

CARACTERIZACIÓN TAXONÓMICA Y PARASITOLÓGICA DE CARACOLES
LIMNEIDOS ASOCIADOS A CAMPOS DE PASTOREO EN EL MUNICIPIO DE
TOTORÓ DEPARTAMENTO DEL CAUCA



KAROL VIVIANA MONTILLA LÓPEZ

UNIVERSIDAD DEL CAUCA

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN

DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA

POPAYÁN

2017

CARACTERIZACIÓN TAXONÓMICA Y PARASITOLÓGICA DE
CARACOLES LIMNEIDOS ASOCIADOS A CAMPOS DE PASTOREO EN EL
MUNICIPIO DE TOTORÓ DEPARTAMENTO DEL CAUCA

KAROL VIVIANA MONTILLA LÓPEZ

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Bióloga

Director:

Mg. Luis Reinel Vásquez A.

UNIVERSIDAD DEL CAUCA

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN

DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA

POPAYÁN

2017

Nota de aceptación

Director _____

M.Sc. Luis Reinel Vasquez,

Jurado _____

M.Sc. Ninfa Andrea Fernández

Jurado _____

M.Sc. Diego Vergara Collazos

AGRADECIMIENTOS

♪... Gracias a la vida, que me ha dado tanto, TANTO...♪

TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN.....	11
2	JUSTIFICACIÓN.....	13
3	MARCO TEÓRICO	15
3.1	PHYLLUM MOLLUSCA	15
3.1.1	CLASE GASTEROPODA.....	16
3.1.2	FAMILIA LYMNAEIDAE	20
3.2	CLASE TREMATODA.....	22
3.2.1	Fasciola hepatica.....	23
4	ANTECEDENTES.....	27
5	OBJETIVOS.....	30
5.1	OBJETIVO GENERAL	30
5.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	30
6	METODOLOGÍA.....	31
6.1	DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	31
6.2	VEREDA EL COFRE	32
6.3	MÉTODOS DE CAMPO	33
6.3.1	COLECTA Y TRANSPORTE DE CARACOLES.....	33
6.3.2	DETERMINACION DE PARÁMETROS FÍSICOS DEL AGUA	36
6.4	MÉTODOS DE LABORATORIO	36
6.4.1	ESTIMACIÓN DE ABUNDANCIA DE CARACOLES.....	36
6.4.2	TÉCNICAS DE RELAJACIÓN Y FIJACIÓN DE MOLUSCOS.....	36
6.4.3	MORFOLOGÍA DE CONCHAS	37
6.4.4	IDENTIFICACIÓN DE ESPECÍMENES.....	38
6.4.5	DETERMINACIÓN DE INFESTACIÓN POR <i>Fasciola hepatica</i>	38
6.5	ANÁLISIS DE DATOS.....	38
6.5.1	ABUNDANCIA	38
6.5.2	MORFOLOGÍA DE CONCHAS	39
6.5.3	PARÁMETROS FÍSICOS DE AGUA	39
7	RESULTADOS	40
7.1	ABUNDANCIA POBLACIONAL	40

7.2	CARACTERIZACIÓN TAXONÓMICA DE LA MALACOFAUNA COLECTADA	40
7.2.1	CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS IDENTIFICADAS EN <i>Lymnaea Columella</i>	41
7.2.2	DETERMINACIÓN DE INFESTACIÓN POR <i>F. hepatica</i>	45
7.3	PARÁMETROS FÍSICOS DE AGUA.....	45
8	DISCUSIÓN.....	48
9	CONCLUSIONES	53
10	RECOMENDACIONES.....	54
11	BIBLIOGRAFÍA.....	55
12	ANEXOS.....	61

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Partes de una Concha espirada y Dextral (Girada a la derecha) de un Gasterópodo. Fuente: Modificado de Malek, 1985.. ¡Error! Marcador no definido.	
Figura 2 Disección de Caracol del género <i>Lymnaea</i> evidenciando sus partes y órganos internos. Fuente: Modificado de Malek, 1985.....	18
Figura 3 Adulto de <i>Fasciola hepatica</i> visto al microscopio óptico Fuente: López Paez <i>et al.</i> , 2012	24
Figura 4 Huevo de <i>Fasciola hepatica</i> visto al microscopio óptico Fuente: López Paez <i>et al.</i> , 2012	24
Figura 5 Ciclo de Vida de <i>F. hepatica</i> Fuente: López Paez <i>et al.</i> , 2012	26
Figura 6 Mapa de zona de muestreo, Finca Potrero del Río, Vereda El Cofre, Municipio Totoró, Cauca Fuente: IGAC.....	34
Figura 7 Punto de Muestreo 1	35
Figura 10 Punto de Muestreo 2	35
Figura 8 Punto de Muestreo 3	35
Figura 11 Punto de Muestreo 4	35
Figura 9 Punto de Muestreo 5	36
Figura 13 Vista Dorsal de la concha de <i>L. columella</i> en las 3 Categorías establecidas	42
Figura 14 Vista Ventral de las conchas de <i>L. columella</i> en las 3 Categorías establecidas	42
Figura 15 Vista dorsal de concha ovalada, color café amarillento, transparente, típica de <i>L. columella</i>	43
Figura 16 Vista ventral de concha con apertura dextral- elongada/ovalada, típica de <i>L. columella</i>	43
Figura 17 Pie ovalado, alargado y con márgenes achatadas de <i>L. columella</i>	44
Figura 18 Tentáculos triangulares y concha sin ápice en <i>L. columella</i>	44
Figura 19 Complejo peneal de <i>L. columella</i>	45
Figura 20 Complejo Peneal de <i>L. columella</i> Fuente: Fernández, 2012	45

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Principales Cuencas hidrográficas del Municipio de Totoró. Fuente: POT	
Municipio de Totoró	31
Tabla 2 Georreferenciación de los Puntos de Muestreo	35
Tabla 3 Abundancia poblacional de caracoles por punto de muestreo	40

LISTADO DE ANEXOS

Anexo 1 Parámetros Físicos de los diferentes puntos de Muestreo	61
Anexo 2 Análisis estadístico para los 6 puntos de muestreo de los Parámetros medidos.....	62
Anexo 3 Prueba de Normalidad Shapiro Wilk para parámetros físicos del agua	¡Error! Marcador no definido.
Anexo 4 Prueba de Homogeneidad de Varianzas: Estadístico de Levene....	¡Error! Marcador no definido.
Anexo 5 Prueba de contraste de medias en cada punto de muestreo: Kruskal-Wallis.....	¡Error! Marcador no definido.
Anexo 7 Medidas malacológicas básicas de la concha de caracoles.....	¡Error! Marcador no definido.
Anexo 8 Categorización de las Conchas de Caracoles de acuerdo a la longitud	
Total (N=60)	67

LISTADO DE GRÁFICOS

Gráfica 1 Climagrama municipio de Totoró, Cauca, año 2016.	32
--	----

1 INTRODUCCIÓN

Los moluscos, son uno de los grupos con mayor diversidad dentro de los invertebrados (más de 134.000 especies), se cree que los primeros moluscos fueron animales marinos pequeños (menos de un centímetro de longitud) que vivieron hace unos 600 millones de años, durante el periodo precámbrico (Monge-Nájera, 2003). Se compone de 7 clases: Aplacophora, Monoplacophora, Polyplacophora, Bivalvia, Scaphopoda, Cephalopoda y Gasteropoda.

Los Gasterópodos son la más extensa de las 7 clases de moluscos, se han descrito más de 40 000 especies, estos individuos, han sufrido una torsión en su masa visceral, que les permite retraer su cabeza dentro de la concha. En esta clase se incluyen tres órdenes: Stylommatophora, Systellommatophora y Basommatophora dónde encontramos caracoles de agua dulce, individuos que por lo general viven en ambientes con alto contenido de sales, lo que los hace buenos indicadores de alcalinidad y dureza de aguas, también tienen efectos ecológicos favorables para el ser humano, sirven de alimento a muchos peces y son indicadores de contaminación, debido a que sus tejidos reaccionan de manera notable ante contaminantes químicos y radiactivos (que concentran en sus cuerpos) y ante la contaminación por calor (Godan 1983 en Monge-Nájera, 2003)

Algunas especies de caracoles pertenecientes a esta clase, tienen gran importancia en salud pública debido a que están asociadas a distintos parásitos, a quienes les sirven como hospederos intermediarios en su ciclo de vida, entre ellos se encuentran: *Schistosoma*, *Fasciola*, *Fasciolopsis*, *Clonorchis*, *Opistorchis*, *Echinostoma*, *Paragonimus*. Estos parásitos se adhieren a pulmones y vías biliares de ganado ovino, bovino, caprino y del ser humano, mediante ventosas, afectando así su salud y en ocasiones causando hasta la muerte de los

hospederos (Malek y Cheng, 1974); Estos hospederos son caracoles principalmente de la familia Lymnaeidae (Mas-Coma *et al.*, 1999)

Fasciola hepatica, causa una parasitosis de importancia ganadera a escala mundial, y que puede transmitirse al hombre, por lo que es considerada la zoonosis ocasionada por helmintos de mayor prevalencia en el mundo (Haridy *et al.*, 2002), Este trematodo se aloja en el conducto hepático y vías biliares de humanos y rumiantes. La infección humana constituye un serio problema de salud pública, afectando cerca de 2.4 millones de personas a nivel mundial (Dietrich *et al.*, 2015); en humanos causa principalmente fiebre, dolor hipocondrial derecho, diarrea persistente y vómito, en el ganado causa disminución en la producción en calidad y en cantidad de leche y carne, disminución del índice de fecundidad, menor aprovechamiento del alimento y afectaciones hepáticas, lo que produce decomiso de hígados, implicando importantes pérdidas económicas (Marcos *et al.*, 2007).

