bravo y Escamilla, 2005).

Los quistes con metacercaria son ingeridos por los animales herbívoros como vacas, ovejas, conejos, cuyes, caballos y los humanos junto con plantas infectadas como berros, alfalfa, lechuga y heno, o al consumir agua infectada con los quistes. Una vez dentro del tubo digestivo se disuelve la envoltura de la metacercaria dejando libre a la duela juvenil (Fig. 12), esta atraviesa la pared intestinal y tres horas más tarde se encuentra en la cavidad peritoneal, permanece allí cerca de 15 días, hasta llegar a la cápsula de Glisson, la cual perfora y penetra al hígado. Dos meses después de la infección, el parásito adulto

se localiza en los conductos biliares e inicia la puesta de huevos (Carrada-Bravo y Escamilla, 2005).

El ciclo biológico de la *Fasciola hepatica* (Fig. 13), se completa en un tiempo de 18 a 22 semanas (4 a 5 meses), desde que el huevecillo salió del tracto digestivo del huésped hasta que la duela adulta que infecta a otro huésped pone huevos.

#### 4.6 HUÉSPED INTERMEDIARIO

En biología, se llama huésped, hospedador, hospedante y hospedero a aquel organismo que alberga a otro en su interior o que lo porta sobre sí, ya sea en una simbiosis de comensal o un mutualista. (Chandler, 2012)

Los hospederos intermediarios de la *Fasciola hepatica* son los caracoles pulmonados de agua dulce de la familia Lymnaeidae, que alberga a las fasciolas en su etapa de esporoquiste, redias y cercarías. Estos caracoles viven en barro húmedo o lugares de aguas poco profundas, no estancadas, ligeramente torrentosas, zanjas y canales de riego, porque necesitan del agua para desarrollar todo su potencial reproductivo, en época de sequía disminuye su actividad metabólica, se entierran profundamente y sobreviven por varios meses (Brown, 2011).

En Ecuador se ha reportado la presencia de caracoles de la especie *Lymnaea cousini* (Fig. 14), infectados con larvas de *Fasciola hepatica*. En el artículo publicado por Ángel Villavicencio A. y Mauricio Carvalho de Vasconcellos en Memorias do Instituto Oswaldo Cruz (vol. 100, edición 7, páginas 735 a 737, noviembre de 2005), titulado "Primer informe de *Lymnaea cousini* Jousseau, 1887 naturalmente infectados con *Fasciola hepatica* (Linnaeus, 1758)

(Trematoda: Digenea) en Machachi, Ecuador”; destacan la prevalencia de la infección por *Fasciola hepatica* en un 31,43% de los 70 caracoles recolectados dentro de una finca privada en Machachi, provincia de Pichincha (Mas-Coma, 2007).

La distribución de *Lymnaea cousini* se restringe a zonas con una altitud entre 2500 y 3100 m, como es el caso de Machachi que se encuentra a 3100 m de altitud. Otros reportes los ubican al sur de Cuenca en la provincia de Azuay a una altitud de 2550 m, también se colectó estos caracoles en Chanchu-Yaku, Chillogallo al suroeste de Quito, a una altitud de 3036 m y en el Lago San Pablo, provincia de Imbabura, a una altitud de 2660 m donde coexiste con *Pseudosuccinea columella* que también pertenece a la familia Lymnaeidae y puede ser vector de transmisión de *Fasciola hepatica*. A *Lymnaea cousini* se lo encuentra normalmente entre berros y otra vegetación acuática y semiacuática, en aguas de zonas inundadas por emanaciones del subsuelo, en barro alrededor de pequeños cursos de agua, en huellas de ganado que se han llenado de agua, en los canales de drenaje de los campos de cultivo y en los pastizales de ganado, raramente se los encuentra en los bordes de lagos, lagunas o estanques como en el Lago San Pablo (Bargues *et al.*, 2011).

La *Fasciola hepatica* juega un papel importante en el equilibrio y conservación de los ecosistemas ya que los caracoles infectados disminuyen su expectativa de vida y reducen su capacidad reproductiva al poner menor cantidad de huevos, controlando así la proliferación excesiva de los mismos (Bargues *et al.*, 2011).

La clasificación taxonómica de los caracoles hospederos de *Fasciola hepatica* es (Cabra y Herrera, 2007):

Phylum: Molluscos

Clase: Gasteropoda

Sub-clase: Eytlyneura

Orden: Pulmonada

Sub-orden: Basommatophora

Familia: Lymnaeidae

Género: Lymnaea

#### **4.7 PATOLOGÍA**

Los periodos de infección de *Fasciola hepatica* se pueden clasificar en dos, el inicial o de invasión que comprende desde el momento de la ingestión de las metacercarias, hasta el establecimiento de los parásitos juveniles en los conductos biliares produciendo inflamación del peritoneo con exudado serohemático, el hígado aumenta de tamaño, con presencia de micro abscesos y necrosis, puede o no presentarse fiebre elevada irregular. En infecciones leves los parásitos penetran en la pared intestinal y la cápsula que rodea al hígado, pero muchas veces hay migración de duelas a través del parénquima hepático alimentándose de células del hígado y la sangre. En infecciones graves la

vesícula biliar está dañada y las paredes de los conductos biliares se erosionan por completo (Apt Baruch, 2013).

En consecuencia el segundo periodo abarca desde que los dístomas juveniles alcanzan la madurez sexual y permanecen en la luz de los conductos biliares hasta su muerte. Los conductos biliares se dilatan y esclerosan, con reacción inflamatoria crónica en la periferia de los conductos. Se produce dolor en hipocondrio derecho de intensidad variable. Hepatomegalia dolorosa debido a la inflamación del parénquima y urticaria. En sangre se presenta hasta el 80% de leucocitosis con eosinofilia, hay hipergamma globulinemia (Chávez, 2011).

En el período crónico de la infección se observan hiperplasia e hipertrofia de los conductos biliares con fibrosis y esclerosis periductal, con o sin datos de obstrucción; áreas de necrosis, cambios adenomatosos, hepatomegalia, atrofia parenquimatosa, cirrosis periportal, entre otras. La colangitis hiperplásica es el traumatismo producido por los individuos adultos en la mucosa de los conductos biliares, caracterizado por irritación del tejido epitelial, erosión, necrosis e inflamación de la mucosa biliar. La fibrosis hepática es el resultado de la reorganización y reconstrucción de las zonas afectadas donde se produjo necrosis e inflamación de la mucosa biliar (Brown, 2011).

Rara vez los parásitos realizan una migración ectópica y no siguen el camino de costumbre y se dirigen a otros sitios en el cuerpo produciendo la fasciolosis irregular. Lugares que a menudo invaden son los pulmones, el peritoneo, la piel y el cerebro (Carrada-Bravo y Escamilla, 2005).

Los parásitos adultos que se encuentran en su último hábitat, producen síntomas de tipo digestivo. La dispepsia tipo biliar, anorexia, flatulencia, náuseas, vómitos, distensión abdominal, estreñimiento con periodos de diarrea, cálculos

biliares. Presenta generalmente de forma transitoria ictericia, hepatomegalia y fiebre.

#### **4.8 EPIDEMIOLOGÍA**

De todas las trematodiasis transmitidas por alimentos la fasciolosis presenta la mayor distribución latitudinal, longitudinal y altitudinal, comparada con otras enfermedades parasitarias transmitidas por vectores. Dependiendo de la prevalencia de la enfermedad en poblaciones que han sido previamente diagnosticadas, ya sea por métodos serológicos o coprológicos, las zonas en donde se encuentran resultados positivos se las conoce como regiones endémicas y se las divide en: hipoendémicas, mesoendémicas e hiperendémicas, presentando una prevalencia de menos de 1%, 1% -10%, o mayor que 10%, respectivamente (Tolan, 2011).

En el Ecuador según el Ministerio de Salud Pública, por reportes de casos en humanos, se estima que el 1% de la población de la región andina se encuentra afectada por fasciolosis. Lo que se contrapone a estudios que han sido realizados, en donde se demuestra una afectación del 6% de la población, en la comunidad de Cuturivi el Grande, en la provincia de Cotopaxi, en el año 2000 y el 1.7% de casos positivos que se encontró en el estudio realizado en la comunidad de Tarqui, provincia del Azuay, en el 2011 (Orlando, 2011).

Ambos porcentajes ubican al Ecuador como una región endémica, con un porcentaje que va entre el 1% al 10%, en otras palabras, el Ecuador sería una zona mesoendémica para fasciolosis.

#### 4.9 MANIFESTACIONES CLÍNICAS

Las características clínicas de la fasciolosis en humanos abarca dos etapas o fases, una fase aguda o invasiva y una fase crónica. La fase aguda o invasiva corresponde a la etapa de migración de los trematodos inmaduros desde el intestino hasta los conductos biliares, provocando reacciones tóxicas o alérgicas. Los síntomas pueden ser: fiebre de intensidad variable, dolor intenso del hipocondrio derecho o epigástrico, algunos problemas gastrointestinales como la pérdida del apetito, flatulencias, náuseas, diarrea, urticaria, ictericia o anemia y muy raramente, problemas respiratorios como dolor en el pecho, hemoptisis, tos y disnea. Hay que recalcar que la mitad de los infectados son asintomáticos, es decir, no presentan síntomas. Se presenta la fase aguda en las primeras 5 a 6 semanas después de la ingestión de gran cantidad de metacercarias, debido a la invasión súbita que sufre el hígado por varias duelas jóvenes. En esta etapa la tasa de eosinofilia aumenta ( $> 5000/\text{mL}^3$ ), siendo esto de gran ayuda diagnóstica en niños de edad temprana o en aquellos individuos que recién adquieren la infección, sin embargo conforme la edad aumenta la eosinofilia disminuye, perdiéndose así su ayuda diagnóstica (Flores, 2011).

La fase crónica se desarrolla de 3 a 5 meses posteriores a la infección, variando la sintomatología por el número de duelas de *Fasciola hepatica* presentes en los conductos biliares, verificándose un daño significativo en las paredes hepáticas provocando anemia por deficiencia férrica más o menos grave, fiebre, edema, diarrea o estreñimiento, pérdida progresiva de la condición que se manifiesta en reducción del crecimiento o del aumento de peso, colangitis, obstrucción y destrucción del tejido hepático, fibrosis, pancreatitis, colecistitis y

cirrosis biliar. Esta fase puede presentarse en meses o años luego de la infección original (Brown, 2011).

#### **4.10 DIAGNÓSTICO**

Se presume que una persona se encuentra infectada con *Fasciola hepatica* cuando presenta un cuadro clínico compatible, consistente en trastornos digestivos, especialmente hepatobiliares; que puede o no presentar fiebre o urticaria, de evolución aguda o crónica, acompañada o no de eosinofilia elevada y en el que haya antecedentes de ingestión de berros.

Una forma de diagnóstico de la fasciolosis es el diagnóstico directo, que consiste en examinar las heces fecales por métodos como la sedimentación en agua de Finlay (junto con colorante para resaltar el color amarillo de los huevos), para encontrar el parásito o sus huevos en los excrementos o bilis obtenida por sondeo duodenal, considerando que los parásitos en estados inmaduros no producen huevos, pues el parásito aún no alcanza su madurez sexual. También hay que tomar en cuenta que en el ser humano la liberación de huevos en las heces puede ser baja o intermitente, proporcionando un falso negativo en el momento del examen, por eso una serie de estudios de heces de por lo menos 10 muestras son necesarias para mejorar la sensibilidad (Chandler, 2012).

Las personas que se alimentan con hígado de animales infectados pueden afectar el resultado justo antes de tomar una muestra, ya que pueden dar un falso positivo para fasciolosis cuando los huevos aparecen en las heces, en este caso, el diagnóstico requiere dejar al paciente con una dieta libre de hígado y realizar revisiones de heces en serie.

El diagnóstico indirecto se lo realiza en el laboratorio mediante la toma de una muestra de sangre, notando alteraciones del hemograma, ya sea por eosinofilia marcada o anemia no tan severa. Hay que tomar en consideración el período de la enfermedad debido a que en la fase inicial no es posible observar los parásitos ni sus huevos, pero si es posible encontrar la eosinofilia elevada y antecedentes de ingestión de berros o vegetales, que permiten sospechar de la enfermedad y de la infección (Tolan, 2011).

Otro método directo para establecer el diagnóstico de fasciolosis es por la vía quirúrgica, en donde los parásitos quedan expuestos en los conductos biliares (Carrada-Bravo y Escamilla, 2005).

En el diagnóstico inmunológico se incluyen técnicas serológicas de precipitación, aglutinación, inmunofluorescencia y ensayo inmunoenzimático de ELISA, siendo esta última la más utilizada (Tolan, 2011).

#### **4.11 TRATAMIENTO**

La OMS recomienda el uso de Triclabendazol, una sola dosis de 10 mg/kg, si no se obtiene resultado se puede administrar una dosis doble de 20 mg/kg. Como estrategia recomienda administrar una dosis a todos los casos confirmados y en zonas endémicas administrar una dosis a todos los casos presuntos. De forma preventiva recomienda administrar una dosis a los niños en edad escolar de 5 a 14 años, o a todas las personas cada 12 meses, en comunidades donde se encuentre presente la enfermedad. El triclabendazol es el antihelmíntico de uso preferencial por su alta eficacia al matar duelas inmaduras como adultas.

Existen otras variedades de antihelmínticos pero no todos son eficaces contra las formas inmaduras, muchos de estos solo acaban con los individuos adultos, por ejemplo ,el albendazol, el bitionol entre otros.

#### **4.12 FACTORES DE RIESGO DE TRANSMISIÓN DE FASCIOLA HEPATICA**

Se considera que las infecciones parasitarias en general están estrechamente relacionadas con la pobreza, la inadecuada higiene personal y de los alimentos, falta de servicios sanitarios adecuados, viviendas deficientes, falta de agua potable y contaminación fecal del ambiente. Estas infecciones afectan a personas de todas las clases sociales y de todas las edades, afectando principalmente a los niños, causándoles trastornos en el crecimiento, desarrollo y bajo rendimiento escolar. La falta de práctica de hábitos y actitudes saludables, junto a la falta de higiene personal y familiar, favorecen la prevalencia de infecciones, especialmente parasitarias. Pobreza, vivienda insalubre, falta de educación, carencia de atención médica y mala nutrición, son los factores antropológicos, sociales y humanos esenciales para que prevalezcan estas infecciones, las que influyen en la calidad de vida de las poblaciones (Sánchez, *et al.*, 2013).

Según Quesada (2010), los factores que influyen en la transmisión de las infecciones parasitarias son:

- Contaminación del suelo por materia fecal, animal o humana. Los parásitos pueden llegar al suelo a través de:
  - Las excretas animales o humanas directamente depositadas en el suelo, o por medio de letrinas.

- Por la utilización de residuos no tratados para realizar rellenos de terrenos, por ejemplo, relleno de quebradas.
  - Por mal manejo de residuos patológicos.
  - Por la utilización de heces sin tratar como abono de cultivos.
  - Pueden llegar al suelo por el uso de aguas servidas para el riego de cultivos.
  - Por la utilización de turba de río como fertilizante.
- Contaminación de agua por materia fecal, animal o humana. El agua es un vehículo de transmisión de las formas infectantes de los parásitos. Se contamina por medio de:
    - Deposición directa o indirecta de heces humanas o de animales.
    - Falta de redes cloacales y contacto de pozos ciegos con napas de aguas subterráneas utilizadas para el consumo.
    - Por deterioro de redes cloacales.
    - Por arrastre de los parásitos que se encuentran en los suelos contaminados a través de las lluvias e inundaciones.
- Condiciones ambientales como humedad, lluvia, temperatura, vegetación, altitud, latitud, etc. de un área geográfica determinada pueden favorecer o perjudicar el desarrollo de los parásitos. La influencia directa del hombre sobre la naturaleza puede modificar la presencia de parásitos en determinadas zonas, ampliando su distribución geográfica.

- Vida rural: las condiciones de vida y costumbres en las zonas rurales tales como el uso de letrinas o pozos ciegos para los desechos humanos (heces), el consumo de agua sin potabilizar o hervir, el contacto con mosquitos transmisores de parásitos y la costumbre de no usar zapatos, hacen que en estas zonas proliferen las infecciones intestinales, convirtiéndose en zonas de alto riesgo para el contagio.
- Deficiencias de higiene y educación: la mala higiene personal junto con el desconocimiento de los factores de transmisión y de prevención de las infecciones parasitarias, hacen que se favorezca su presencia. Los grupos de personas que juntan estos dos factores tienen una posibilidad más alta de contraer parasitosis. Por lo general estos grupos pertenecen a un nivel socioeconómico más desfavorecido y en la mayoría de los casos viven en zonas con poco saneamiento ambiental.
- Costumbres alimenticias: la costumbre de consumir carne, pescado, langosta, cangrejos crudos o mal cocidos influye en la permanencia de algunos parásitos.
- Migración: el movimiento constante de personas de zonas endémicas de parásitos a zonas no endémicas ha permitido la diseminación de algunas parasitosis y la ampliación de su zona geográfica de endemismo.

Todos los anteriores son factores que influyen en la transmisión de la *Fasciola hepatica*, ya que los huevecillos salen a través de las heces de su hospedero vertebrado, mismas que pueden contaminar el suelo si son depositadas directamente sobre él o son usadas para abono de los cultivos. Estas mismas heces contaminadas pueden ser depositadas por los animales directamente sobre el agua contaminándola o pueden llegar a ella por medio de las lluvias.

Las condiciones ambientales son fundamentales para el desarrollo del hospedero intermediario de la *Fasciola hepatica*, el caracol, mismo que prolifera en condiciones de humedad y cesa su desarrollo en épocas de sequía. Al igual que su hospedero, los huevecillos y las formas larvianas de las fasciolas dependen de la humedad y de encontrar zonas con agua dulce poco torrentosa para poder nadar y encontrar a su hospedero intermediario y luego que lo abandona necesita del agua para que su forma larval metacercaria se fije a las plantas acuáticas y puede mantenerse con vida hasta encontrar a su hospedero definitivo.

En el caso de la *Fasciola hepatica* necesita de las zonas rurales para poder completar su ciclo biológico, es ahí donde encuentra todas las condiciones adecuadas para poder proliferar. Están los hospederos intermedios, los hospederos definitivos y las condiciones climáticas y ambientales necesarias para que se dé el ciclo biológico completo. En zonas urbanas sería muy complicado que la *Fasciola hepatica* pueda llegar a completar su ciclo biológico, principalmente por la falta de condiciones para encontrar sus hospederos. Los habitantes de zonas urbanas también pueden infectarse de *Fasciola hepatica*, sobre todo al ingerir alimentos vegetales crudos provenientes de zonas con

endemismo del parásito, una vez ingerido el parásito este se desarrolla y se convierte en un individuo adulto que podrá vivir de su hospedero, pero los huevecillos que salen al exterior a través de las heces serán depositados en un servicio sanitario adecuado que los llevará a un alcantarillado público, los huevecillos no podrán encontrar a un hospedero intermediario y morirán sin poder completar el ciclo e infectar a otro huésped.

El desconocimiento de la forma de transmisión de *Fasciola hepatica* y de su ciclo biológico por parte de las poblaciones con mayor probabilidad de riesgo de infección y las malas prácticas higiénicas, hacen que esta enfermedad siga proliferando cada vez más (OMS, 1995).

Las costumbres alimenticias, especialmente en nuestro país, colaboran con la proliferación de la *Fasciola hepatica* al proveerle constantemente de nuevos hospederos humanos. Es costumbre alimenticia de nuestro país el consumir vegetales crudos en ensaladas y en jugos, vegetales que por malas prácticas higiénicas no son bien lavados o descontaminados. Este es el caso de la lechuga que nunca falta en una ensalada o el delicioso jugo de alfalfa (Tolan, 2011).

Gracias a la migración de individuos infectados con *Fasciola hepatica*, ésta ha podido llegar a zonas con nuevos nichos ecológicos donde ha podido proliferar. Este es el caso del ganado que se vende en las ferias de animales de las diferentes ciudades del país, el ganado proveniente de una región puede estar infectado con el parásito, este es comprado y llevado a otra zona en donde no se encuentra presenta la enfermedad ( fasciolosis), si la zona reúne las condiciones abióticas y bióticas apropiadas, la enfermedad prolifera (Quesada, 2010).

Pese a ser la fasciolosis una enfermedad de transmisión alimentaria, el agua es un factor de gran importancia en la transmisión de dicha enfermedad. El

agua contaminada con quistes de *Fasciola hepatica* que se encuentra en ríos, vertientes, lagos, lagunas, zanjas, acequias, etc., es utilizada en las zonas rurales de nuestro país con mucha frecuencia para riego de los cultivos, mismos que se ven contaminados y luego pasan a la mesa para el consumo tanto de los habitantes de zonas rurales como los de zonas urbanas, infectando a las personas que los consumen. Esta misma agua es utilizada también por los pobladores de zonas rurales para consumo del hogar, ya que estas zonas carecen de sistemas de agua potable, lo que obliga a los pobladores a consumir el agua que tengan a la mano. En la mayoría de los casos el agua no es hervida o purificada de alguna forma, contaminando con los parásitos a las personas que la consumen. La población más susceptible es la infantil, que al no tener claros conocimientos de los riesgos que corren, consumen la primera agua que encuentran cuando tienen sed, provocándoles severas infecciones de parasitosis y en el caso de la *Fasciola hepatica*, pueden tener anemia, pérdida de peso y deficiente desarrollo físico e intelectual (OMS, 1995).

Otro factor digno de mencionar es el aumento en la demanda de productos orgánicos, para satisfacer esta demanda, cada vez más agricultores optan por sembrar y cosechar sus productos sin abonos químicos o pesticidas, para esto tienen que usar en sus cultivos abonos orgánicos que son elaborados por ellos mismos como el compostaje o el uso directo de heces sobre el cultivo. En el caso del compostaje, este se elabora usando materia fecal de animales o del hombre junto con otros desechos orgánicos vegetales, la elaboración del compostaje es un proceso largo que toma varias semanas, para asegurar la muerte de cualquier organismo patógeno, si el agricultor lo utiliza de manera apresurada, no espera el tiempo necesario o no se asegura que ya esté listo y lo vierte en el cultivo, es muy

probable que los organismos patógenos como la *Fasciola hepatica* hayan sobrevivido e infecten el suelo y los vegetales cultivados. De igual manera, el uso de heces animales como abono también tiene que cumplir un proceso de desecación para asegurar la muerte de los organismos patógenos y de la misma forma, el uso anticipado puede contaminar el suelo y los cultivos. En este caso una vez más se hace presente el desconocimiento por parte de los agricultores de los riesgos, de las enfermedades parasitarias como la fasciolosis, de las formas de transmisión y de las medidas higiénicas de seguridad para los alimentos (OMS, 1995).

Una forma menos común de transmisión, pero que se da sobre todos en la provincias de la sierra ecuatoriana, es a través de la ingesta del caracol portador de la forma larvaria de *Fasciola hepatica* (la cercaria). Una costumbre alimenticia tradicional del Ecuador es el consumo como alimento de los caracoles, a estos se los cocina y se los sirve con limón, costumbre que se la realiza tanto en la zona rural, en mayor cantidad, como en la zona urbana, ya que no es raro ver en los mercados de las ciudades de la sierra la venta de estos caracoles ya preparados y listos para el consumo. Si a los caracoles no se los ingiere debidamente cocinados o se los ingiere crudos, se corre el riesgo de consumir junto con ellos una larva (cercaria) de *Fasciola hepatica* ya madura y lista para producir la infección en su siguiente huésped (Muzzio, 2011).

#### **4.13 PREVENCIÓN Y CONTROL DE FASCIOLA HEPATICA**

Según la OMS (1995), como normas preventivas para evitar la transmisión y la proliferación de *Fasciola hepatica* tenemos:

- La mejor forma de prevención es a través del conocimiento, es necesario educar a las personas, en especial a las que habitan en lugares donde hay alto riesgo de contraer la enfermedad. Se debe explicar a la comunidad que es la *Fasciola hepatica*, en que consiste su ciclo biológico, como se transmite, como se puede controlar su proliferación, cuales son los riesgos de contraerla y que hacer en caso de sentir los síntomas de la infección.
- Hay que enseñar a la población en general, pero siempre enfocados a la población en riesgo, normas de higiene, tanto personal, como en el manejo de animales de granja y cultivo, también normas de higiene en la manipulación de alimentos para el consumo, hay que recordar que dentro de la población de alto riesgo de contagio se encuentran los niños de edad escolar, ellos son los que menos hábitos de higiene practican, pero también son los que más rápido aprenden.
- En los animales de granja realizar vacunación para evitar mayores infecciones y sobre los animales de producción (vigilancia y control de explotaciones ganaderas).
- De igual forma se debe desparasitar una vez por año a los pobladores de zonas donde se presume que esté presente la enfermedad, o con mayor razón, en donde se encuentren casos confirmados. Siempre priorizando la desparasitación de la población infantil que es la más vulnerable a los efectos de la parasitosis.
- Realizar chequeos médicos constantes a la población en riesgo para poder diagnosticar de forma temprana la enfermedad y así poder prevenir sus efectos dañinos sobre la salud.

Las medidas de control para evitar la proliferación del parásito se ven siempre enfocadas en cortar el ciclo biológico de la *Fasciola hepatica* para evitar que culmine su desarrollo, esto se lo hace evitando la transmisión a alguno de sus dos hospederos. Esto puede ser evitando que infecte al caracol o evitando que se infecte al vertebrado. La transmisión y el desarrollo de *Fasciola hepatica* pueden ser controlados por varios mecanismos entre los cuales tenemos:

- Evitar la proliferación de caracoles (huésped intermediario) en los campos, cortando el ciclo biológico de la *Fasciola hepatica* y prevenir la infección en el huésped definitivo (los humanos). Para lograr esto, se debe tener conocimiento de la ecología del caracol y su ambiente. Los caracoles proliferan en lugares con fuentes de agua poco torrentosa, estancada, o en terrenos con mucha humedad. Un control físico para disminuir la población de caracoles consiste en la instalación de canales de desagüe que drenen la humedad del terreno, ya que en condiciones de sequía o baja humedad los caracoles no se reproducen. No se recomienda el uso de métodos de control biológico porque pueden terminar afectando el equilibrio del ecosistema. Tampoco es recomendable el uso de químicos tóxicos que maten al caracol, porque a la larga terminan contaminando las fuentes de agua y el suelo (OMS, 1995).
- Evitar el pastoreo del ganado o de los animales de granja cerca de fuentes de agua que contengan poblaciones del caracol. Si los animales pastan cerca de estas fuentes es probable que se contaminen comiendo alguna hierba acuática o tomando agua contaminada. De igual forma, si los animales están infectados y excretan sus heces cerca

del agua y de los caracoles ellos son los que van a contaminar el agua y van a infectar a los caracoles (Burgasí, 2014).