La fasciolosis animal endémica coexiste en los campos de pastoreo desde el nivel del mar hasta los 4000 a 4500 msnm (Carrada-Bravo, 2007). En latinoamérica se tiene reportes de investigaciones en Cuba, Chile, Bolivia, Colombia y Perú, donde se evidencia la prevalencia de casos de fasciolosis humana; en Colombia, el primer caso fue reportado en 1973 (Escobar & Amézquita 1973) y posteriormente, en 2015 se evidencia la prevalencia de infestación en el 4,9% de la población analizada (Wilches *et al.* 2015)

La infección de rumiantes domésticos con *Fasciola hepatica* y *Fasciola gigantica* causa pérdidas económicas estimadas en más de US\$ 2000 millones por año en el sector agrícola mundial con más de 600 millones de animales infectados, mientras que las pérdidas en Colombia son de 12 483 millones de pesos por año (Becerra Roza, 2001)

En esta investigación se reporta la presencia de la especie *L. columella* en el municipio de Totoró Cauca, hasta una altitud de 3114msnm, con una prevalencia de 0% en la infección por parásitos, pero con unas condiciones ambientales y biológicas que facilitan la reproducción del parásito y sus hospederos.

2 JUSTIFICACIÓN

Los moluscos, además de estar relacionados a parásitos, como sus vectores, pueden ser invasores de ecosistemas terrestres y dulceacuícolas, así como de cultivos de papa, café, fresa, hortalizas, entre otros (Hausdorf, 2002), las comunidades indígenas del país les han dado usos medicinales (antiinflamatorios, cicatrizantes, sedantes), alimenticios, estéticos, rituales y como herramientas de defensa (Castellanos, 1962 en Linares & Vera, 2012). También son considerados buenos indicadores de dureza y calidad de aguas y ecosistemas.

Estos moluscos de agua dulce producen una amplia gama de parasitosis, que causan pérdidas considerables en el sector agropecuario, así como afectaciones en la salud humana y se presentan con mayor frecuencia en el trópico, algunas de estas enfermedades son: Schistosomiosis, Paragonimosis, Echinostomosis, Paranfistomosis, (Becerra Rozo, 2001; Linares & Vera, 2012). Estas enfermedades están directamente asociadas a prácticas inadecuadas de recolección, tratamiento y disposición de aguas residuales, que causan un aumento de la contaminación ambiental y sanitaria. El año 2004 circularon diariamente en Colombia 8.420 toneladas de materia orgánica, de las cuales el 84% provenían de actividades agropecuarias, que eran vertidas en las grandes cuencas interandinas, produciendo eutrofización del agua dulce, limitando así las fuentes abastecedoras y la disponibilidad para la población de este recurso, condiciones que favorecen el desarrollo de las enfermedades producidas por moluscos (Londoño Pérez & Parra Martínez, 2007)

La Fasciolosis es considerada por la OMS como enfermedad emergente debido al incremento en los porcentajes de infestación a lo largo del tiempo. En 2014 al

menos 2,4 millones de personas estaban infectadas en 70 países del mundo, y de ellos varios millones de individuos estaban en riesgo de muerte.

En Latinoamérica la prevalencia de casos de Fasciolosis humana se registra en Cuba, Chile, Bolivia, Colombia y Perú. En Colombia, el primer caso fue reportado por Escobar & Amézquita, 1973 y posteriormente Wilches, Jaramillo, & Vélez, 2009 evidencia la prevalencia de infestación en el 4,9% de la población analizada datos que actualmente llegan al 44%.

La mayor prevalencia de Fasciolosis bovina en Colombia se presenta en las zonas ganaderas de climas fríos donde es endémica y afecta al 25% del ganado lechero (Estrada *et al.*, 2006). La temperatura necesaria para que *F. hepatica* pueda desarrollarse en el caracol es superior a 10 °C, ~~por lo cual,~~ y el municipio de Totoró reúne las condiciones ecológicas para favorecer el establecimiento tanto del hospedero como del parásito.

Según datos de la Central de Sacrificio del Municipio de Popayán, entre 2015-2016 la prevalencia de *F. hepatica* en el Departamento del Cauca fue del 3,15% en su mayoría en ganado proveniente de zonas altas, dedicadas a la ganadería y producción lechera. Los municipios de Puracé, Totoró, San Sebastián, Sotará, Popayán, Timbío y el Tambo, aportan la mayor cantidad de ganado infectado con esta parasitosis.

El municipio de Totoró aportó el 10% del ganado infectado, lo que representa pérdidas económicas por valor de \$1'333.200 en la central de sacrificio y \$2'727.000 para el consumidor final. Aunque la problemática está identificada, existe escasa información de base para adoptar medidas eficaces para solucionarla, es por esto que se hace pertinente realizar investigaciones desde diferentes ciencias como la Biología, Ecología, Taxonomía, Veterinaria, Parasitología entre otras, encaminadas a conocer las especies de moluscos y parásitos presentes en el departamento, las relaciones ecológicas de parásitos y sus hospederos, preferencia y caracterización de hábitat y demás información que

pueda aportar a la formulación de estrategias eficaces para el control de las parasitosis y de los moluscos.

3 MARCO TEÓRICO

3.1 PHYLLUM MOLLUSCA

Los individuos pertenecientes a este phylum se caracterizan por ser animales: celomados, no segmentados, con simetría bilateral (en ocasiones asimétricos), cuyo celoma está reducido a pequeños espacios alrededor de los nefridios, el corazón y parte del intestino. La cavidad principal es un hemocele (sistema circulatorio abierto) y los órganos internos se concentran para formar una “masa visceral”, el cuerpo está cubierto por una extensión epidérmica y cuticular: el Manto, que deja una cavidad (paleal) entre él y el resto del cuerpo donde se alojan los ctenidios, osfradios, nefridioporos, gonoporos y el ano; el corazón se encuentra en una cavidad pericárdica y está formado por ventrículos y aurículas. Presentan un gran pie muscular y bien desarrollado que suele estar aplanado en forma de suela reptante, poseen rádula en la región bucal, tubo digestivo complejo dividido en regiones especializadas, metanefridios grandes y complejos y desarrollo embrionario con larva trocófora y velígera. (Rupert y Barnes, 1996; Brusca y Brusca, 2005)

Aunque la clasificación taxonómica de este phylum es muy compleja y cambiante, actualmente se compone de 7 clases: Aplacophora (bentónicos, vermiformes, marinos, carecen de concha), Monoplacophora (pie en forma de disco, concha univalva, ocho pares de músculos retractores), Polyplacophora (aplanados, alargados, pie ventral amplio y ocho placas dorsales que forman la concha), Bivalvia (comprimidos lateralmente, concha con dos valvas articuladas y unidas), Scaphopoda (concha tubular abierta en ambos extremos, cabeza reducida, sin ojos), Cephalopoda (concha alargada, con cámaras, reducida o ausente, cavidad

corporal grande), Gasteropoda: (asimétricos, concha univalva en la cual puede retraerse el cuerpo) (Brusca y Brusca, 2005)

3.1.1 CLASE GASTEROPODA

Es el grupo de moluscos más numeroso, se divide en 409 familias aproximadamente y actualmente se conocen unas 40.000 especies; dioicas y monoicas; marinas, dulceacuícolas y terrestres. Es también el más variado en cuanto a la forma de las conchas: en espiral, convexa, cónica, globosa, plana y turriculada, el tamaño de los individuos oscila entre varios milímetros y un metro; la mayoría entre 1 y 8 cm. Sus individuos presentan, la típica división del cuerpo en cabeza, pie, masa visceral y manto. Esta clase está formada por 3 subclases: Prosobranchia (Marinos, de agua dulce y terrestres, tienen branquias internas y sexos separados), Opisthobranchia (exclusivamente marinos, se caracterizan por la ausencia de una concha externamente visible y branquias expuestas y son hermafroditas), Pulmonata (terrestres y de agua dulce, respiran mediante pulmones y son hermafroditas (Malek y Cheng, 1974; Rupert y Barnes, 1996; Brusca y Brusca, 2005). Los gasterópodos terrestres y acuáticos son hospedadores intermedios de trematodos y su carácter gregario facilita la infestación exitosa. (Martínez, 2011). Estos individuos se pueden adaptar fácilmente a cualquier tipo de hábitat, desde grava, piedras y arenas, hasta fango y diversas plantas, además de esto se determina que su presencia está determinada por las transformaciones que se den en la calidad de agua (Arce *et al.*, 2006).

Desde el punto de vista ecológico, los hábitats de estos caracoles pueden dividirse en dos grandes clases: Focos primarios y Áreas de diseminación. Los focos primarios son parajes permanentemente húmedos (ríos de poco curso, lagos, lagunas, canales y campos húmedos de suelo arcilloso) ahí los caracoles se reproducen constantemente y la población de caracoles se mantiene uniforme,

Las áreas de diseminación de los focos originales contienen grandes concentraciones de moluscos, llevados con las crecidas, o por la reactivación de los que han quedado estivando durante los períodos de sequía y constituyen las áreas donde ocurren los brotes más graves de fasciolosis. (Carrada-bravo, 2002). Malek y Cheng en 1974 y Malek en 1985 describen Morfológicamente los Gasterópodos así:

3.1.1.1 LA CONCHA

Está compuesta por Conchiolina y Carbonato de Calcio, tiene 3 capas: Periostraco, la capa externa que protege a la concha de la erosión producida por el agua, La capa media, compuesta de carbonato cálcico, secretada por el borde glandular del manto, además es responsable del aumento del tamaño de la concha en la medida que el caracol crece. La capa más interna corresponde a La capa nacarada, asociada más cerca al manto y secretada por la superficie del mismo y que en la medida que el caracol crece, esta aumenta su grosor (figura 1). (Malek, 1985)

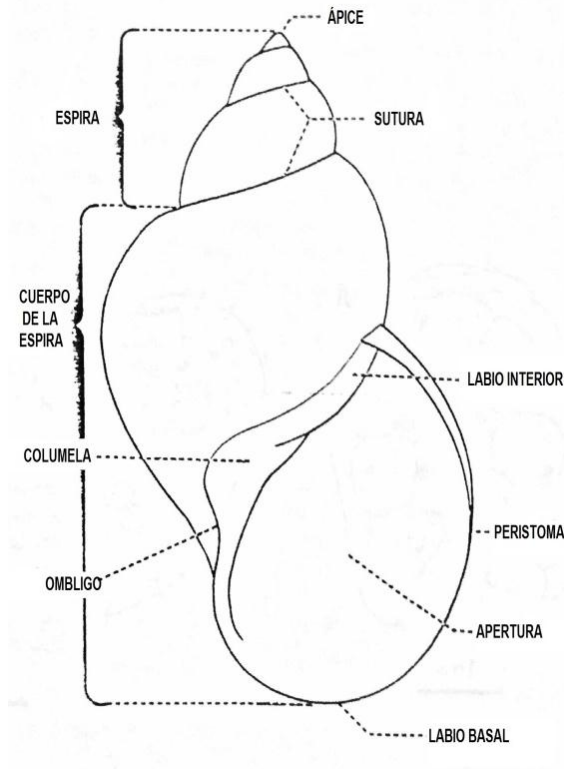


Figura 1 Partes de una Concha espirada y Dextral (Girada a la derecha) de un Gasterópodo. **Fuente:** Modificado de Malek, 1985

3.1.1.2 CUERPO

Consta de cabeza, pie, manto (región paleal) y la masa visceral; la cabeza y el pie se unen para formar la región cabeza-pie que alberga los tentáculos y los ojos. La cabeza, consta de boca, tentáculos y ojos; dentro de la boca se encuentra la rádula (órgano raspador, perforador, rasgador y cortador) y un odontóforo donde se localizan hileras de dientes quitinosos. El manto es el tegumento que se extiende en ambos lados del cuerpo y protege la masa visceral, se ubica en la cavidad paleal, donde también se alojan los órganos respiratorios. La masa visceral alberga el sistema digestivo, excretor y demás órganos (figura 2) (Malek, 1985).

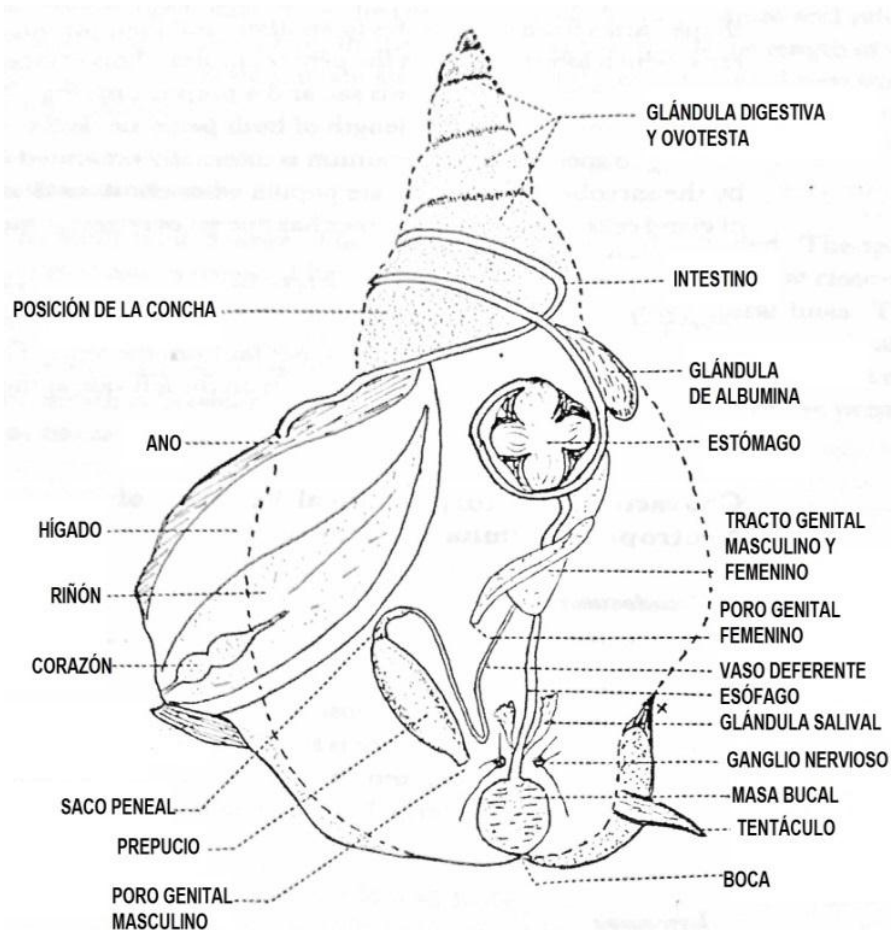


Figura 2 Disección de caracol del género *Lymnaea* evidenciando sus partes y órganos internos. **Fuente:** Modificado de Malek, 1985

3.1.1.3 SISTEMA DIGESTIVO

Se abre antes de la cavidad bucal, que a través del esófago se conecta al estómago y este a su vez se conecta al intestino que se comunica al exterior a través del ano. Las glándulas asociadas a este sistema son: glándulas salivales, glándulas del esófago y glándula digestiva (encargada de secreción de enzimas, absorción, fagocitosis, excreción y absorción, y almacenamiento de nutrientes) (Malek, 1985)

3.1.1.4 SISTEMA NERVIOSO

Consta de dos ganglios cerebrales, dos ganglios pedales, un ganglio visceral y uno o dos pares de ganglios adicionales, todos unidos por comisuras, las fibras nerviosas inervan todos los órganos y emanan de los ganglios y las comisuras. (Malek, 1985)

3.1.1.5 SISTEMA RESPIRATORIO

Respiran por medio de branquias o pulmones; Las branquias son filamentosas o con forma de penacho y en algunas especies son ramificadas o aparecen como lóbulos de tegumento, se alojan en la cavidad del manto y rara vez se proyectan hacia atrás o a los costados. Los pulmones se abren hacia afuera a través del poro respiratorio o neumostoma. (Malek, 1985)

3.1.1.6 SISTEMA REPRODUCTOR

Es un carácter diagnóstico en la identificación de especies de caracoles de agua dulce, son hermafroditas, el poro genital masculino se abre en la parte posterior del tentáculo derecho y el femenino debajo de collar del manto. El conducto hermafrodita se divide en la región de la glándula de albumina en Tubo hembra (consta de Oviducto, utero, vagina y glándulas que se abren hacia el poro Genital femenino) y tubo macho (consta de próstata, conducto masculino, cordón espermático, pene y prepucio que se abre hacia el poro genital masculino). (Malek, 1985)

3.1.2 FAMILIA LYMNAEIDAE

Su desarrollo se realiza principalmente en zonas bajas, pantanos, aguas con poco movimiento o sin movimiento, márgenes de quebradas o riachuelos pequeños, los suelos generalmente tienen altos porcentajes de humedad y tienen preferencia por suelos arcillosos. Es importante también la presencia de altos niveles de calcio, para la formación de su concha, así como Oxígeno y temperatura superior a 10°C (necesaria para la reproducción de Caracoles y de *F. hepatica*). Son herbívoros, detritívoros y en raras ocasiones carnívoros, en su dieta se incluye la vegetación

asociada a los cuerpos de agua que habitan, algas, microalgas, larvas de insectos y en ocasiones hasta caracoles y peces (Linares y Vera, 2012).

Artigas *et al.* en 2011 reportan que las especies de la familia *Lymnaeidae* tienen una alta afinidad para hospedar parásitos, lo que implica que la distribución geográfica de estas especies, se solapa casi en un 100% con la distribución de la enfermedad causada por el parásito *F. hepatica*.

En Colombia, la familia *Lymnaeidae* está representada por cinco especies (Linares y Vera, 2012)

3.1.2.1 *Lymnaea columella*

Sinónimo de *Pseudosuccinea columella*, A nivel mundial se distribuye en Europa, Sudáfrica, Australia, Nueva Zelanda, Estados Unidos, México, Guatemala, Costa Rica, Panamá, Jamaica, Puerto Rico, Colombia, Venezuela, Ecuador, Brasil, Paraguay y Argentina; En Colombia se distribuye desde los 100 msnm hasta los 2700 msnm, en los departamentos de: Antioquia (Rio Negro), Cauca (Villa Rica, Puracé, Silvia), Cundinamarca (Gachetá), Meta (Villavicencio), Nariño (Pasto, Laguna de “La cocha”, Tumaco), Putumayo (Puerto Asís), Valle del Cauca (Bugalagrande, Darien, Palmira, Vijes) (Malek y Cogswell, 1980; Ramirez et al., 2003; Longo Sanchez et al., 2005; Arboleda et al., 2006; López et al., 2008; Fernández, 2012)

3.1.2.2 *Lymnaea cousini*

A nivel mundial se distribuye en Colombia, Venezuela, Ecuador y Chile. En Colombia se distribuye entre los 200 msnm y 2600msnm, en los departamentos de Boyacá (Paipa) y Cundinamarca (Bogotá y Laguna de Suba (como *Lymnaea bogotensis*), Guatavita, Soacha, Ubaque (como *Lymnaea ubaquensis*) y Ubaté (Uribe, 1950; Paraense, 1995; Ramirez et al., 2003; Salazar et al., 2006)

3.1.2.3 *Lymnaea stagnalis*

Se distribuye en Colombia a 2600msnm en el departamento de Cundinamarca (Bogotá, Usaquen y Soacha) (Linares y Vera, 2012).