- El agua utilizada para el riego de los cultivos y el bebedero de los animales, debe venir de fuentes que no hayan sido contaminadas con excrementos animales. De esta forma, evitamos la contaminación por consumo de agua o por ingerir alimentos contaminados (Cuenca, 2013).
- Las zanjas, surco o canales de desagüe deben conservarse siempre limpios para que el agua no se empoce (Cuenca, 2013).
- No utilizar materia fecal fresca como abono de los cultivos. Para que los excrementos puedan ser utilizados, deben recibir un tratamiento que consiste en almacenarlas por dos meses y rociarlas con cal, para que sequen, o con sulfato de amonio al 10%, para que los huevecillos de *Fasciola hepatica* mueran (Cuenca, 2013).
- Al igual que los animales, los humanos deben evitar excretar sus heces en zonas abiertas y cerca de fuentes de agua. Si no se cuenta con alcantarillado sanitario, lo mejor es realizar un pozo séptico apropiado para que no contamine (OMS, 1995).
- Los seres humanos deben evitar consumir agua de fuentes inseguras o alimentos crudos como los vegetales contaminados. Antes de ingerir el agua ésta debe ser purificada, con hervirla apropiadamente basta, de igual forma los vegetales deben ser bien lavados y de preferencia cocinados (OMS, 1995).
- Se debe brindar a las comunidades acceso al consumo de agua segura, es decir, agua que ya ha sido purificada, esto corre por cuenta de los

gobiernos y autoridades de los diferentes pueblos y comunidades (OMS,1995).

- De igual manera los gobiernos y autoridades deben proveer a las comunidades y poblaciones de sistemas adecuados para el desecho de aguas residuales y de excretas (OMS,1995).

#### **4.14 FASCIOSIS EN ECUADOR**

En Ecuador la fasciolosis como enfermedad zoonótica ha sido subestimada, presentando mayor importancia en el sector ganadero, por las pérdidas económicas que se producen: baja producción de leche; pérdida de peso en animales adultos y del 30 al 50% del peso en crías; esterilidad precoz y aborto; reducción en la producción de lana; decomiso de hígados infectados con duelas en el camal y la muerte del animal que se produce cuando la enfermedad aguda se presenta de forma brusca dañando la función fisiológica del hígado del animal (Montesdeoca y Vinueza, 2004).

En Ecuador la incidencia de la enfermedad en el ganado se confirma con los decomisos de hígados infectados con duelas que se realizan en los mataderos de las diferentes ciudades de las provincias de la sierra ecuatoriana, encontrando la presencia de *Fasciola hepatica* desde el norte en la provincia del Carchi, recorriendo todo el callejón interandino hasta llegar a la provincia de Loja, con una prevalencia que va desde el 10 hasta el 50% en ganado (Orlando, 2011).

Dada la estrecha relación que existe entre el ganado y el ser humano, sobre todo en las zonas rurales, donde juntando todos los factores de riesgo como son: las condiciones climáticas adecuadas y la presencia del intermediario hospedero (caracol), es posible que los pobladores de las provincias de la sierra

ecuatoriana se encuentren también infectados con *Fasciola hepatica*, padeciendo la enfermedad o presenten un alto riesgo de contraerla.

Como ya se mencionó anteriormente, la mayoría de las personas infectadas no presentan síntomas, lo que hace difícil cuantificar de forma exacta cual es el grado de incidencia de la enfermedad. Además las personas infectadas rara vez acuden a casas de salud donde se pueda realizar el diagnóstico apropiado. La mayoría de los casos reportados en el país son gracias a intervenciones quirúrgicas en donde se han encontrado hígados con duelas de *Fasciola hepatica*. Cabe recalcar que en el Ecuador, según datos del INEC obtenidos en el Censo de Población y Vivienda 2010 (Fig. 15), la octava causa de muerte es la cirrosis hepática y otras enfermedades del hígado, con una tasa de 13,6 por cada 100.000 habitantes.

El agua y el alcantarillado sanitario son dos factores que en Ecuador influyen altamente en la incidencia de fasciolosis. La Estrategia Nacional para la Igualdad y la Erradicación de la Pobreza, 2014, menciona que los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario presentan bajos niveles de cobertura, especialmente en áreas urbano-marginales y rurales; y la cobertura de alcantarillado sanitario es del 80% en áreas urbanas y del 26% en zonas rurales.

En los resultados del censo de Población y Vivienda 2010 realizado por el INEC, muestra que solo el 52,3% de la totalidad de viviendas del país recibe agua de la red pública, el 31,7% toma agua de ríos, vertientes, acequia o canales (Fig. 16), aumentando el riesgo de contraer la enfermedad por consumo de agua contaminada con metacercarias de *Fasciola hepatica*.

La mala calidad del agua tiene influencias negativas en la salud de la población y se relaciona con enfermedades parasitarias, diarrea y desnutrición.

La desnutrición crónica está estrechamente relacionada con la pobreza y la exclusión, deficiencia en la alimentación, mala calidad del agua, exposición a enfermedades infecciosas que contribuyen a una mayor desnutrición (como la parasitosis), sumadas a las malas condiciones sanitarias, debidas a la falta de higiene y a enfermedades habituales en ambientes pobres e insalubres. Se expresa con un severo retardo en el crecimiento físico y un daño irreversible en el potencial desarrollo intelectual de los niños, reduciendo su rendimiento escolar y laboral. La desnutrición crónica ha mostrado una tendencia decreciente con 24% de prevalencia en el 2012 en infantes menores de dos años, sin embargo, se agudiza en el área rural. (Estrategia Nacional para la Igualdad y la Erradicación de la Pobreza, 2014).

Según el Atlas de las Desigualdades Socio-Económicas del Ecuador (2013), la prevalencia de desnutrición crónica en menores de cinco años se da en mayor grado en la región de la sierra ecuatoriana, presentando una incidencia del 32,8% del total del país y dentro de esta cifra el 43,9% se da en la zona rural de la sierra. Los datos también muestran que se encuentra un mayor número de casos de desnutrición crónica en la población indígena del país, con un total del 50,7%.

El Ministerio de Salud Pública del Ecuador, MSP, ha planteado como Prioridades en investigación de salud para los años 2013 -2017 a las enfermedades tropicales desatendidas. Dentro de estas se encuentran como prioridad principal las enfermedades tropicales y parasitosis desatendidas (Fig. 17) como: Cisticercosis, Equinococosis, Oncocercosis y Trematodiasis (donde se incluye la fasciolosis). La investigación va dirigida hacia los siguientes aspectos: (Fig. 18)

- Perfil epidemiológico
- Perfil etiológico

- Conocimientos, actitudes y prácticas del personal de salud.
- Nuevas tecnologías
- Intervenciones en el ciclo biológico de la enfermedad
- Impacto psicosocial
- Complicaciones y secuelas

#### **4.15 DESCRIPCIÓN DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI**

La provincia de Cotopaxi antiguamente conocida como provincia de León, lleva el nombre de su volcán nevado más emblemático, el volcán Cotopaxi. Se encuentra ubicada en la zona centro norte del país, en la sierra ecuatoriana, asentada en la hoya central oriental del Patate. Por el norte limita con la provincia de Pichincha, por el sur con las provincias de Tungurahua y Bolívar, por el este con la provincia de Napo y por el oeste con la provincia de Los Ríos y Santo Domingo de los Tsachilas. Posee una extensión de 6.569 Km<sup>2</sup> aproximadamente y su capital provincial es la ciudad de Latacunga. Se encuentra conformada por siete cantones y cuarenta parroquias (Fig. 19) (GAD de Cotopaxi, 2011):

- Latacunga con 11 parroquias: Latacunga, Alagues, Belisario Quevedo, Guaitacama, Joseguango Bajo, Mulaló, 11 de Noviembre, Poaló, San Juan de Pastocalle, Tanicuchi y Toacaso.
- La Maná con 3 parroquias: La Maná, Guasaganda y Pucayacu.
- Pangua con 4 parroquias: El Corazón, Moraspungo, Pinllopata y Ramón Campaña.
- Pujilí con 7 parroquias: Pujilí, Angamarca, Guangaje, La Victoria, Pilaló, Tingo y Zumbahua.

- Salcedo con 6 parroquias: San Miguel, Antonio José Holguín, Cusubamba, Mulalillo, Mulliquindil y Pansaleo.
- Saquisilí con 4 parroquias: Saquisillí, Canchagua, Chantilín y Cochapamba.
- Sigchos con 5 parroquias: Sigchos, Chugchillán, Isinliví, Las Pampas y Palo Quemado.

Según el censo realizado en el 2010 por el Instituto Nacional de Estadística y Censos, INEC, en Cotopaxi habitan 409.205 personas de las cuales 210.580 son mujeres y 198.625 hombres que en su mayoría se dedican a las actividades agrícolas y pecuarias con un porcentaje del 26.4% de la población masculina y del 35.2% de la población femenina ocupados en este ramo, de la totalidad de la población femenina de la provincia el 22,1% se identifican como indígenas y del total de la población masculina el 24,1% también lo hacen. La mayor parte de la población de la provincia habitan en las zonas rurales, 288.235 personas y en zonas urbanas habitan 120.970 personas. El 42% de la población total se encuentra en el cantón Latacunga, seguido por el cantón Pujilí con el 17% de la población. La población infantil comprendida entre 0 a 14 años de edad representa el 33% de la población, con un total de 136.347 personas (GAD de Cotopaxi, 2011).

En la provincia se encuentran tres formaciones geológicas bien diferenciadas: la Cordillera Occidental, la depresión o Valle Interandino y la Cordillera Oriental. Sobre las cordilleras se asientan volcanes activos como El Cotopaxi y el Quilotoa, y volcanes apagados como Los Illinizas, El Saguatoa, Putzalagua, Chinibano, Rumiñahui y Santa Cruz. La altitud en el territorio de la provincia varía desde los 90 msnm en la parroquia Moraspungo del cantón

Pangua, asciende hasta los 4.480 msnm en la cordillera occidental, desciende a los 2.760 msnm en la ciudad de Latacunga para subir nuevamente hasta el punto más alto localizado en el borde del cráter del volcán Cotopaxi con una altitud de 5.920 msnm.

La temperatura media más baja en el rango de los 0°C a 6°C corresponden a áreas sin poblaciones ubicadas en las cercanías a los volcanes Cotopaxi e Illinizas, en el rango comprendido entre 6°C y 10°C se encuentra una amplia zona ubicada a ambos lados (oriental y occidental) del valle interandino con numerosas poblaciones entre los que se encuentran las cabeceras parroquiales de Isinliví, Guangaje, Cochapamba, Chugchilán, Zumbahua y Angamarca. En el rango de temperatura de 10°C a 14°C se encuentran dos zonas, la una que corresponde a los poblados del valle interandino entre los cuales figuran las cabeceras de las parroquias de Pastocalle, Toacaso, Mulaló, Canchagua Grande, Tanicuchí, Chantilín, Saquisilí, Aláquez, Poaló, La Victoria, Once de Noviembre, Belisario Quevedo, Mulliquindíl, San Miguel de Salcedo, Cusubamba, Pansaleo y Mulalillo; y la segunda en el occidente de la provincia que corresponde a una franja que va en sentido norte sur en donde se encuentran los poblados de Sigchos, Pilaló y Pinllopata. En el rango de 14°C a 16°C se encuentra dos zonas, la primera ubicada en el centro del valle interandino donde se ubica la ciudad de Latacunga y la otra que corresponde a una franja que se extiende en el sentido norte sur en el occidente de la provincia. El rango comprendido entre 18°C y 20°C corresponde a una franja que se extiende desde el norte hasta el sur en donde se ubican las cabeceras parroquiales de Palo Quemado, Las Pampas, Pucayacu, El Tingo - La Esperanza; finalmente se tiene en el sector más occidental de la provincia el rango de mayor temperatura que va desde los 22°C a 26°C en donde

se ubican las cabeceras de las parroquias de Guasaganda y Moraspungo así como la ciudad de La Maná (GAD de Cotopaxi, 2011).

La precipitación varía considerable entre los valles andinos donde los valores promedios anuales fluctúan alrededor de los 500 y 1.000 mm, y la parte baja cercana al interior de la costa donde los valores superan fácilmente los 2.800 y 3.000 mm. En los valles la precipitación presenta valores máximos en los meses de marzo a abril y de octubre a noviembre, mientras que en las zonas bajas los valores máximos de precipitación se dan en los meses de febrero a marzo.

Según el Atlas Geográfico de la República del Ecuador (2013), dentro de los tipos de climas en la provincia de Cotopaxi podemos encontrar:

- Ecuatorial Mesotérmico Seco y Semi Húmedo: son los climas más frecuentes de la región interandina. En el clima mesotérmico seco la temperatura fluctúa entre 18° y 22° C. con poca variación entre verano e invierno, dos estaciones lluviosas recogen menos de 500 mm anualmente. El clima mesotérmico semi húmedo se caracteriza por temperaturas irregulares, siendo más elevadas en los meses de marzo y septiembre, los meses de junio y julio coinciden con los promedios más bajos.
- Ecuatorial de Alta Montaña: está siempre ubicado sobre los 3000 m. de altitud. La temperatura media depende de la altura, pero fluctúa alrededor de los 8° C. La pluviometría anual es variable, comprendida entre 1000 y 2000 mm, según la altitud.

- Tropical Megatérmico Semi Húmedo: la temperatura media anual es de 23°C., posee una estación seca de junio a noviembre y la lluvia total anual fluctúa entre los 1000 y 2000 mm.
- Nival: Se ubica sobre los 4500 m de altura, correspondiente con la isoterma de los 0°C.