3.1.2.4 *Lymnaea truncatula*

Es sinónimo de *Galba truncatula*. A nivel mundial se distribuye en Europa, norte de Asia, Alaska y Colombia. En Colombia se encuentra a 2140mmsnm en el departamento de Antioquia (Rio Negro) (López et al., 2008)

3.1.2.5 *Lymnaea viator*

Es sinónimo de *Fossaria viatrix*, A nivel mundial se encuentra desde en Centroamérica y Suramérica. (Paraense, 1982; Ramirez et al., 2003)

La clasificación taxonómica de los individuos de esta familia se centra en las características de la concha y genitales (Malek, 1985). En ocasiones la secuenciación de ADN nuclear y mitocondrial es útil para la determinación de especies con características morfológicas muy similares, debido a la baja variabilidad intra específica presente (Mas-Coma *et al.*, 1999). Dentro de esta familia el pie es amplio, de forma ovalada o alargada y achatada en las márgenes. Los tentáculos son amplios y triangulares y los ojos generalmente son de color negro y ubicados en la base interna del tentáculo, la concha es dextral, de color amarillento claro hasta café, generalmente elongada y enrollada estrechamente alrededor de la columela. Presenta espirales convexas y suturas desde muy profundas hasta poco profundas, la apertura puede presentar forma ovalada o redonda y típicamente elongada; están estrechamente enrolladas alrededor de la columela. El labio externo presenta margen tenue y el interno se refleja en la región columelar (Figura 1).

3.2 CLASE TREMATODA

Los trematodos constituyen un grupo heterogéneo de gusanos planos que agrupa a los helmintos más abundantes en el reino Animalia, después de los nematodos. Son parásitos que en su fase juvenil y/o de adulto afectan a toda clase de vertebrados e invertebrados. Los trematodos de importancia médica se ubican en la subclase Digenea, entre ellos los géneros *Fasciola*, *Clonorchis* y *Epistorchis* (hígado), *Fasciolopsis*, *Heterophyes*, *Metagonimus* y *Echinostoma* (intestino delgado), *Paragonimus* (pulmones), *Schistosoma* (hemático) (López Paez *et al.*, 2012)

En su mayoría son hermafroditas, están aplanados dorso-ventralmente y presentan simetría bilateral, poseen dos ventosas para fijación (oral y ventral) con fibras contráctiles, no tienen cavidades corporales pues el espacio entre órganos está ocupado por tejido parenquimatoso, tienen tegumento (incluye citoplasma distal y citoplasma proximal) para protección, absorción de nutrientes y excreción de desechos, la musculatura está presente en dos zonas: gastroduodenal y subtegumentaria cuya función es el movimiento. (Esteban *et al.*, 2014)

El aparato digestivo consta de boca (rodeada por una ventosa oral), faringe muscular, esófago y tracto alimenticio (compuesto por 2 ciegos intestinales), allí se lleva a cabo de la absorción y digestión. El aparato excretor- osmorregulador (Protonefridial): Es un sistema tubular con células en flama (que se abren a un tubo terminal que termina en 2 conductos colectores, uno a cada lado del cuerpo que se vacían en una vejiga excretora, la cual desemboca en el poro excretor, habitualmente en localización terminal). (Esteban *et al.*, 2014)

El sistema nervioso se compone de pares de troncos nerviosos (longitudinal, ventral, dorsal y lateral) interconectados por comisuras y que se extienden desde 2 ganglios dorsales localizados cerca de la faringe, las ramas nerviosas menores motoras y sensoriales derivadas de estas estructuras innervan a los diferentes órganos y tegumento. (Esteban *et al.*, 2014)

El aparato reproductor (con excepción de Schistosoma), es hermafrodita y se puede presentar tanto autofecundación como fertilización cruzada; El aparato reproductor masculino se compone de dos testículos, dos espermiductos que se unen en un canal deferente que termina en el órgano copulador (Cirro), con frecuencia retraído en la bolsa del cirro. En esta misma bolsa se encuentran la vesícula seminal y la glándula prostática. En la cópula, el cirro protruye a través del poro genital, situado ventralmente, El sistema reproductor femenino está constituido por un ovario, un oviducto corto que se une a la vesícula seminal donde ocurre la fertilización, cerca del ootipo, una pequeña cámara rodeada por dos grupos de glándulas de mehlis y en la que confluyen el oviducto y las glándulas vitelinas, dispuestas en los campos laterales. Debajo del ootipo se encuentra el útero que se prolonga hasta un poro genital, cercano al masculino, dentro del atrio genital. Los oocitos que abandonan el ovario completan la meiosis después de la penetración del esperma, asociándose a las células vitelinas y con la contribución de las glándulas de Mehlis. Los huevos formados presentan habitualmente un opérculo, a través del cual sale la larva (miracidio). (Esteban *et al.*, 2014)

3.2.1 Fasciola hepatica

3.2.1.1 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

Es una especie de platelminto trematodo (duela) de la subclase Digenea, caracterizado por su forma lanceolada, con dos ventosas, una bucal y otra ventral, y un ciclo biológico con dos generaciones en dos hospedadores, un molusco gasterópodo anfibio y un mamífero. Los estadios más representativos del parásito son:

3.2.1.1.1 ADULTOS

Son aplanados en forma de hoja, de color café claro. En el extremo anterior presentan una proyección cónica bien visible y el extremo posterior es redondeado. Miden entre 2.5 y 3 cm de largo por 1 a 1.4 cm de ancho en su parte

más ensanchada. Presentan dos ventosas que les sirven para fijarse a los tejidos del huésped, una oral situada alrededor de la boca y una ventral. Es un parásito hermafrodita, los órganos genitales masculinos y femeninos son ramificados. Poseen un orificio o poro genital cercano a la ventosa ventral. Carecen de aparato circulatorio y respiratorio (Figura 3) (López Paez *et al.*, 2012).



Figura 3 Adulto de *Fasciola hepatica* visto al microscopio óptico **Fuente:** López Paez *et al.*, 2012



Figura 4 Huevo de *Fasciola hepatica* visto al microscopio óptico **Fuente:** López Paez *et al.*, 2012

3.2.1.1.2 METACERCARIAS

Miden aproximadamente 0,5 mm, son redondeadas y están cubiertas de una sustancia producida por las glándulas cistógenas que forman su pared. (López Paez *et al.*, 2012)

3.2.1.1.3 HUEVOS

Son ovalados de color amarillo parduzco debido a la pigmentación biliar, de cáscara fina con un opérculo o casquete a través del cual el embrión abandona el huevo. Miden entre 130 y 150 μm de longitud por 63 a 90 μm de diámetro (Figura 4) (López Paez *et al.*, 2012).

3.2.1.2 CICLO DE VIDA

El adulto de *Fasciola hepatica* (a) se localiza en los conductos biliares del hombre y de los animales, donde deposita los Huevos (b) que llegan al intestino y son expulsados al ambiente a través de la materia fecal. Al llegar al agua dulce se libera la primera forma larvaria a través del opérculo: el Miracidio (c) que está revestido de cilios que le permiten movilizarse en el agua e invadir un caracol del género *Lymnaea* (d). Una vez en el caracol se multiplica formando Esporoquistes, Redias y Cercarias (e). Las cercarias salen del caracol y nadan en el agua (f) para adherirse a plantas acuáticas como los berros (*Nasturtium officinale*) y demás vegetación circundante) y se transforman en Metacercarias, la forma infectante para los vertebrados (g). Al ser ingerida por los animales y el hombre, el parásito inmaduro se libera en el intestino delgado y atraviesa la pared intestinal, el peritoneo, la cápsula hepática y se ubica en los canales biliares donde alcanza el estado adulto entre dos y cuatro meses después (a) (Figura 5) (López Paez *et al.*, 2012).

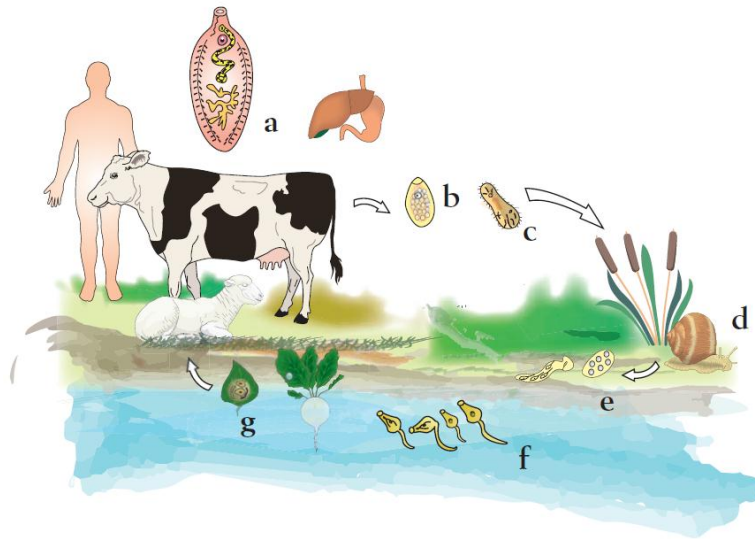


Figura 5 Ciclo de Vida de *F. hepatica* **Fuente:** López Paez *et al.*, 2012

3.2.1.3 DIAGNÓSTICO

El diagnóstico parasitológico se basa en la observación de huevos en la bilis, contenido duodenal y heces frescas. Otros métodos de diagnóstico son pruebas

inmunológicas tales como inmunodifusión y ELISA. La forma infectante es la metacercaria enquistada, adherida a la vegetación acuática verde, especialmente a los berros, que son la principal fuente de infección humana. (Carrada-bravo, 2002; Cruz Mendoza et al., 2002; Marcos Raymundo et al., 2002; Carrada-Bravo, 2007; Falcón et al., 2010)

La fasciolosis se considera emergente en humanos, con un incremento de número de casos, particularmente en las regiones rurales andinas. Su distribución es cosmopolita con mayor distribución en regiones húmedas dedicadas a la cría de ganado ovino y bovino, donde requiere la presencia de caracoles de la familia Lymnaeidae que favorecen su diseminación. Esta infección es crónica y afecta a más de 600 millones de animales, como ganado bovino, ovino y caprino; causa pérdidas económicas mundiales por encima de 2.000 millones de dólares por año, por reducción de lana, fertilidad, carne y leche (Henao y Becerra, 2011)

4 ANTECEDENTES

Taha y Darjeeling (1992), en un estudio realizado en India, expusieron a temperaturas constantes de 10, 15, 20, 30 y 35 °C a caracoles de la familia Lymnaeidae encontrando reproducción fallida a 10 y 35°C y reproducción exitosa en el resto de temperaturas. Pile Maire y Bustamante en 1998 en un estudio de 6 años realizado en Sao Paulo, Brasil determinaron que factores climáticos como temperatura y pluviosidad son determinantes en la densidad poblacional de individuos de la familia Lymnaeidae. Prepelitchi *et al.* en 2004 estableció en argentina una mayor cantidad de Limneidos en época de mayor precipitación y una menor cantidad de los mismos en época de menor precipitación.

En Colombia se registran 659 especies de caracoles distribuidas en 156 géneros y 59 familias, incluidas 28 especies exóticas (23 del viejo mundo y 5 de EEUU), estas especies se ubican dentro de dos clases: Gasterópoda (representa el

94.53% de la riqueza nacional) con 53 familias, 138 géneros y 623 Especies y Bivalvia (representa el 5.46% de la riqueza nacional) con 6 familias, 18 géneros y 36 especies. Del total de especies distribuidas en el territorio nacional 293 (44.54%) son endémicas de las cuales 286 (97.61%) son gasterópodos y 7 (2,38%) son Bivalvos y de ellas, 276 (94,19%) son terrestres y 17 (5,80%) son acuáticas. El conocimiento sobre los moluscos continentales colombianos, permite establecer que se encuentran presentes desde el nivel del mar hasta los 4225msnm, asociados a los diversos complejos de vegetación, sobre suelo, materia orgánica en descomposición (hojarasca, humus, troncos y ramas caídas), o epífitas sobre troncos, ramas, hojas o sobre las plantas epífitas, o en todo tipo de cuerpo de agua (charcos, pantanos, ciénagas, lagunas, caños, quebradas y ríos) principalmente sobre y entre las macrófitas acuáticas (Linares & Vera, 2012)

Las investigaciones sobre Moluscos realizadas en Colombia iniciaron en con Brumpt *et al.*, en 1940 que hallan en *L. bogotensis* al trematodo *F. hepatica*; Uribe, en 1950, realizó un estudio de moluscos en varios departamentos en busca de posibles hospederos de trematodos larvarios que pueden afectar al hombre y sus animales domésticos, Patiño, en 1978 encontró el caracol *L. columella* como hospedero intermediario de *F. hepatica* en cuatro municipios de clima frío en el departamento de Antioquia dedicados a la explotación lechera, posteriormente Malek y Little en 1980 descubren una nueva especie *Aroapyrgus colombiensis*, hospedera del trematodo *Paragonimus caliensis*; Malek y Cogswell, 1980 amplian a *L. columella* la presencia de *F. hepatica* y Malek, 1985 cita la presencia de Lymnaeidos, entre ellos *L. columella* como hospederos de *F. hepatica* y su infestación natural y experimental en la sabana de Bogotá

Gómez y Velásquez en 1999 estudiaron aspectos epidemiológicos de *Aroapyrgus*, en la Reserva ecológica “Cerro de san Miguel” encontrando la presencia de las familias Hydrobiidae (géneros *Aroapyrgus* y *Pyrgophorus*), Planorbidae (género *Helisoma*) y Sphaeriidae (género *Pisidium*); Vélez *et al.*, en 2000 describen *Aroapyrgus sp* como primer hospedero intermediario y el cangrejo *Hypolobocera*

emberarum como segundo huésped intermediario de *F. hepatica*. Velásquez y Escobar, reportan en 2001 la presencia de *Physa cubensis* en la Sabana de Bogotá, infestados por un trematodo de la familia *Echinostomatidae*.

Estrada *et al.*, en 2006 descubren una nueva especie de Planorbidae (*Biomphalaria edisoni*) hospedera de un Echinostomidae; Salazar *et al.*, en 2006 estudiaron *L. cousini* y *L. columella* como hospederos intermediarios de *F. hepatica* en Colombia y Velasquez *et al.*, en 2006 hallan en Medellín al trematodo *Centrocestus formosanus* en el caracol *Melanooides tuberculata*, constituyéndose en el primer registro para el país; Casas *et al.*, 2008 Registraron emisión de cercarías del trematodo *Paragonimus sp.*, en *Aroapirgus colombiensis*, dentro del área periurbana de Medellín.

En 2007, Cortés registra la presencia de las familias Lymnaeidae y Planorbidae en Tolima, con una deficiente abundancia de especímenes atribuida directamente a las características físico-químicas del agua; López *et al.*, en 2008 hallaron en un hato ganadero de Antioquia, animales simultáneamente infestados con *F. hepatica* y *Paramphistomum sp.*, primer foco doble de estas dos parasitosis reportado para el país y para américa, en el que los caracoles acuáticos *L. truncatula* y *L. columella*, se registran como sus hospederos intermediarios y Arango, en 2008 reporta una alta abundancia de caracoles de la familia *Physidae*, en las partes más altas de las quebradas la Cristalina y la Risaralda en San Luis, Antioquia. En 2009 Vergara y Velásquez hallan en *Melanooides tuberculata* cercarías similares a las de *Philophtalmus gralli*, registradas previamente como hospedadoras de ese molusco en Venezuela.

En 2005, en el Departamento del Cauca, Longo Sanchez *et al.*, reportan la presencia de *L. columella* y *L. truncatula* en el municipio de Silvia, Cauca sin infestación por *F. hepatica* y Fernández en 2012 reporta *Lymanea sp.*, *L. columella*, *A.colombiensis*, *Biomphalaria kuhniana* y *Pisidium punctifera* en el

municipio de Silvia; de las cuales tres especies se han identificado como hospedadores intermediarios de trematodos.

5 OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GENERAL

Caracterizar taxonómicamente los caracoles de la Familia Lymnaeidae asociados a campos de pastoreo en la finca Potrero del Río, de la vereda El Cofre del municipio del Totoró, Departamento del Cauca

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Caracterizar taxonómicamente la malacofauna colectada

Determinar la infección por *F. hepatica* en los individuos colectados

6 METODOLOGÍA

6.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El Municipio de Totoró se encuentra situado al sur occidente de Colombia, en la zona Oriental del Departamento del Cauca, Su cabecera municipal está a una altitud de 2.750 metros sobre el nivel del mar, con una temperatura media de 14 grados Centígrados, entre los 2° 38´ de latitud norte y 76° 15´ longitud Oeste. Totoró limita por el norte con Cajibío y Silvia, por el este con Inzá, por el sur con el área en litigio entre nuestro departamento y el departamento del Huila, al igual que con Puracé y Popayán y por el oeste con una parte de Popayán y Cajibío.

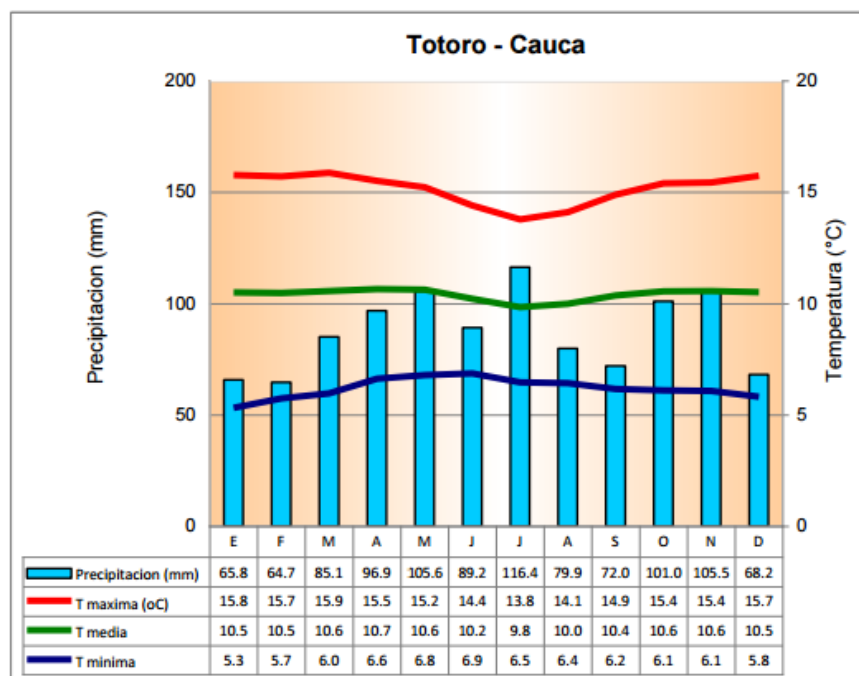
Comprende una extensión de 42.198 Ha distribuidas en pisos bioclimáticos desde selva subandina hasta el páramo, con una temperatura que oscila entre 8 – 14 °C y una precipitación promedio anual de 2000 mm. Altitudinalmente se ubica desde

1800 hasta un poco más de 3400 msnm. La mayor parte de su territorio es montañoso encontrándose topografía que va desde ligera hasta fuertemente ondulada, escarpada y quebrada y su relieve corresponde a la cordillera central, cuenca alta del río Cauca. La red hídrica del municipio de Totoró hace parte de la cuenca alta del río Cauca, la cual está conformada por el río Cauca y sus afluentes entre los que se encuentran el río Palacé, río Molino, quebrada aguas vivas, quebrada cazadores, quebrada chuscales, quebrada honda, quebrada el molino, quebrada la victoria, entre otras (Tabla 1).

Tabla 1 Principales Cuencas hidrográficas del Municipio de Totoró. **Fuente:** POT Municipio de Totoró, 2002

NOMBRE DE LA CUENCA	CLASIFICACIÓN	UBICACIÓN MUNICIPAL
Río Palacé	Subcuenca	Centro- oriente
Río el Cofre	Microcuenca	Nororiente
Quebrada Chuscales	Microcuenca	Nororiente
Quebrada Aguas Vivas	Microcuenca	Sur
Quebrada Cazadores	Microcuenca	Sur oriente

En la gráfica 1 se observan los valores de precipitación y temperatura para el año 2016 en el municipio de Totoró, se observa que la precipitación alcanzó su mayor valor en el mes de Julio y su mínimo valor en el mes de Febrero, la temperatura máxima promedio se alcanzó en el mes de Marzo y la mínima en el mes de Junio.