Según Martínez (2006), en Cotopaxi existen seis tipos de bosques, agrupados en bosques de tierras bajas (siempreverde de tierras bajas y siempreverde piemontano) y bosques andinos (siempreverde montano bajo, de neblina montano, siempreverde montano alto y semideciduo montano), dos de matorrales (húmedo montano y seco montano) y cuatro de páramos (arbustivo, herbáceo, seco y superpáramo), que representan el 41,4% de la superficie actual de la provincia. Las áreas transformadas, específicamente en cultivos y pastos, ocupan el 41,1% y 13,6% respectivamente, y en total el 54,7% (Fig. 20). El resto está formado por zonas rocosas, glaciares y zonas urbanas.

Con lo que respecta a la flora, se tiene conocimiento de unas 2.105 especies de plantas vasculares en Cotopaxi, incluidas 73 introducidas y ocho cultivadas. En el páramo de pajonal encontramos: el sigse, el cacho de venado, el sisan, entre otras; en el páramo seco la chuquiragua, varios chochos, la taruga, la trencilla, la valeriana, varios helechos, el aretillo, la cola de caballo y varias especies de paja; por su parte el superpáramo casi carece de plantas superiores, líquenes y musgos capaces de desarrollarse a grandes altitudes y soportar condiciones climáticas extremas. Hacia el valle el matorral húmedo montano se destaca por especies como el pumamaqui, varias especies de chilca, el zapatito, el lechero, la colca y el campanero; en el matorral seco montano, se encuentran

acacias, molles, chusqueas, sauces, pencos y cactus. En el deciduo piemontano se tiene pencos, cactus, acacias y sauces; el siempreverde piemontano posee bromelias, anturios, guarumos, platanillos, maticos de monte y variedades de orquídeas. El bosque siempreverde montano alto es una formación que típicamente presenta piquiles, colca, campanero, romerillo, pumamaqui y ciertas palmeras como la palma de cera. En bosque de neblina montano se caracteriza por: la sangre de gallina, la palma de cera, el aliso, una variedad de canelos, además de la palma de monte, los guarumos, la sangre de drago, la colca, el cedro, la chusquea, el anturio, los helechos, la flor arcoíris y el matico de monte. La goma, el higuierón, la sangre de gallina, el pambil, el helecho gigante y la sangre de drago, son propias del bosque siempreverde de tierras bajas. También hay árboles introducidos como el pino y el eucalipto (Martínez, 2006).

En Cotopaxi se encuentran 90 especies de mamíferos, dentro de 11 órdenes, 28 familias y 60 géneros. De estos seis son marsupiales (Didelphimorphia), dos ratones marsupiales (Paucituberculata), cinco artiodáctilos (Artiodactyla), nueve carnívoros (Carnivora), 29 murciélagos (Chiroptera), tres edentados (Edentata), una musaraña (Insectivora), un conejo (Lagomorpha), un tapir (Perissodactyla). Un mono (Primates) y 32 roedores (Rodentia). Los órdenes más diversos son Rodentia (32 especies) y Chiroptera (29 especies). Algunas especies son comunes a todas las formaciones vegetales como la raposa, los murciélagos fruteros, los murciélagos insectívoro, el conejo, la guanta, la guatuza y los ratones del género *Microrhizomys*; otras se restringen a pocos tipos de hábitat, como el ratón marsupial, los felinos (puma, tigrillo chico, gato andino, y jaguarundi), el oso de anteojos y algunos murciélagos y roedores. Se han

reportado 316 especies de aves, 30 especies de reptiles y 22 especies de anfibios (Martínez, 2006)

Cotopaxi desde el punto de vista hídrico es un territorio de extrema importancia pues posee gran parte de las cabeceras de las cuencas hidrográficas de ríos importantes del país como son: el Pastaza, el Guayas y el Esmeraldas. La oferta hídrica se distribuye de la siguiente manera: de las concesiones vigentes 482 están destinadas a abrevaderos sumando aproximadamente 121 litros por segundo, para el uso doméstico existen 1.090 concesiones que suman 1.503 litros por segundo, para el riego existen 1.092 concesiones que suman 26.885 litros por segundo, la generación de hidroenergía tiene 9 concesiones que suman 32.650 litros por segundo, 10 concesiones para uso de mesa (embotelladoras de agua) que suman 14 litros por segundo, para el uso industrial están destinados 420 litros por segundo en 46 concesiones vigentes. De las 2.747 concesiones existentes en la provincia, con respecto a la fuente de la cual se toma el recurso hídrico, 1.516 corresponden a vertientes, 124 corresponden a acequias, 41 a esteros, 22 a lagos y lagunas, 70 a pozos, 279 a quebradas, 596 a ríos y 98 a remanentes de drenajes ya usados. Del total de concesiones registradas, la mayor parte se concentran en la cuenca del río Cutuchi, cuenca alta del río Toachi y cuenca del río Jatuncama. Estudios realizados muestran que uno de los ríos más contaminados es la cuenca del río Patate (Río Cutuchi), esto debido a que en la misma confluyen varias amenazas como son: concentración de asentamientos humanos con un inexistente o inadecuado sistema de disposición de desechos sólidos y líquidos entre los que se encuentra la ciudad de Latacunga, presencia de industria con una incipiente aplicación de medidas ambientales para reducir impactos ambientales, agroindustria, etc. (GAD de Cotopaxi, 2011).

Según el GAD de Cotopaxi (2011), los problemas ambientales que afectan al recurso hidrográfico de la provincia son:

- Indiscriminado uso de agroquímicos que se conducen y distribuyen a través de los sistemas de riego.
- Contaminación de las fuentes de agua por el pastoreo de ganado en las cercanías a las mismas.
- Inadecuada o inexistente infraestructura para el traslado del agua de consumo, hay sectores que incluso se reporta el traslado por canales a cielo abierto, transportando todo lo que se encuentre a su paso incluso animales muertos.
- Utilización de agua de riego para el consumo de personas; estos casos se los ha encontrado en sectores de parroquias como Toacaso y 11 de Noviembre en el cantón Latacunga.
- Malas condiciones propias del agua, con exceso de hierro, como es el caso de la parroquia Toacaso.
- Afectaciones a la infraestructura de conducción por deslizamientos en gran parte causados por la creciente pérdida de la cobertura vegetal natural de bosques.
- Inadecuada o inexistente infraestructura para la disposición de los desechos líquidos de los asentamientos humanos, es decir carentes o mala infraestructura de sistemas de alcantarillado lo que resulta en el depósito de estos residuos directamente en ríos.
- Carente o incipiente tratamiento de las aguas residuales de las actividades industriales y en general económicas que se realizan.

Las actividades agropecuarias son el fundamento principal de la estructura económica de la provincia. El 43,21 % de la población económicamente activa se dedica a las actividades agrícolas, ganaderas, silvicultura, caza y pesca. La agricultura se encuentra ocupando aproximadamente el 41.1% de la superficie de la región. Los pequeños productores representan la gran mayoría dentro de la provincia, ocupan el 36% de la superficie en uso agropecuario y el 94% de las fincas pertenecen a este grupo. El 28% de la superficie agropecuaria lo ocupan el 5% de las fincas de mediano tamaño y el 35% de la superficie lo ocupa el 1% de las fincas mayores de 100 ha, representando este grupo a la minoría dentro de la provincia. La producción agrícola que sobresale es: la papa, el brócoli para exportación, el maíz suave, cebolla, col, frejol, haba, lechuga, tomate, zanahoria amarilla, coliflor, alcachofa, nabo, acelga, ají, pepino, arvejas, lenteja, trigo, cebada, quinua, hierbas aromáticas, ocas, mellocos, chocho, cacao, caña de azúcar, naranja, mora, banano verde, entre otros. En la producción ganadera sobresale la crianza de ganado ovino y vacuno de doble propósito (carne y leche), tanto en pequeños, medianos y grandes productores, encontrándose el mayor número de cabezas de ganado repartido entre las fincas pequeñas, con un promedio de una a tres cabezas por productor; la ganadería para la producción de leche representa también un rubro importante de la región, esta producción es constante y tiene un incremento del 3% anual; también se observa la crianza de otras especies como cuyes, conejos, aves de corral, porcino, equino, entre otros (Agendas para la transformación productiva territorial: Provincia Cotopaxi, 2011).

Como ya se mencionó la mayor parte de la población de la provincia vive en zonas rurales y de esta población, la mayoría pertenecen al grupo indígena, siendo Cotopaxi e Ibarra las segundas provincias con mayor número de población

indígena del país, superadas solo por Chimborazo (Fig. 21). También pertenece a las provincias con población indígena que registran una menor cobertura de agua de la red pública junto con Chimborazo. Y es la provincia que junto a Chimborazo y Morona Santiago registran un mayor número de hogares sin conexión a redes públicas de alcantarillado (Libro las cifras del pueblo indígena Una mirada desde el censo de población y vivienda, 2010).

El acceso al agua dentro de la provincia está dado en su mayoría por ríos, vertientes, acequias o carro repartidor y en menor grado por sistemas de red pública de agua potable. (Fig. 22) El sistema de eliminación de aguas residuales se lo realiza por alcantarillado público en las zonas urbanas, pero la mayor parte de la provincia que pertenece a la población rural no tiene acceso a alcantarillado y opta por eliminar el agua residual a través de pozos ciegos, un 43% a 27% de la población rural lo realiza por este sistema (Fig. 23), otro 17% de la población rural lo realiza a través de pozo séptico (Fig. 24) (Atlas Geográfico de la República del Ecuador, 2013).

En la provincia se registran cifras alarmantes de desnutrición en niños menores de 5 años. En el caso de desnutrición crónica, que se define como un severo retardo en el desarrollo físico y daño irreversible en el desarrollo intelectual, la provincia se ubica en el cuarto lugar dentro del país, presentando cifras del 38% de desnutrición en los niños menores de 5 años (Fig. 25). Con respecto a la desnutrición global, que es la deficiencia de peso con relación a la edad, se encuentra en los valores más altos de 19,90% de niños menores de 5 años que presentan este tipo de desnutrición (Fig. 26), ocupando los primeros lugares dentro del país (Atlas Geográfico de la República del Ecuador, 2013).

#### 4.16 FASCIOSIS EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI

Sistemas de Información Geográfica (SIG) han sido usados para desarrollar un modelo epidemiológico y clasificar la posibilidad de transmisión de fasciolosis zoonótica en zonas de riesgo bajo, moderado y alto, para identificar las áreas que requieren la implementación de medidas de prevención y control. Este modelo se aplicó a tres provincias en el Ecuador: Imbabura, Cotopaxi y Azuay, determinando que según el modelo climático las tres provincias presentan altos riesgos de transmisión, sobre todo entre los meses de octubre a junio. En el caso de Cotopaxi el modelo predice un riesgo de transmisión de fasciolosis que va de moderado a alto en el centro de la provincia donde se encuentra la zona de los valles interandinos (Fig. 27) (Fuentes *et al.*, 2005).

Según Montesdeoca y Vinueza (2004), en su estudio sobre la “Incidencia de fasciolosis hepática en ovinos faenados en el camal metropolitano de la ciudad de Quito”, mediante la revisión directa de los hígados de ovinos faenados, encuentran varios animales infectados con *Fasciola hepatica*, se pudo divisar infecciones del tipo aguda, subaguda como crónica. Del total de animales revisados gran parte provenían de la provincia de Cotopaxi, sobre todo de sectores como Latacunga, Salcedo, Saquisillí y Pujilí, presentando un incidencia promedio de la enfermedad del 11% al 12% del total de animales provenientes de estas zonas. El estudio se realizó en dos diferentes épocas del año, marzo-abril-mayo y agosto-septiembre-octubre, siendo en la primera época en donde se encontró el mayor número de animales infectados, época que coincide con el aumento de las lluvias y la proliferación del caracol hospedero de la *Fasciola hepatica*. Este estudio demuestra que en la provincia de Cotopaxi existe la presencia de *Fasciola hepatica*.

El ganado que llega al camal metropolitano de Quito pertenece generalmente a fincas de medianos y grandes productores, en donde tienen ciertos cuidados en la crianza de los animales como la desparasitación continua de los mismos y sin embargo estos se encuentran infectados. Recordando que el mayor número de cabezas de ganado se encuentra en manos de los pequeños productores que no tienen los recursos económicos para administrar dosis continuas de desparasitantes a sus animales, ni tampoco tienen el conocimiento sobre el manejo sanitario adecuado para la crianza de ganado, es lógico concluir que en esta población pecuaria la incidencia de fasciolosis debe ser mayor.

Según Burgasí (2014), en su estudio realizado en las comunidades de Guantualó y Taxojaló, en el cantón Sigchos, provincia de Cotopaxi, encontró por medio de diagnóstico endoparasitario aplicado a bovinos de dichas comunidades, la prevalencia de *Fasciola hepatica* de 36,29%. La comunidad de Guantualó se encuentra ubicada en la parroquia Isinlivi del cantón Sigchos, a una altitud de 3248 m, con una temperatura promedio anual de 11,5° C., precipitación promedio anual de 1000 mm y una humedad relativa del 50%. La comunidad de Taxojaló se encuentra ubicada en la parroquia Sigchos del cantón Sigchos, a una altitud de 3108 m, con una temperatura promedio anual de 10° C., precipitación promedio anual de 1100 mm y una humedad relativa del 50%. Para la realización del estudio se tomó muestras de 98 bovinos de un total de 536 bovinos (298 de Taxojaló y 240 de Guantualó) que se encuentran distribuidos entre pequeños productores de las comunidades, cada productor aportó con un 18,66% de bovinos para el muestreo. De los 98 bovinos muestreados, 46 provenían de Guantualó y 21 de Taxojaló, presentando una prevalencia de *Fasciola hepatica* del 45,65% y 26.92% respectivamente, lo que corresponde a un valor total del

36,29%. El autor atribuye el alto índice de prevalencia de *Fasciola hepatica* al pastoreo del ganado alrededor de las acequias y de pozas de agua encharcada, mismas de donde ingieren agua y señala que éstas acequias son también utilizadas para el riego de los cultivos.