Gráfica 1 Climatograma del año 2016 para el municipio de Totoró, Cauca.

Fuente: IDEAM 2016

6.2 VEREDA EL COFRE

La vereda el cofre se encuentra hacia la parte central del municipio de Totoró, en la zona suburbana, bajo la influencia del río el cofre, haciendo parte del resguardo indígena de Totoró. Dentro de la vereda el cofre se encuentra ubicada la finca “Potrero del río”, de vocación netamente ganadera, lugar donde se establece la zona de estudio, entre 3003msnm y 3114msnm, correspondiente a selva altoandina según Cuatrecasas o bosque Muy húmedo montano bajo (bmh-MB) según Holdridge (1979), con una Temperatura entre 5 -11 °C. (Figura 6)

6.3 MÉTODOS DE CAMPO

6.3.1 COLECTA Y TRANSPORTE DE CARACOLES

Se seleccionaron 6 puntos de muestreo, siguiendo la metodología de Prepelitchi et al., 2004, localizados sobre arroyos temporarios angostos con presencia de vegetación acuática, pasto en ambas márgenes y agua cristalina que permitía observar un sustrato predominantemente arenoso, aquí el ganado pastaba libremente, los puntos de muestreo 1,2,3,4 se ubicaban en la parte alta de la finca, siguiendo la línea del arroyo y los puntos 5 y 6, seguían también la línea del arroyo, pero estaban asociados al establo donde se realiza el ordeño del ganado.

Se realizaron 4 Salidas de Campo durante los meses de Mayo y Junio y en Agosto y Septiembre y el esfuerzo de captura fue el mismo en cada muestreo y consistió en la búsqueda y recolección de caracoles durante 2 horas alrededor de cada punto de muestreo. Los caracoles fueron recolectados a mano, buscando sobre hojas, tallos o raíces de plantas acuáticas o libres en el curso de agua, además se removieron piedras, material vegetal y se revisó las raíces de la vegetación circundante y el interior de los cuerpos de agua.

La georreferenciación (Altitud y Coordenadas) de cada punto, se obtuvo por medio de un GPS, adicional a esto, en cada punto de muestreo se tomaron los siguientes datos: localidad, fecha, hora de colecta, nombre del colector y número de colecta.

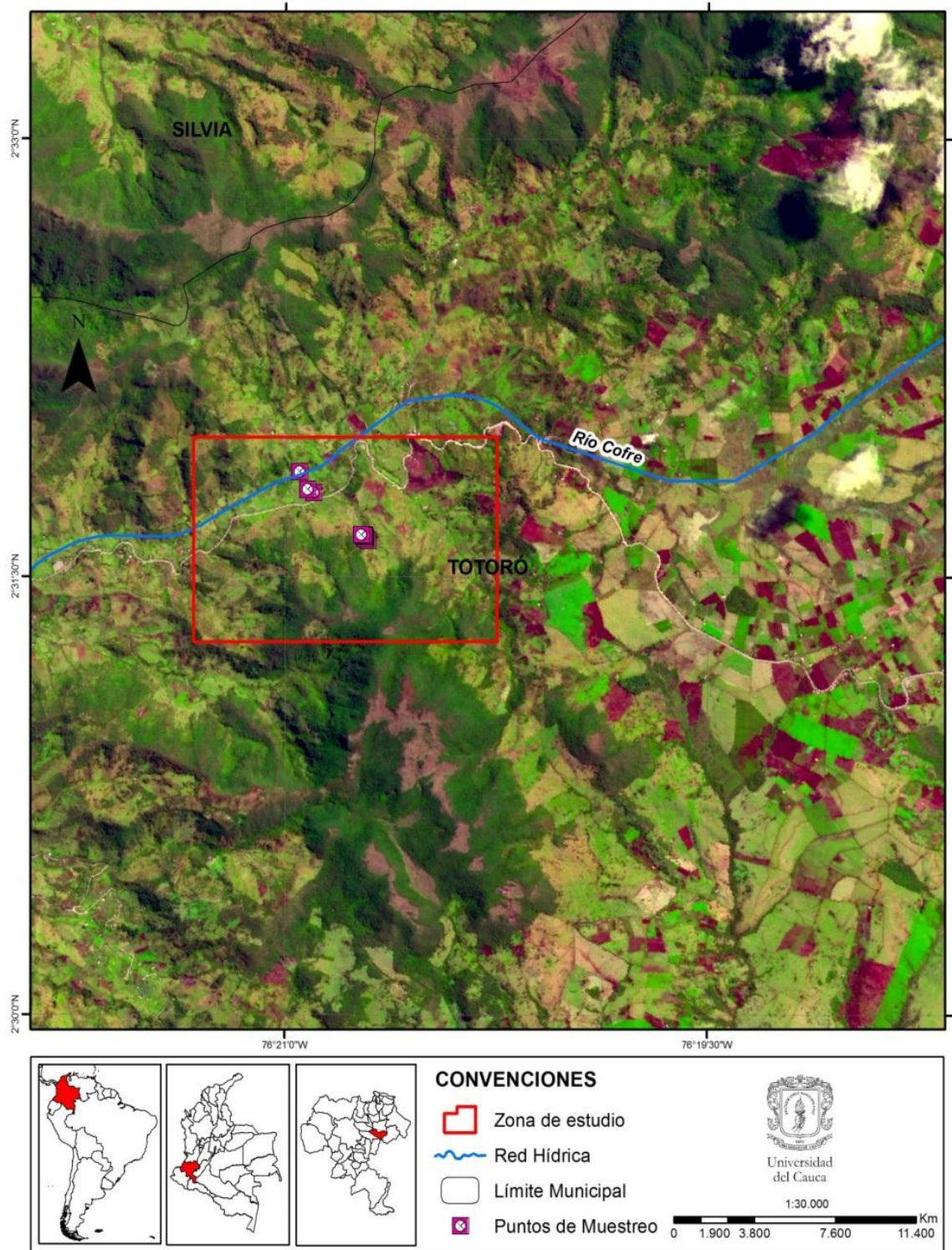


Figura 6 Mapa de zona de muestreo, Finca Potrero del Río, Vereda El Cofre, Municipio Totoró, Cauca **Fuente:** IGAC 2016

	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5	Punto 6
Altitud (msnm)	3114	3092	3085	3053	3011	3003
Norte	0350451	0350443	0350439	0350429	0350096	0350059
Este	0279340	0279404	0279413	0279429	0279697	0279721

Tabla 2 Georreferenciación de los Puntos de Muestreo



Figura 7 Punto de Muestreo 1



Figura 8 Punto de Muestreo 2



Figura 9 Punto de Muestreo 3



Figura 10 Punto de Muestreo 4



Figura 11 Punto de Muestreo 5



Figura 12 Punto de Muestreo 6

6.3.2 DETERMINACION DE PARÁMETROS FÍSICOS DEL AGUA

En cada uno de los 6 puntos de muestreo se estimaron los siguientes parámetros físicos del agua: % de oxígeno saturado, oxígeno disuelto (mg/L), conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$) y temperatura del agua ($^{\circ}\text{C}$) por medio de una sonda multiparamétrica marca Hach hq40, se realizaron 5 repeticiones de estas mediciones.

6.4 MÉTODOS DE LABORATORIO

6.4.1 ESTIMACIÓN DE ABUNDANCIA DE CARACOLES

Se realizó mediante el conteo de individuos colectados para cada punto de muestreo en cada salida de campo.

6.4.2 TÉCNICAS DE RELAJACIÓN Y FIJACIÓN DE MOLUSCOS

Para realizar la identificación taxonómica de los especímenes se siguió el protocolo utilizado por Fernández en 2012 tomado del laboratorio de moluscos vectores del Programa de Estudio y Control de Enfermedades Tropicales (PECET) de la Universidad de Antioquia, con algunas modificaciones.

6.4.2.1 RELAJACIÓN

Los organismos vivos fueron trasladados al laboratorio en recipientes de plástico donde fueron transferidos a un vaso de precipitado que contenía una solución de 2mL de tramadol 100mg/mL en 500 mL de agua común, por 2 horas o hasta que el animal no reaccione a los estímulos.

6.4.2.2 FIJACIÓN

Una vez finalizada la relajación, se extrajeron las partes blandas de cada caracol, sumergiendo la totalidad de Caracoles, durante 50 segundos, en agua a 70°C y con la ayuda de un colador, con el fin de debilitar el músculo columelar, posteriormente se realizó la extracción de las partes blandas, así: en una mano se toma el caracol y en otra una pequeña pinza, con la cual se sujeta el complejo cabeza-Pie y se gira en el sentido de la vuelta de la concha.

Finalmente se fijaron y preservaron en líquido de Railliet-Henry modificado para animales de agua dulce: 930 ml de Agua destilada, 50 ml de Formol neutralizado, 20 ml de Ácido acético glacial y 6 gr de Cloruro de sodio (la cantidad de fijador no debe ser menor a diez veces el volumen del material a ser fijado y se debe cambiar 24 horas después), para posteriormente extraer el aparato reproductor y realizar las observaciones pertinentes.

6.4.3 MORFOLOGÍA DE CONCHAS

Las conchas obtenidas después del proceso de fijación se secaron y limpiaron con pinceles de pelo suave y por medio del programa AmScope 2013 para cámara digital, Versión x86/ 3.7.21.23, para Windows 7, se tomaron las medidas malacológicas básicas: longitud total, longitud del ápice, longitud de la apertura (x/y) y longitud de la espira.

6.4.4 IDENTIFICACIÓN DE ESPECÍMENES

Para la identificación de especímenes a nivel de especie se emplearon las guías taxonómicas de Malek and Cheng (1974), Malek (1985), teniendo en cuenta las características morfológicas de los individuos.

6.4.5 DETERMINACIÓN DE INFESTACIÓN POR *Fasciola hepatica*

Al día siguiente de realizar la colecta de caracoles, se realizó la prueba de infección por *F. hepatica*, siguiendo el protocolo de Fernández en 2012 así: Se colocó los caracoles en 80 mL de agua aireada y posteriormente al refrigerador de cinco a diez minutos y luego bajo el foto del estereoscopio durante 24 horas, esperando que por fototropismo positivo las larvas del parásito salieran de su hospedero.

Adicionalmente se colocaron los caracoles en una bolsa de polietileno de 10 cm² conteniendo 3 ml de agua y un caracol. A continuación se comprimió el molusco con una pinza de disección y se observó en el microscopio para observar la presencia de parásitos.

6.5 ANÁLISIS DE DATOS

Este estudio es de tipo Descriptivo y el análisis de los datos obtenidos se realizó por medio del software Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) Versión 24.0.

Para evaluar los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas en cada uno de las variables medidas, se utilizaron las pruebas de Shapiro W y el test de Levene.

6.5.1 ABUNDANCIA

Se realizó una prueba t student para comparar las abundancias entre las épocas de muestreo

6.5.2 MORFOLOGÍA DE CONCHAS

Una vez obtenida la base de datos con las medidas malacológicas básicas tomadas a los caracoles se realizó la categorización de variables (n=60) de acuerdo a su tamaño (principalmente teniendo en cuenta la longitud total), posteriormente se realizaron Estadísticos Descriptivos por cada categoría.

6.5.3 PARÁMETROS FÍSICOS DE AGUA

Debido a que los datos de los parámetros fisicoquímicos no cumplieron los supuestos de distribución normal, se realizó un anova de kruskal w, para comparar cada una de las variables en los puntos de muestreo, posteriormente e realizó una prueba de comparaciones múltiples de dunett para las variables en las cuales existió diferencia significativa entre puntos de muestreo de acuerdo al ANOVA de Kruskal w

7 RESULTADOS

7.1 ABUNDANCIA POBLACIONAL

Durante las salidas 1 y 2 en los meses de Mayo y Junio (Precipitaciones: 105.6 mm y 89.2 mm respectivamente) se encontró una abundancia de 297 Caracoles y durante las salidas 3 y 4 en los meses de Agosto y Septiembre (Precipitaciones menores 79.9 mm y 72.0 mm respectivamente) se encontró una abundancia de 160 individuos, para un total de 457 individuos colectados.

Tabla 3 Abundancia poblacional de caracoles por punto de muestreo

	SALIDA 1	SALIDA 2	SALIDA 3	SALIDA 4
PUNTO 1	46	19	36	12
PUNTO 2	42	45	23	16
PUNTO 3	18	21	31	13
PUNTO 4	78	27	6	15
PUNTO 5	0	0	0	6
PUNTO 6	0	0	0	2
TOTAL	184	113	96	64

A estos se les realizó una prueba de normalidad que indicó que las variables se ajustan a la distribución normal, por lo cual se aplicó la Prueba de t student, para dos muestras independientes que indicó que no existen diferencias significativas entre las medias es decir que la abundancia es similar durante las dos estaciones.

7.2 CARACTERIZACIÓN TAXONÓMICA DE LA MALACOFUNA COLECTADA

En este estudio se registraron en total 457 individuos, todos pertenecientes a la familia Lymnaeidae, al género *Lymnaea* y a la especie *Lymnaea columella*., de los

457 individuos colectados, 295 se utilizaron para la identificación de Características morfológicas de la concha, complejo Cabeza-Pie y a 60 de ellos se les tomó las medidas malacológicas básicas (Anexo 7) y revisión de órgano reproductor, a los 162 restantes se les realizó la prueba de infestación por *F. hepatica*.

Los Caracoles asociados a los campos de pastoreo de la finca Potrero del Rio, de la Vereda el Cofre del Municipio de Totoró, presentan la siguiente clasificación taxonómica:

Phylum **MOLLUSCA** (Cuvier, 1797)

Clase **GASTROPODA** (Cuvier, 1797)

Subclase **PULMONATA** (Cuvier, 1797)

Orden **BASSOMATOPHORA**

Familia Lymnaeidae (Lamarck, 1799)

Género *Lymnaea* (Say, 1817)

Lymnaea columella (Say, 1817)

7.2.1 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS IDENTIFICADAS EN *Lymnaea Columella*

7.2.1.1 CONCHA:

De acuerdo al análisis estadístico de la longitud total de los individuos establecieron en 3 Categorías (Anexo 8): 1 (16,8959mm - 21,6186; S= 1,3028793), 2 (entre 11,6134mm - 16,0784mm; S= 1,3565767) y 3 (entre 6,5564mm - 11,4594mm; S= 1,4330578), en la primera categoría se ubicaron 32 individuos, en la 2 categoría se ubicaron 10 y en la tercera categoría se ubicaron 18.

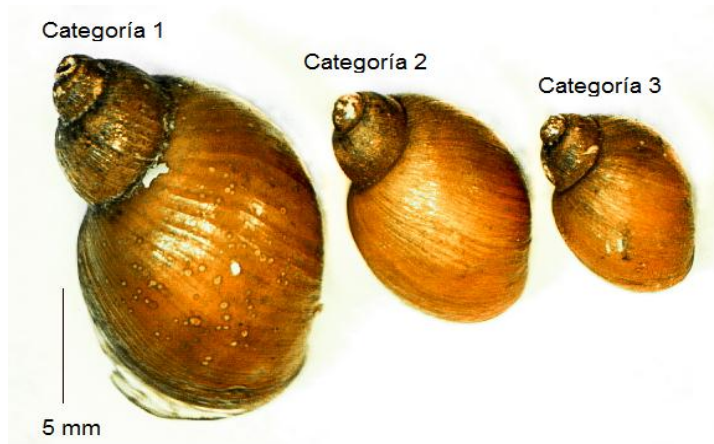


Figura 12 Vista dorsal de la concha de *L. columella* en las 3 Categorías establecidas

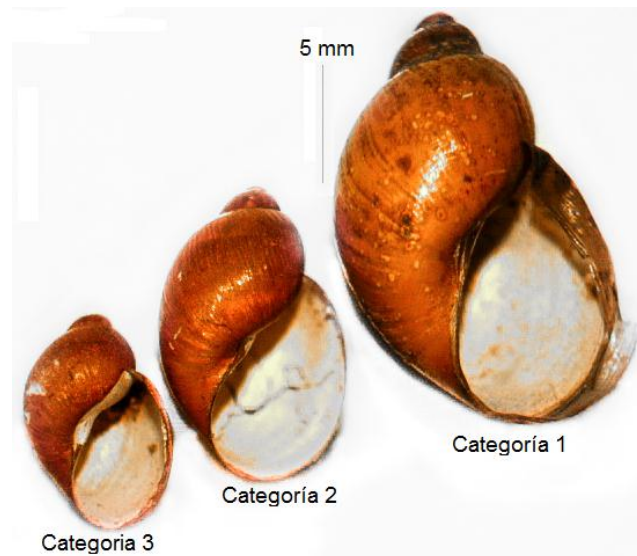


Figura 13 Vista ventral de las conchas de *L. columella* en las 3 Categorías establecidas

Las características morfológicas evidenciadas en las conchas, observadas fueron las siguientes:

- Concha Ovalada, Semisólida, Color Amarillento Claro- Café/Transparente y Elongada y enrollada alrededor de la columela (Figura 15)

- Labio externo con margen tenue, Labio interno reflejado en la región columelar y apertura dextral, elongada-ovalada que ocupa 1/3 de la longitud total (Figura 16)
- 5 volutas que finalizan con un gran espiral convexa
- Espira corta y elevada
- Presencia de suturas profundas y en ocasiones poco profundas
- Ápice ausente en ocasiones debido a la erosión producida por el agua
- Protoconcha redondeada

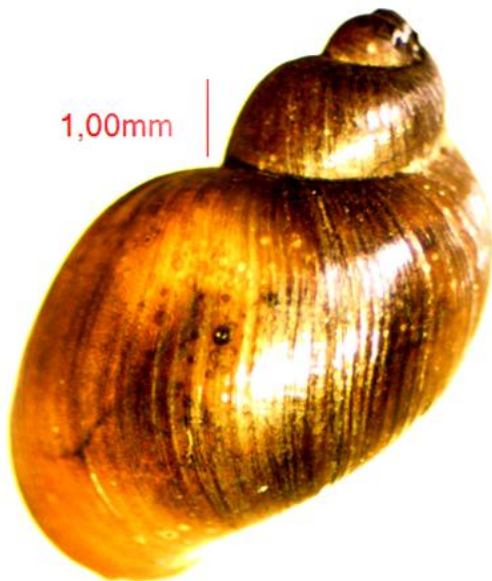


Figura 14 Vista dorsal de concha ovalada, color café amarillento, transparente, en *L. columella*



Figura 15 Vista ventral de concha con apertura dextral-elongada/ovalada, en *L. columella*

7.2.1.2 COMPLEJO CABEZA-PIE

Dentro del complejo cabeza-pie se evidenciaron las siguientes características, diagnósticas de la especie:

- Pie Amplio, Ovalado, Alargado y Achatado en las márgenes (Figura 17)

- Tentáculos Amplios y Triangulares (Figura 18)
- Ojos Negros ubicados en la base interna del tentáculo



Figura 16 Pie ovalado, alargado y con márgenes achatadas en *L. columella*

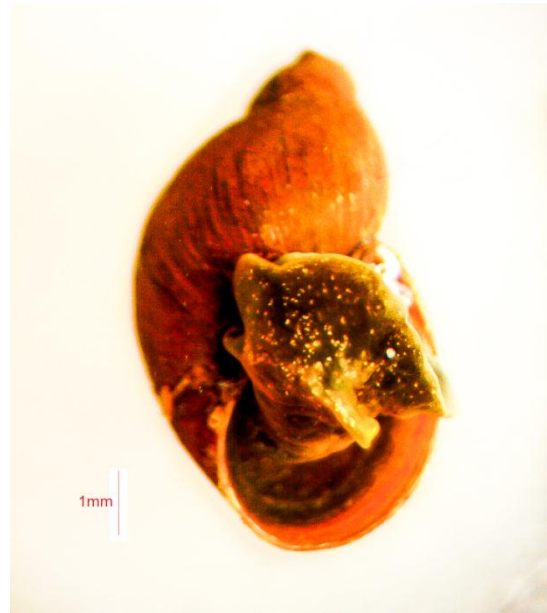


Figura 17 Tentáculos triangulares y concha sin ápice en *L. columella*

7.2.1.3 APARATO REPRODUCTOR MASCULINO

El principal carácter para determinar la especie de caracoles en la familia Lymnaeidae es la morfología del aparato reproductor masculino, en los individuos observados este presentó:

- Oviducto de gran tamaño
- Complejo peneal pequeño
- Próstata con terminación bulbosa
- Bolsa del pene es corta, cilíndrica y $\frac{1}{2}$ de la longitud del prepucio
- Prepucio un poco más ancho que la bolsa del pene
- Pene invaginado en el prepucio y ensanchado en la región terminal.