Como se mencionó uno de los problemas del agua en la provincia es la contaminación de los causes por el pastoreo de ganado, mismo que si está infectado con fasciolas, está contaminando el agua que se usa posteriormente para riego de los cultivos y para el consumo de personas, provocando la proliferación de la fasciolosis no solo en la provincia de Cotopaxi, sino también en otras provincias del Ecuador.

Los datos dicen que la mayor parte de la población de la provincia vive en la zona rural y usa agua de los ríos, vertientes o acequias para su consumo personal y para el riego de sus cultivos, que es la otra gran producción de la provincia. Si el agua está contaminada con quistes de metacercaria de *Fasciola hepatica*, estos van a infectar a personas que consumen agua de estas fuentes y si esta misma agua es usada para el riego de los cultivos, también se están contaminando los vegetales, que luego son fuente de infección para las personas que los ingieren, no solo para los pobladores de la provincia de Cotopaxi, sino también para las personas del resto del país que consumen los productos agrícolas provenientes de esta región.

Un buen indicador de la presencia de *Fasciola hepatica* es el alto porcentaje de desnutrición que presentan los niños menores de 5 años en la provincia. Como se indicó anteriormente, la desnutrición está asociada a la parasitosis, a mayor parasitosis, mayor grado de desnutrición. Y es justamente este grupo de niños menores de 5 años, junto con los niños en edad escolar (5 a

15 años), los más susceptibles a contraer infecciones parasitarias. Según el Atlas de las Desigualdades Socio-Económicas del Ecuador (2013), dentro de la provincia de Cotopaxi existen cantones como Pujilí y Salcedo que presentan índices alarmantes de desnutrición crónica infantil. Ambos lugares coinciden con los cantones donde se encontró incidencia de fasciolosis en el ganado faenado en el camal metropolitano de Quito. Según Trueba *et al.*, (2000), luego de realizado un análisis serológico mediante la prueba de ELISA, a 150 personas de la comunidad Cuturivi Grande ubicada en el cantón Pujillí, se obtuvo una prevalencia de *Fasciola hepatica* del 6%, es decir 9 personas estaban infectadas, de estas 8 eran niños de edades entre 9 y 12 años, a excepción de una mujer de 41 años.

Teniendo en cuenta cuales son los factores de transmisión de la *Fasciola hepatica* y como funciona su ciclo biológico se puede concluir que la provincia de Cotopaxi reúne las condiciones ambientales adecuadas para que prolifere la infección parasitaria. El parásito se encuentra presente en el ganado de la provincia, mismos que contaminan las fuentes de agua, que junto a la falta de sistemas de red de alcantarillado y de una mala práctica de desecho de los residuos líquidos y sólidos, provocan la contaminación de dichas fuentes de agua, que por la falta de sistemas de agua potable son usadas para el consumo y para el riego de cultivos facilitando que los pobladores de la provincia, especialmente los de la zona rural, sean susceptibles a contraer la infección de *Fasciola hepatica*.

## 5. CONCLUSIONES

- Las condiciones climáticas, el aumento de la transformación de los bosques a pastizales, las malas condiciones sanitarias del sistema hídrico y de recolección de desechos, junto con el desconocimiento de los factores de riesgo que causan la infección parasitaria, hacen de la provincia de Cotopaxi una zona de riesgo para la proliferación de *Fasciola hepatica*.
- En la provincia de Cotopaxi se ha encontrado producción ganadera que presenta infección parasitaria con *Fasciola hepatica*, misma que es un potencial riesgo de infección para la población humana.
- La falta de sistemas de agua potable en la mayoría de la provincia hace que un porcentaje elevado de la población de la provincia de Cotopaxi tenga que usar para el riego de cultivos y para su consumo agua poco segura y posiblemente contaminada con el parásito *Fasciola hepatica*, acrecentando el riesgo de contraer la infección.
- La falta de alcantarillado en la mayor parte de la provincia de Cotopaxi obliga a los pobladores a desechar aguas residuales y excrementos de forma poco segura, contaminando fuentes de agua y el suelo.
- El elevado índice de desnutrición infantil de la provincia de Cotopaxi, sugiere que la población sufre de infecciones parasitarias como la *Fasciola hepatica*.

## 6. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar estudios en la provincia de Cotopaxi para conocer de mejor manera cual es la incidencia de la parasitosis por *Fasciola hepatica* y cuáles son las zonas de mayor riesgo de transmisión y contagio.
- Crear espacios en la comunidad en los cuales se realicen talleres para la capacitación e información de la población y en especial a los niños en edad escolar de la provincia de Cotopaxi, comprendidos entre cinco y quince años, en la aplicación de las normas higiénico-sanitarias y la importancia para la salud humana del consumo de agua purificada y alimentos bien lavados y cocinados.
- Realizar exámenes periódicos de calidad del agua y suelo para la detección de parásitos, así como también un seguimiento clínico de la población de la provincia de Cotopaxi para evitar la prevalencia y diseminación de este tipo de enfermedades.
- Realizar exámenes de sangre a los grupos de mayor riesgo para confirmar la presencia de la enfermedad.
- Hacer campañas anuales de desparasitación sobre todo en zonas donde se sospecha hay mayor endemismo del parásito. La desparasitación debe ir dirigida sobre todo a los niños en edad escolar de 5 a 15 años.
- Exigir a los grandes y medianos ganaderos que desparasiten a sus animales continuamente y que mejoren las condiciones sanitarias de sus pastizales y fuentes de agua. A los pequeños productores brindar asesoría para el uso de desparasitantes y entregarlos de manera gratuita de ser posible.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Apt Baruch, W. **Parasitología Humana**. México: McGraw-Hill Interamericana Editores, 2013. 792 p.

Arch Tirado, E. **Zoonosis** [en línea]. México D. F., Instituto Nacional de Rehabilitación Investigación, 2007. Disponible en: [http://www.amc.org.mx/web2/images/media/enfermedad/Zoonosis\\_Acad\\_Dr\\_Emilio\\_Arch\\_Tirado.pdf](http://www.amc.org.mx/web2/images/media/enfermedad/Zoonosis_Acad_Dr_Emilio_Arch_Tirado.pdf) [Fecha de consulta: 26 de febrero 2015].

**Atlas Geográfico de la República del Ecuador**. 2da. ed. Quito: Impreso por el Instituto Geográfico Militar, 2013. 356p.

Bargues, M. *et al.* **DNA sequence characterisation and phylogeography of *Lymnaea cousini* and related species, vectors of fascioliasis in northern Andean countries, with description of *L. meridensis* n. sp. (Gastropoda: Lymnaeidae)**. Revista Parasites & Vectors [en línea]: 4 (1), pp. 132, 2011. [Fecha de consulta: 12 de abril de 2015]. Disponible en: <http://www.biomedcentral.com/content/pdf/1756-3305-4-132.pdf>

Bennett, C. **Ectoparásitos y Endoparásitos, La *Fasciola*** [en línea]. 2013. Disponible en: <http://www.southampton.ac.uk/~ceb/Insideafluke/Liverfluke.htm> [Fecha de consulta: 4 de mayo 2015].

Botero, D. y Restrepo M. **Parasitosis Humanas**, 4ta ed. Medellín: Corporación para Investigaciones Biológicas. 2004. 506p.

Brown, N. **Parasitología Clínica**. México D.F.: Interamericana, 2011.

Burgasí Cruz, E. G. **Determinación de la prevalencia de las principales enfermedades infecciosas y endoparasitarias en hatos lecheros de pequeños productores, en las comunidades de Taxojaló Y Guantualó, del Cantón Sigchos Provincia de Cotopaxi.** Disertación (Ingeniero Zootecnista). Riobamba, Ecuador, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2014, 182 p.

Cabra, A. y Herrera, C. **ESTUDIO DE PREVALENCIA DE LA *Fasciola hepatica* Y *Caracol Lymnaea spp.* EN PREDIOS DEL MUNICIPIO DE SIMIJACA CUNDINAMARCA.** Disertación (Médico Veterinario). Bogotá, Colombia, Universidad de la Salle, 2007, 184 p.

Carrada-Bravo, T. y Escamilla J. **Fasciolosis revisión clínico – epidemiológica actualizada.** Revista Mexicana de Patología Clínica [en línea]: 52 ( 2), pp. 86–93, 2005. [fecha de consulta: 23 de febrero de 2015]. Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/patol/pt-2005/pt052d.pdf>

Chandler, A. **Introducción a la Parasitología.** Barcelona: Omega, 2012. 72p.

Chávez, L. **La parasitosis y la giardia, enfermedades crónicas de la población de bajos recursos.** Andalucía: Océano, 2011.

Centro para el Control y Prevención de Enfermedades, Laboratorio de Identificación de Enfermedades Parasitarias para la salud pública (CDC/DPDx). **Fascioliasis** [en línea]. 2013. Disponible en: <http://www.cdc.gov/dpdx/fascioliasis/index.html> [Fecha de consulta: 4 de mayo de 2015]

Cuenca Macas, E. N. **Prevalencia de Fasciola hepatica en bovinos sacrificados en el cantón Machala.** Disertación (Médica Veterinaria Zootecnista). Machala, Ecuador, Universidad Técnica de Machala, 2013, 47 p.

Dabanch, J. **Zoonosis.** Revista Chilena de Infectología [en línea]: 20(1), pp. 47-51, 2003. [Fecha de consulta: 19 de abril de 2015]. Disponible en: <http://www.scielo.cl/pdf/rci/v20s1/art08.pdf>

**Estrategia Nacional para la Igualdad y la Erradicación de la Pobreza.** 1ra. ed. Quito: Impreso por El Telégrafo, 2014. 248p.

Flores, L. **La parasitosis y su impacto en la población infantil.** Lima: LUPPA, 2011. 194p

Fuentes, M. **Remote sensing and climate data as a key for understanding fasciolosis transmission in the Andes: review and update of an ongoing interdisciplinary project.** Geospatial Health [en línea]: 1(1), pp. 59-70, 2006. [Fecha de consulta: 17 de abril de 2015]. Disponible en: [http://public.beuth-hochschule.de/~kred/Literatur/RS\\_Med\\_Geo/PDF/Fuentes\\_2006-2499481858/Fuentes\\_2006.pdf](http://public.beuth-hochschule.de/~kred/Literatur/RS_Med_Geo/PDF/Fuentes_2006-2499481858/Fuentes_2006.pdf)

Fuentes, M., *et al.* **Geographical Information Systems risk assessment models for zoonotic fasciolosis in the South American Andes region.** Revista Parasitologia [en línea]: 47, pp. 151-156, 2005. [Fecha de consulta: 12 de abril de 2015]. Disponible en: [http://www.researchgate.net/profile/Santiago\\_Mas-](http://www.researchgate.net/profile/Santiago_Mas-)

Coma/publication/7700367\_Geographical\_Information\_Systems\_risk\_assessment\_models\_for\_zoonotic\_fascioliasis\_in\_the\_South\_American\_Andes\_region/links/0912f511658dfab841000000.pdf

Gállego, J. **Manual de Parasitología: morfología y biología de los parásitos de interés sanitario** [en línea]. Barcelona, Publicacions i Edicions de la Universitat de Barcelona, 2006. Disponible en: [https://books.google.com.ec/books?id=XH4yn\\_OANn4C&pg=PA88&dq=parasitosis&hl=es&sa=X&ei=vBwDVZ3CGsqaNt\\_0gppl&ved=0CEcQ6AEwBw#v=onepage&q=parasitosis&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=XH4yn_OANn4C&pg=PA88&dq=parasitosis&hl=es&sa=X&ei=vBwDVZ3CGsqaNt_0gppl&ved=0CEcQ6AEwBw#v=onepage&q=parasitosis&f=false) [Fecha de consulta: 22 de febrero de 2015]

Gobierno Autonomo Descentralizado de la Provincia de Cotopaxi (GAD de Cotopaxi). **Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Buen Vivir Intercultural de Cotopaxi**. Latacunga, Ecuador, 2011. 242p.

Humberto, H. **Microbiología básica para el área de la salud y afines** [en línea]. 2da ed. Medellín, Editorial Universidad de Antioquia, 2008. Disponible en: <https://books.google.com.ec/books?id=5RjS6B0X5RgC&pg=PA180&dq=par%C3%A1sitosis&hl=es&sa=X&ei=uikFVczLKcaeNq-FhOAH&ved=0CDMQ6AEwBjgU#v=onepage&q=par%C3%A1sitosis&f=false> [Fecha de consulta: 27 de febrero de 2015]

**Libro las cifras del pueblo indígena Una mirada desde el censo de población y vivienda 2010**. Impresión Up medios Comunicación integral. 151p.

Martínez, C. (Ed). **Atlas Socioambiental de Cotopaxi. Programa para la Conservación de la Biodiversidad, Páramos y Otros Ecosistemas**

**Frágiles del Ecuador** [en línea]. Quito, EcoCiencia/HPCPC, 2006.  
Disponible en: <http://www.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/43293.pdf>  
[Fecha de consulta: 12 de marzo de 2015].

Mas-Coma, S. ***Lymnaea cousinni* (Gastropoda:Lymnaeidae) as transmitter of fascioliasis**. Memorias do Instituto Oswaldo Cruz [en línea]: 102(2), pp. 241-243, 2007. [Fecha de consulta: 17 de abril de 2015]. Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/mioc/v102n2/opinion.pdf>

Ministerio de la Producción, Empleo y Competitividad. **Agendas para la Transformación Productiva Territorial: Provincia De Cotopaxi** [en línea]. Quito: 2011. Disponible en: <http://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/02/AGENDA-TERRITORIAL-COTOPAXI.pdf> [fecha de consulta: 10 de marzo de 2015].

Ministerio de Salud Pública del Ecuador (MSP). **Prioridades de investigación en la salud, 2013 – 2017** [informe en línea]. Disponible en: [http://instituciones.msp.gob.ec/images/Documentos/varios/PRIORIDADES\\_INVESTIGACION\\_SALUD2013-2017.pdf](http://instituciones.msp.gob.ec/images/Documentos/varios/PRIORIDADES_INVESTIGACION_SALUD2013-2017.pdf) [Fecha de consulta: 26 de febrero de 2015].

Montesdeoca, R. y Vinueza, C. **Incidencia de fasciolosis hepática en ovinos faenados en la EMR-Q. en dos épocas**. Disertación (Doctor en Medicina Veterinaria y Zootecnia). Guayaquil, Ecuador, Universidad de Guayaquil, 2004, 129 p.

Muzzio Aroca, J. K. **Moluscos hospederos intermediarios de angiostrongylus cantonensis en dos provincias de Ecuador**. Disertación (Máster en

Entomología Médica y Control de Vectores). La Habana, Cuba, Instituto de Medicina Tropical "PEDRO KOURI", 2011, 42 p.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

**Instrumentos de la FAO sobre la bioseguridad** [en línea]. Roma, 2007.

Disponible en:

<https://books.google.com.ec/books?id=9PwT1qhzWd0C&pg=PA15&dq=zoonosis&hl=es&sa=X&ei=9b8FVdCNC8fFggTln4TwCQ&ved=0CDQQ6AEwBTgK#v=onepage&q=zoonosis&f=false> [Fecha de consulta: 10 de marzo del 2015].

Organización Mundial de la Salud (OMS). **Lucha contra las Trematodiasis de**

**Transmisión Alimentaria** [en línea]. Serie de Informes Técnicos N° 849,

Roma, 1995. Disponible en:

[http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/42033/1/WHO\\_TRS\\_849\\_%28part1%29\\_spa.pdf?ua=1](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/42033/1/WHO_TRS_849_%28part1%29_spa.pdf?ua=1) [Fecha de consulta: 27 de febrero de 2015].

Organización Mundial de la Salud (OMS). **Trematodiasis de Transmisión**

**Alimentaria** [en línea]. Nota descriptiva N° 368, 2014. Disponible en:

<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs368/es/> [Fecha de consulta: 02 de marzo de 2015].

Orlando Narváez, A. **Prevalencia y factores asociados a la Fasciola hepática**

**y otras parasitosis intestinales en la comunidad de Tarqui – 2011.**

Disertación (Máster en Epidemiología). La Habana, Cuba, Instituto de Medicina Tropical "PEDRO KOURI", 2011, 41 p.

Quesada, M. **Epistemiología de las enfermedades parasitarias**. Revista Saber de Ciencias [en línea]: 2010. [Fecha de consulta: 06 de marzo de 2015]. Disponible en: [http://www.fbioyf.unr.edu.ar/evirtual/pluginfile.php/109817/mod\\_resource/content/1/Resumen%20-%20Epidemiologia%20de%20las%20enfermedades%20parasitarias.pdf](http://www.fbioyf.unr.edu.ar/evirtual/pluginfile.php/109817/mod_resource/content/1/Resumen%20-%20Epidemiologia%20de%20las%20enfermedades%20parasitarias.pdf)

Radboud Universiteit Nijmegen. **Galería de imágenes** [en línea]. 2014. Disponible en: <http://www.vcbio.science.ru.nl/en/image-gallery/show/labels/print/AN0052/> [Fecha de consulta: 4 de mayo de 2015].

Sánchez, D., *et al.* **Estudio de Parasitosis Intestinal en Población Escolar De 1° a 5° Grado de tres Instituciones Educativas de Diferente Nivel Socioeconómico en la Ciudad De San José De Cúcuta, Norte De Santander**. INBIOM Revista Científica del Departamento de Medicina [en línea]: 1(1), pp. 5-10, 2013. [Fecha de consulta: 03 de marzo de 2015]. Disponible en: [http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portallG/home\\_43/recursos/revista\\_inbiom/16022013/revistainbiopm.pdf](http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portallG/home_43/recursos/revista_inbiom/16022013/revistainbiopm.pdf)

Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. **Atlas de las Desigualdades Socio-Económicas del Ecuador**. Quito:, 2013. 185p.

Solomon, C., *et al.* **Biología**. 9na. ed. México: Cengage Learning Editores, 2013, 1263 p.

Tolan, R. **Fascioliasis Due to Fasciola hepatica and Fasciola gigantica Infection: An Update on This 'Neglected' Neglected Tropical Disease**.

Revista Lab Medicine [en línea]: 42, pp.107-116, 2011. [Fecha de consulta: 15 de abril 2015]. Disponible en: <http://labmed.ascpjournals.org/content/42/2/107.full>

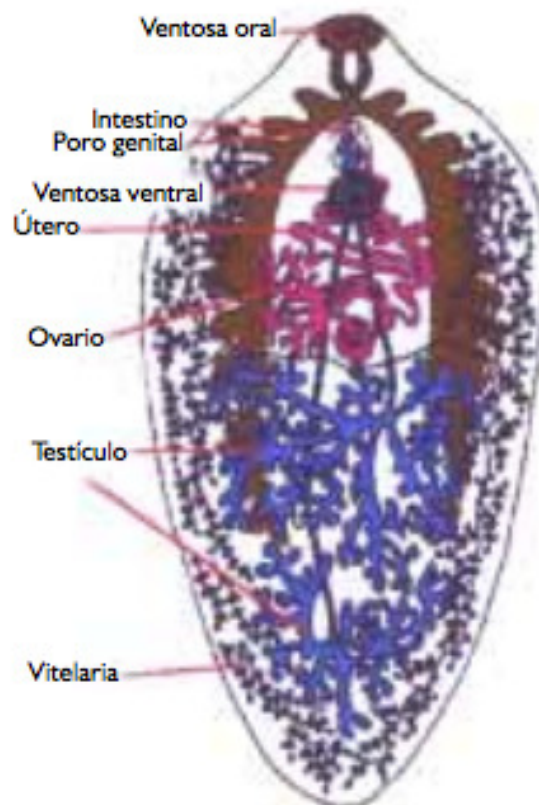
Trueba, G., et al. **Detection of *Fasciola hepatica* infection in a community located in the Ecuadorian Andes.** Revista The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene [en línea]: 62(4), pp. 518, 2000. [Fecha de consulta: 22 de abril de 2015]. Disponible en: <http://www.ajtmh.org/content/62/4/518.full.pdf+html>

Velásquez, L. **Sinonimia entre *Lymnaea bogotensis* Pilsbry, 1935 y *Lymnaea cousini* Jousseume, 1887 (Gastropoda: Lymnaeidae).** Memorias do Instituto Oswaldo Cruz [en línea]: 101(7), pp. 795-799, 2006. [Fecha de consulta: 4 de mayo de 2015]. Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/mioc/v101n7/v101n7a15.pdf>

## 8. FIGURAS



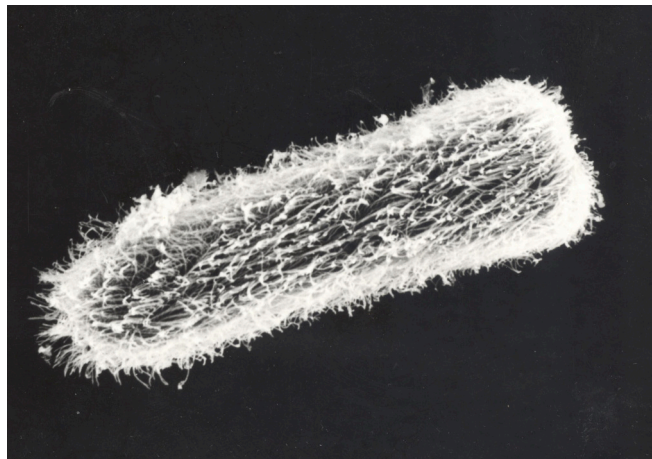
**Figura 1. Adultos de *Fasciola hepatica*.** Los adultos de *F. hepática* son grandes y aplanados, miden hasta 3 cm de largo y 1.5 cm de ancho. El extremo anterior tiene forma de cono (CDC/DPDx, 2013).



**Figura 2. Esquema de la morfología interna de *Fasciola hepatica*.** En el gráfico se observa: ventosa oral, ventosa ventral, intestino, poro genital, útero, ovario, testículo y glándulas vitelinas (Carrada-Bravo y Escamilla, 2005).



**Figura 3. Huevo operculado de *Fasciola hepatica*.** Huevo de *F. hepatica* en una preparación en fresco sin mancha, tomada en un aumento de 400x (CDC/DPDx, 2013)



**Figura 4. Miracidio de *Fasciola hepatica*.** Su cuerpo se encuentra cubierto de cilios que le permiten moverse en el agua (Bennett, 2013)



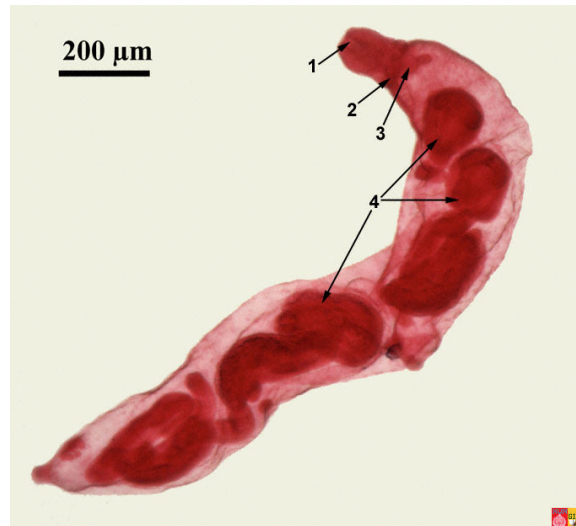
**Figura 5. Eclosión del huevo de *Fasciola hepatica*.** Ruptura del opérculo del huevo de *F. Hepatica*, preparación en fresco sin mancha, tomada en un aumento de 400x (CDC/DPDx, 2013).



**Figura 6. Miracidio de *Fasciola hepatica* eclosionando.** El miracidio sale del huevo de *F. hepatica* luego de su eclosión (Bennett, 2013).



**Figura 7. Miracidios de *Fasciola hepatica* penetrando en el hospedero.** Miracidios penetrando al caracol de la familia Lymnaeidae cerca de la zona del ojo (Bennett, 2013).



**Figura 8.** Redia de *Fasciola hepatica* con cercarias en su interior. 1. ventosa oral 2. collar 3. Intestino 4. Cercarias (Radboud Universiteit Nijmegen, 2014).



**Figura 9.** Cercaria de *Fasciola hepatica*. Tiene forma discoidal, presenta ventosa oral y tiene cola que le permite nadar (Bennett, 2013).



**Figura 10.** Cercaria de *Fasciola hepatica*. La cercaria se encuentra en el proceso de perder la cola (Bennett, 2013).

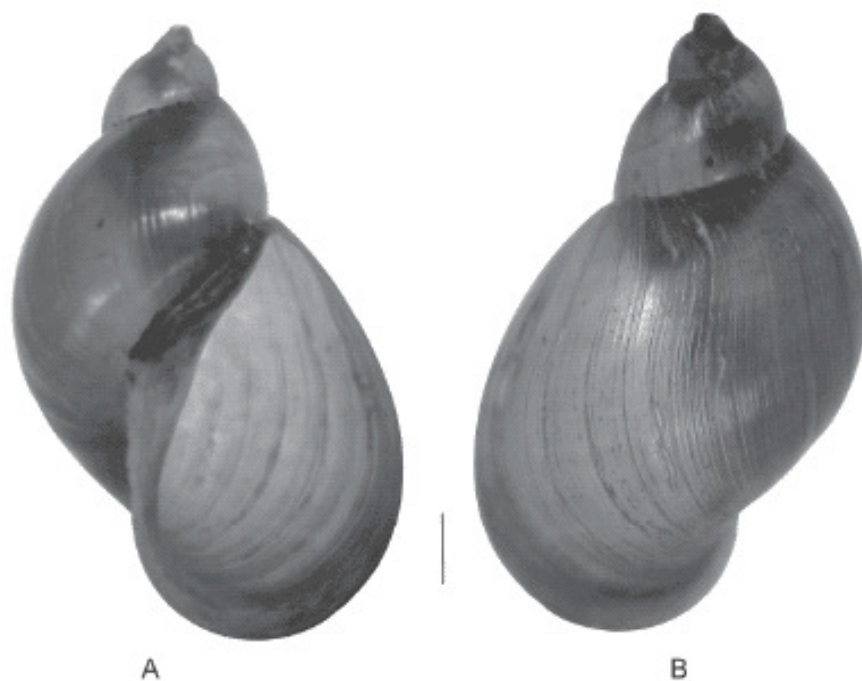


**Figura 11. Metacercaria de *Fasciola hepatica*.** La metacercaria se encuentra dentro de un quiste (Bennett, 2013).



**Figura 12. Duela juvenil de *Fasciola hepatica*.** Crece y se desarrolla dentro del hospedero hasta convertirse en duela adulta (Bennett, 2013).





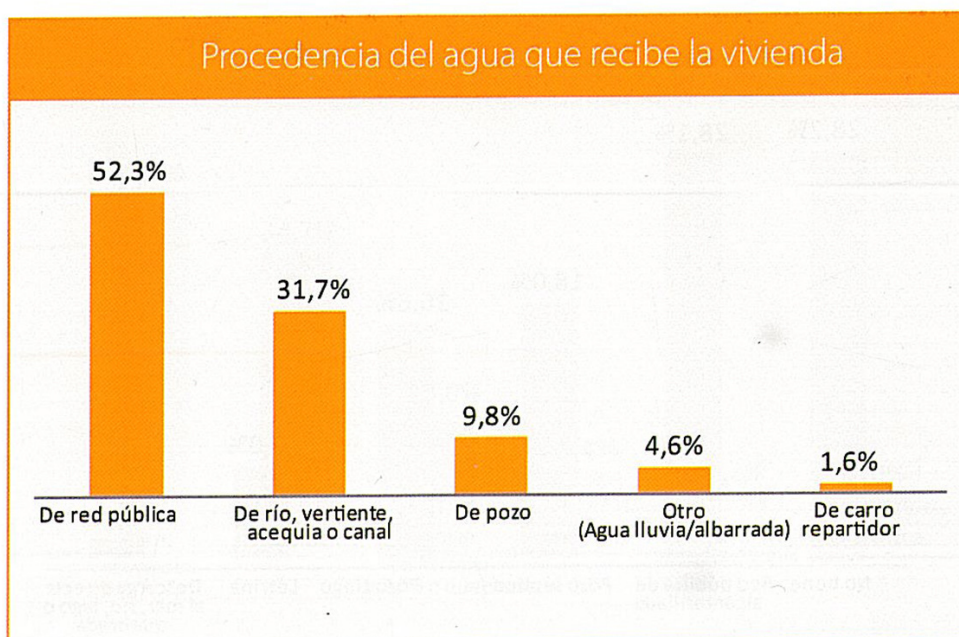
**Figura 14. Conchas del caracol *Limnaea cousini*. A. vista ventral. B. vista dorsal. Barra de escala = 1mm (Velásquez, 2006).**

**CUADRO 8. DIEZ PRIMERAS CAUSAS DE MUERTE (2010)**

	<b>Enfermedades</b>	<b>Tasa (por cada 100 000 habitantes)</b>
1	Enfermedades hipertensivas	30,3
2	Diabetes mellitus	28,3
3	Influenza y neumonía	23,7
4	Accidentes de transporte terrestre	23,3
5	Enfermedades cerebrovasculares	23,0
6	Agresiones (homicidios)	16,4
7	Enfermedades isquémicas del corazón	14,1
8	Cirrosis y otras enfermedades del hígado	13,6
9	Insuficiencia cardíaca, complicaciones y enfermedades mal definidas	13,0
10	Ciertas afecciones originadas en el período prenatal	11,4

Fuente: INEC, Anuario de Estadísticas Vitales: Defunciones, 2010


**Figura 15. 10 primeras causas de muerte en la población del Ecuador.** En el octavo lugar se encuentra la cirrosis y otras enfermedades del hígado, donde puede incluirse a la Fasciolosis (Atlas Geográfico de la República del Ecuador, 2013).



Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010, INEC

Elaboración: CONEPIA

**Figura 16. Procedencia del agua que reciben las viviendas en Ecuador.** El gráfico indica que el 47,7% de la población total del país usa agua de otras fuentes que no son la red pública (Libro las cifras del pueblo indígena Una mirada desde el censo de población y vivienda, 2010).

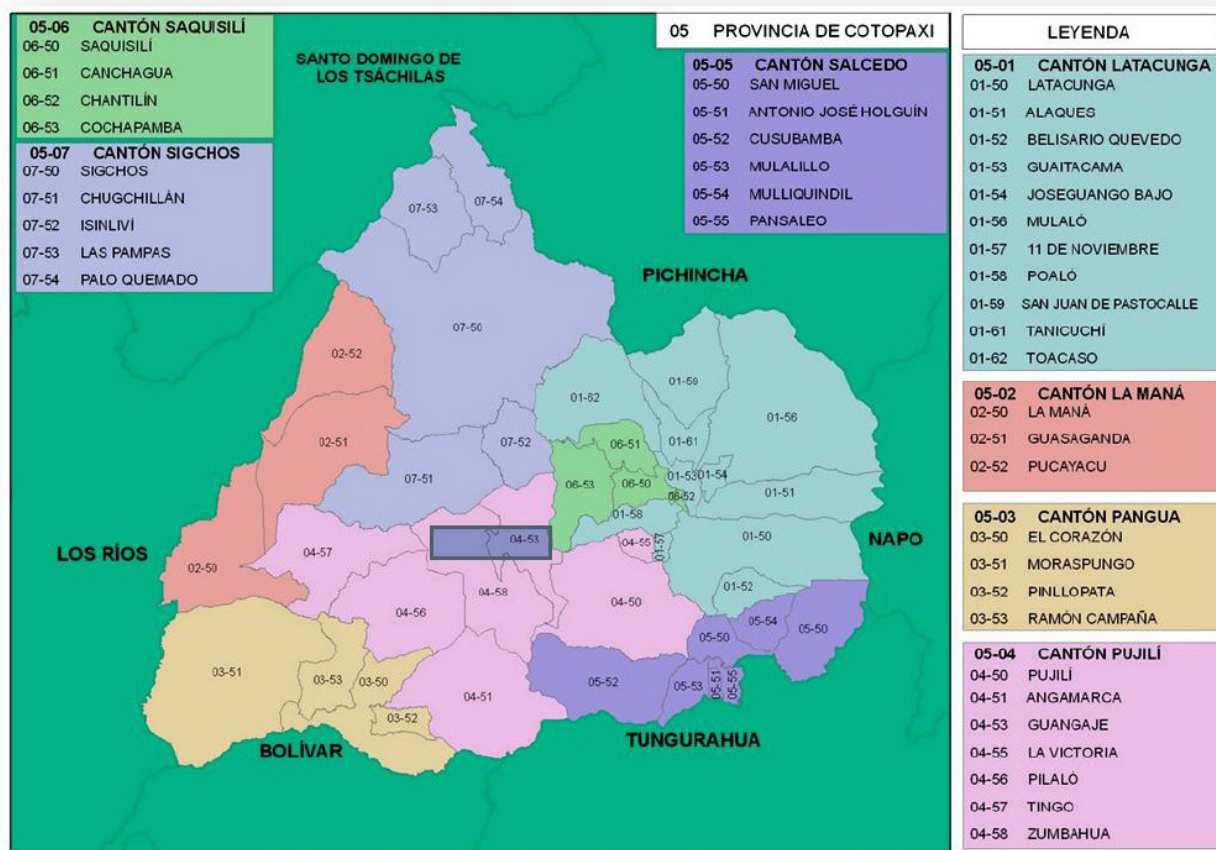
 <b>Prioridades de investigación en salud 2013-2017</b>	
<b>5. MATERNAS</b>	Hemorragia Sepsis Trastornos hipertensivos Obstrucción labor Aborto
<b>6. CARDIOVASCULARES Y CIRCULATORIAS</b>	Enfermedad cardíaca reumática Enfermedad cardíaca isquémica Enfermedad cerebrovascular Enfermedad cardíaca hipertensiva Miocardiopatías Fibrilación auricular Aneurisma aórtico Enfermedad vascular periférica Endocarditis
<b>7. NEONATALES</b>	Complicaciones de parto pretérmino Encefalopatía neonatal Sepsis Asfixia Trauma al nacimiento
<b>8. TROPICALES Y PARASITOSIS DESATENDIDAS</b>	Transmitidas por vectores (Malaria, Chagas, Leishmaniasis, Dengue, Fiebre amarilla, incluye Rabia) Transmitidas por agua Parasitarias desatendidas (Cisticercosis, Equinocosis, Oncercosis, Trematodiasis)
<b>9. LESIONES DE TRANSPORTE</b>	Accidentes de tránsito
<b>10. LESIONES AUTOINFLIGIDAS Y VIOLENCIA INTERPERSONAL</b>	Lesiones auto-infligidas Violencia con arma de fuego Violencia sexual Violencia

5

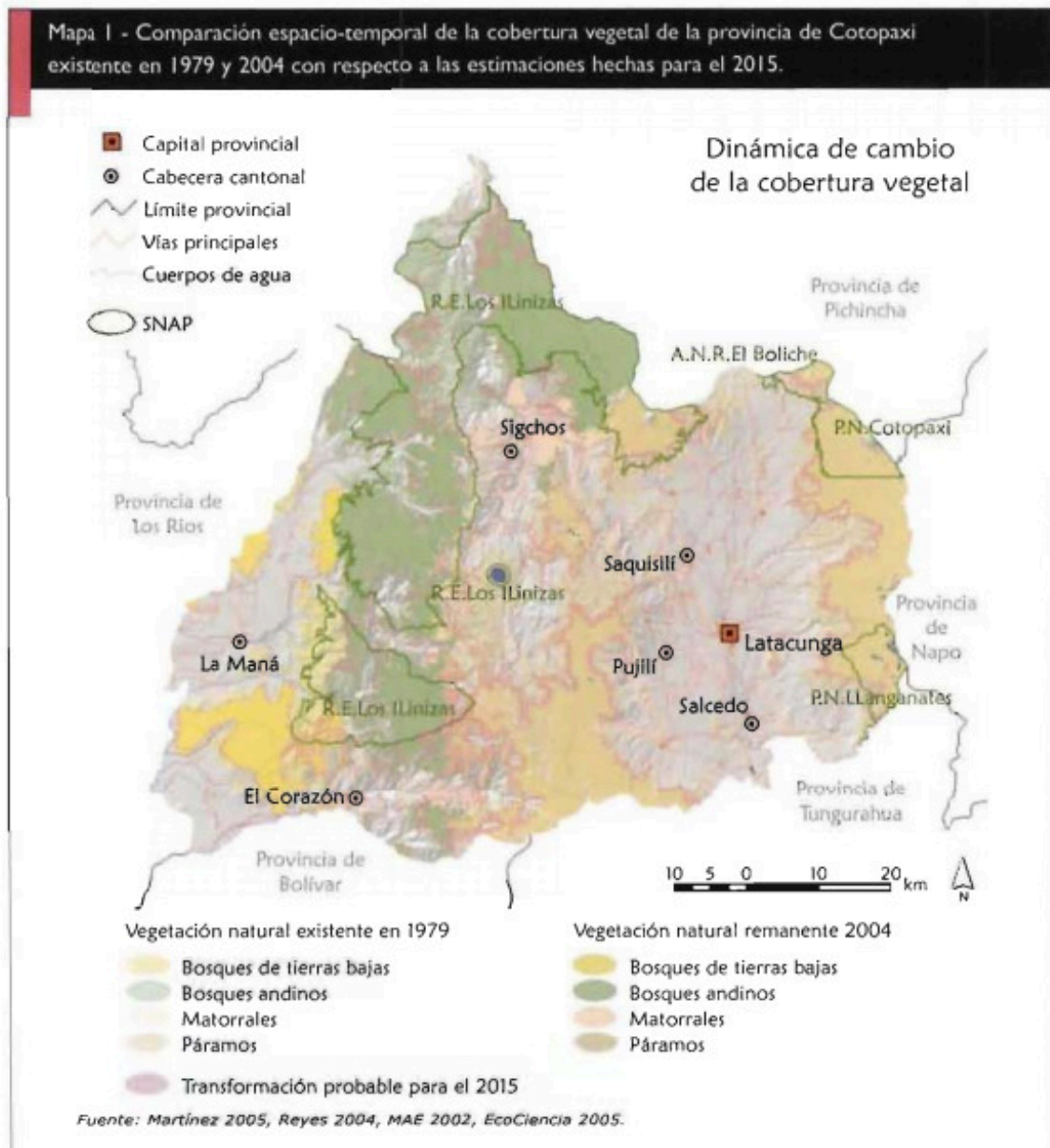
**Figura 17. Prioridades en Investigación de Salud 2013 – 2017 del Ministerio de Salud Pública del Ecuador.** En este cuadro se observa como prioridad urgente (color rojo) a las Trematodiasis como la Fasciolosis (MSP, 2015)

Área	Línea	Sublíneas
Enfermedades tropicales y desatendidas	Transmitidas por vectores (Malaria, Chagas, Leishmaniasis, Dengue, Fiebre amarilla, incluye Rabia)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Perfil epidemiológico</li> <li>Perfil etiológico</li> <li>Nuevas tecnologías</li> <li>Eficacia vacunal</li> <li>Intervenciones en el ciclo biológico de la enfermedad</li> <li>Patrones de resistencia</li> <li>Impacto psicosocial</li> <li>Complicaciones y secuelas</li> </ul>
	Transmitidas por agua (Infecciones parasitarias intestinales)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Perfil Epidemiológico</li> <li>Perfil etiológico</li> <li>Conocimientos, actitudes y prácticas del personal de salud, paciente y sociedad.</li> <li>Nuevas tecnologías</li> <li>Acceso a agua segura y servicios básicos</li> <li>Enfoque ecosistémico</li> <li>Higiene individual y salud ocupacional</li> <li>Evaluación, control y monitoreo de normas de manejo de desechos</li> </ul>
	Parasitarias desatendidas (Cisticercosis, Equinocosis, Oncercosis, <b>Trematodiasis</b> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>Perfil epidemiológico</li> <li>Perfil etiológico</li> <li>Conocimientos, actitudes y prácticas del personal de salud.</li> <li>Nuevas tecnologías</li> <li>Intervenciones en el ciclo biológico de la enfermedad</li> <li>Impacto psicosocial</li> <li>Complicaciones y secuelas</li> </ul>

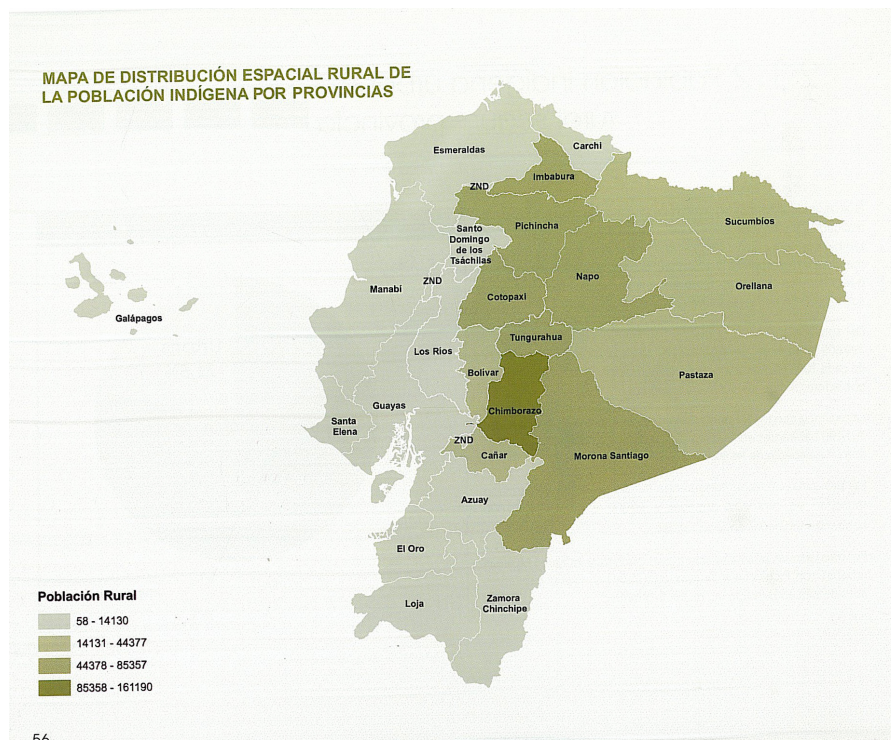
**Figura 18. Prioridades en Investigación de Salud 2013 – 2017 del Ministerio de Salud Pública del Ecuador.** En este cuadro se observa como prioridad urgente (color rojo) a las Trematodiasis como la Fasciolosis y los aspectos en los que se debe basar la investigación (MSP, 2015).



**Figura 19. Mapa de la Provincia de Cotopaxi.** El mapa muestra la división política de la provincia de Cotopaxi en y sus diferentes cantones y parroquias (Agendas para la Transformación Productiva Territorial: Provincia de Cotopaxi, 2011).

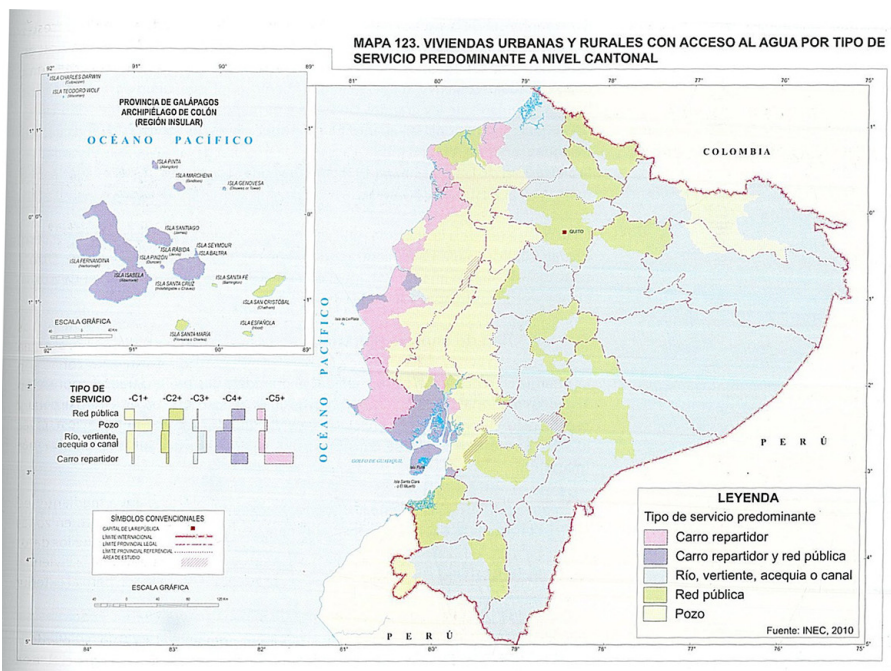


**Figura 20. Mapa de la comparación espacio-temporal de la cobertura vegetal en la provincia de Cotopaxi.** En la provincia de Cotopaxi las zonas de cobertura vegetal transformadas en cultivos y pastos superan el 50% del área total de la provincia, especialmente en los cantones Sigchos, Saquisillí, Pujillí, Salcedo y Latacunga (Martínez, 2006).

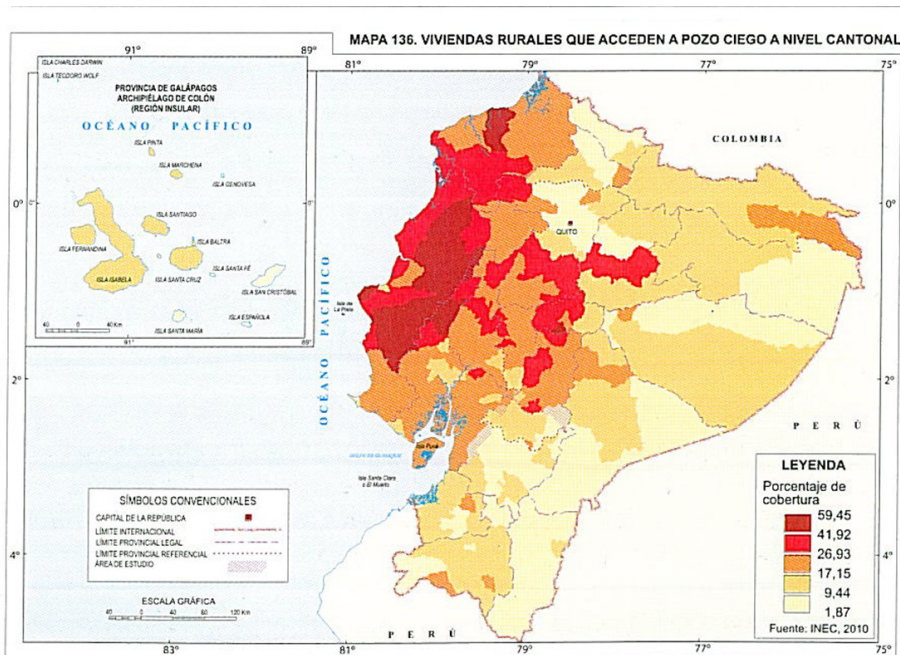


56

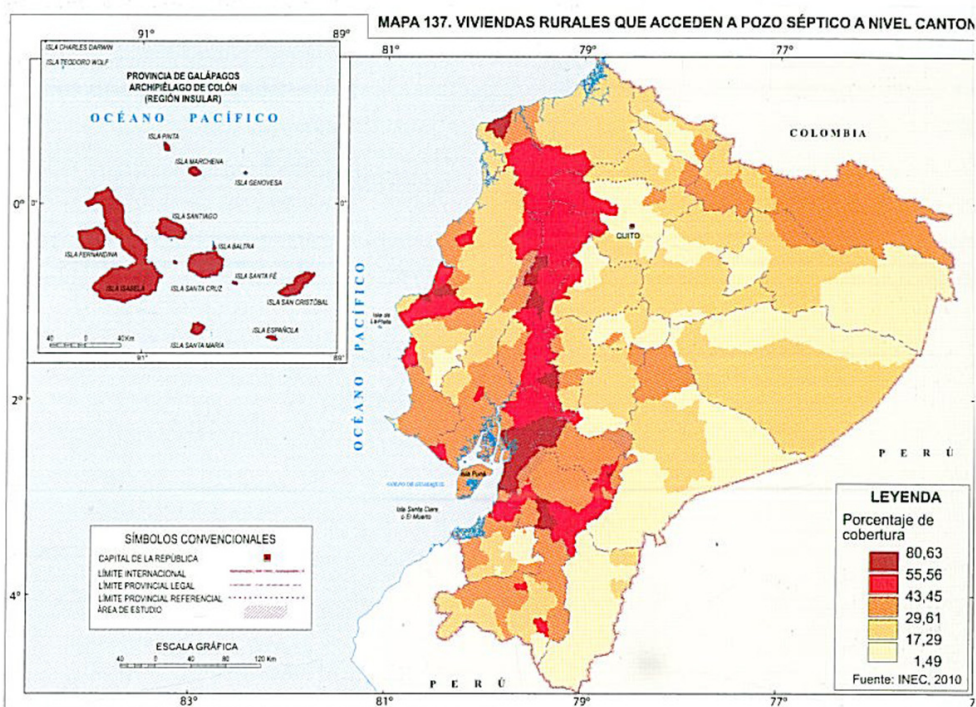
**Figura 21. Mapa de la distribución de la población indígena en la zona rural del Ecuador.** La provincia de Cotopaxi se encuentra en segundo lugar con respecto al número de habitantes indígenas que viven en la zona rural. (Libro las cifras del pueblo indígena Una mirada desde el censo de población y vivienda, 2010).



**Figura 22. Tipo de acceso al agua en las viviendas urbanas y rurales del Ecuador.** En la provincia de Cotopaxi el acceso al agua se da predominantemente por ríos, vertientes, acequias o canal (Atlas Geográfico de la República del Ecuador, 2013).

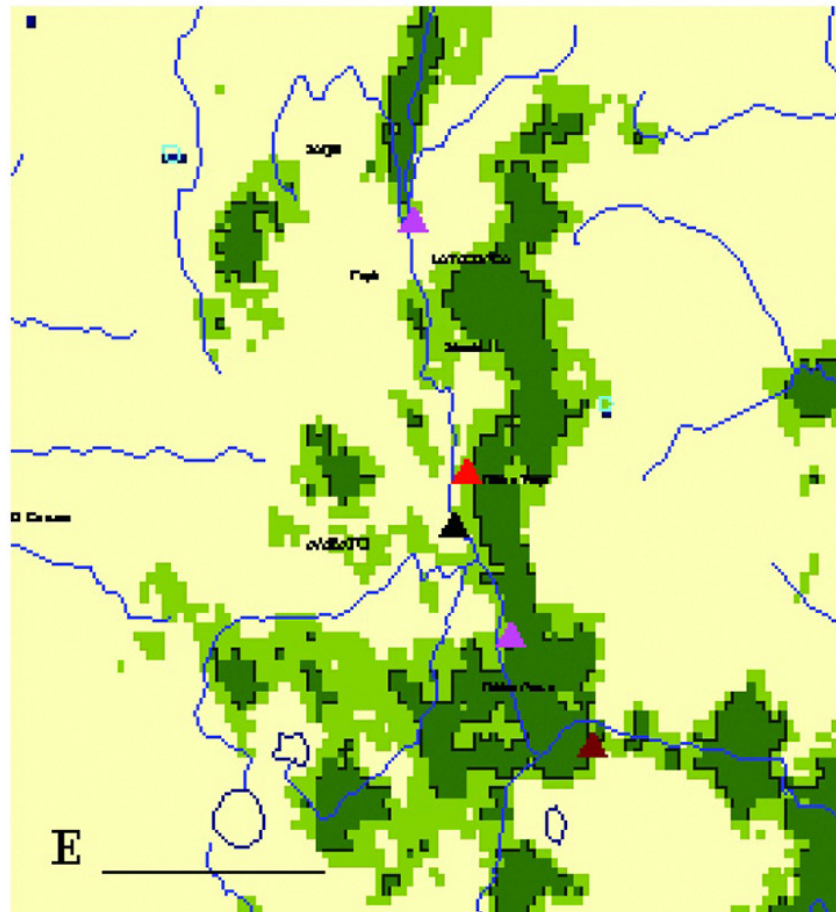


**Figura 23. Viviendas rurales del Ecuador que acceden a pozo ciego como tipo de desecho de residuos sólidos y líquidos.** En la provincia de Cotopaxi del 27% al 43% de la población elimina sus residuos por medio de un pozo ciego (Atlas Geográfico de la República del Ecuador, 2013).



**Figura 24. Viviendas rurales del Ecuador que acceden a pozo séptico como sistema de eliminación de desechos líquidos y sólidos.** En la provincia de Cotopaxi el 17% de la población elimina sus residuos a través de un pozo séptico (Atlas Geográfico de la República del Ecuador, 2013).





**Figura 27. Mapa de riesgo de fasciolosis en la provincia de Cotopaxi.** Azul: agua; amarillo: ningún riesgo; verde claro: riesgo bajo o moderado; verde oscuro: de alto riesgo. Valores de prevalencia de fasciolosis de encuestas epidemiológicas: ▲ amarillo, sin fasciolosis; ▲ lila, baja prevalencia (<10%); ▲ rojo, moderada prevalencia (10-20%); ▲ rojo oscuro, alta prevalencia (> 20%). Los valores de los índices climáticos: ● amarillo, hay riesgo de fasciolosis; ● lila, bajo riesgo de fasciolosis; ● rojo, moderado riesgo de fasciolosis; ● rojo oscuro, alto riesgo de fasciolosis. Barra de escala = 25 km (Fuentes *et al.*, 2005).