Figura 18 Complejo peneal de *L. columella*

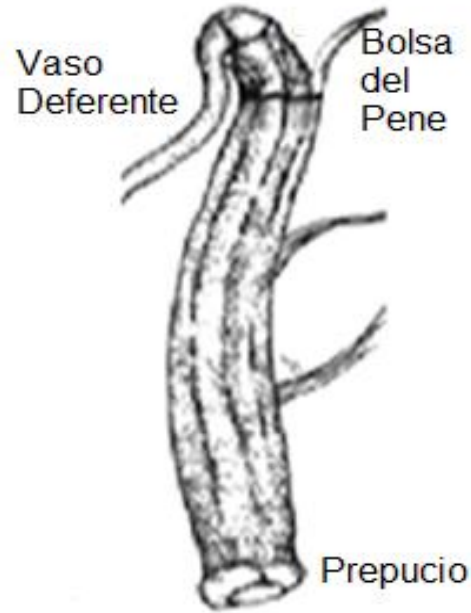


Figura 19 Complejo Peneal de *L. columella* Fuente: Fernández, 2012

7.2.2 DETERMINACIÓN DE INFESTACIÓN POR *F. hepatica*

Siguiendo la metodología Fernández en 2012 para realizar la prueba de infestación por *F. hepatica* o algún trematodo asociado a los caracoles, con algunas modificaciones, se observó que ninguno de ellos desprendió cercarias, el estado larvario que sale del caracol y que va al agua para continuar el ciclo de vida del parásito.

7.3 PARÁMETROS FÍSICOS DE AGUA

Estos parámetros se tomaron 1 mes después de finalizar las colectas de caracoles, debido a inconvenientes logísticos relacionados con los equipos, los

resultados obtenidos de estas mediciones se consignan en el ANEXO 1, Los parámetros estadísticos básicos se muestran en el ANEXO 2.

De acuerdo a los resultados, la Temperatura del agua, varió desde 14,3 y 15,9 °C entre los puntos de muestreo, siendo el Punto de muestreo 1 el que presentó la Menor temperatura y el Punto 6 el de mayor temperatura.

Los Valores de Oxígeno presentaron una variación entre 0,7220 mg/L (S= 0,89282) en el Punto 6 de muestreo y 6,6480 mg/L (S= 01924) en el punto 1 de muestreo, la unidad mg/L es la cantidad de oxígeno gaseoso disuelto en un litro de agua. Se sabe que La concentración de oxígeno disuelto puede variar desde 0 hasta 15 mg/L. Las corrientes frías de montaña tendrán probablemente concentraciones de Oxígeno desde 7 hasta 15 mg/L, dependiendo de la temperatura del agua y de la presión del aire. En sus menores alcances, los ríos y corrientes pueden exhibir una concentración de DO entre 2 y 11 mg/L.

Los valores de Saturación de Oxígeno variaron entre 93,6800% (S=,27749) en el punto 2 y 1,0400% (S=,05477) en el punto 6. En condiciones normales, la cantidad de oxígeno soluble en el agua es fija y se le denomina saturación, aunque existen factores que hacen que la cantidad de oxígeno disuelto varíe. Cuando un medio acuático con una gran proporción de productores primarios produce más oxígeno del que el agua puede disolver decimos que el medio está sobresaturado y entonces el oxígeno de más pasará a la atmósfera. Por el contrario, si existe un consumo excesivo de oxígeno disuelto en medio se va alejando del punto de saturación y hablamos de déficit de oxígeno, lo que puede derivar en una situación de anoxia donde sólo sobreviven organismos anaerobios.

Tanto un nivel bajo de saturación como la sobresaturación de oxígeno son perjudiciales para el medio y reflejan que el ecosistema no está equilibrado. Si la saturación es inferior al 40% el ecosistema acuático está en malas condiciones. Niveles de saturación por encima del 110%, es decir, sobresaturación, pueden

reflejar que la masa de agua experimenta un crecimiento desorbitado de algas, fenómeno que se conoce como eutrofización.

Los Valores de Conductividad oscilaron entre 34,8200 $\mu\text{s}/\text{cm}$ ($S=0,04472$) para el punto 1 y 114,2600 $\mu\text{s}/\text{cm}$ ($S= 0,05477$) en el punto 6, la conductividad es una variable que se controla en muchos sectores, desde la industria química a la agricultura. Esta variable depende de la cantidad de sales disueltas presentes en un líquido y es inversamente proporcional a la resistividad del mismo. El valor de la conductividad es directamente proporcional a la concentración de sólidos disueltos, por lo tanto, cuanto mayor sea dicha concentración, mayor será la conductividad.

Al realizar la prueba Shapiro Wilk para normalidad de varianzas (ANEXO 3), se establece que los datos obtenidos al realizar las mediciones de los Parámetros físicos de agua se ajustan a la distribución normal, por lo cual para los análisis siguientes se utilizarán pruebas Paramétricas.

El Estadístico de Levene (ANEXO 4) establece que las varianzas correspondientes a los parámetros Oxígeno y % Oxígeno Saturado son homogéneas para los puntos de muestreo (0,08 y 0,00 respectivamente con un nivel de significancia de 0,05), mientras que los valores de Conductividad no presentan varianzas homogéneas (0,052 con nivel de significancia 0,05). La prueba de contraste Kruskal-Wallis (ANEXO 5) realizada entre los puntos de muestreo para cada variable determinó que si existen diferencias significativas entre los valores para los parámetros medidos entre algunos puntos de muestreo (Oxígeno Disuelto: 27,507, Oxígeno Saturado: 27,560 con 5 gl y un nivel de Significancia de 0,05).

8 DISCUSIÓN

Los estudios relacionados con caracoles de importancia médica y veterinaria permiten identificar la función que están cumpliendo estas poblaciones en la transmisión de enfermedades parasitarias, a animales y humanos, en este estudio se encontró la especie *L. columella* en la finca potrero del río del municipio de Totoró, identificada como hospedera del parásito *F. hepatica*.

Dentro de los muestreos esta especie presentó tamaños de concha entre 9,032150mm y 18, 7696mm, parámetro que está estrechamente relacionado con la abundancia de las poblaciones de *L. columella*, según Baily, 1931; León Dancel, 1970; Ueta, 1976, establecen que el tamaño de la concha se relaciona directamente con el tamaño de la cápsula ovífera, es decir, a menor tamaño de concha, la cápsula ovífera, que es el lugar que alberga los huevos, será mas pequeño y su capacidad para albergarlos será menor. Se han identificado individuos con longitud media superior a 6,2cm, con un tamaño promedio de cápsula ovífera de 7,5mm x 3,5mm y pueden albergar en promedio 19 huevos, con un 96,7% de fertilidad (Gomes, 1975).

Artigas et al., 2011 reportan que las especies de la familia Lymnaeidae tienen una alta afinidad para hospedar parásitos, por lo cual la distribución geográfica de estas especies, se solapa casi en un 100% con la distribución de la enfermedad causada por el parásito *F. hepatica*, aunque en este estudio, la infestación por dicho parásito fue 0%, la existencia del hospedador en la zona de muestreo, la convierte en una potencial zona de infección, así como los altos niveles de humedad, la presencia de aguas estancadas y de ganado que para el municipio de Totoró en un 10% presenta el parásito (Ortega-G et al., 2016)

Los valores de 0% de infestación por *F. hepatica* obtenidos, según Prepelitchi et al., 2004 se deben a que la abundancia de caracoles de tamaño pequeño implica que estos individuos están en sus primeros estadios de vida, lo que se

traduce en un menor tiempo de exposición a los parásitos que pueden estar presentes en los cuerpos de agua muestreados, por lo tanto, estos individuos son menos propensos a la infestación.

La especie *L. columella* es considerada una especie “r” es decir, tiene alta tasa reproductiva, por lo que produce un gran número de descendientes con baja tasa de sobrevivencia pero rápido desarrollo, su ciclo de vida dura aproximadamente 25 semanas (Wong, L. et, 1999), Hodasi, (1972) establece que individuos del género *Lymnaea* parasitados con *F. hepatica* presentan una limitada tasa de reproducción, pues el parásito impide que se realice la producción de huevos y que la ovoposición sea satisfactoria, lo que implica una disminución en la producción de huevos y la necesidad de un mayor número de días para alcanzar la madurez reproductiva, factores determinantes en la abundancia poblacional de este tipo de especies.

Como se mostró en los resultados, urante los meses de mayo y junio se encontró una abundancia de 297 caracoles y durante los meses agosto y septiembre una abundancia de 160 individuos, para un total de 457 individuos, las pruebas estadísticas realizadas, determinaron que no existe diferencia significativa entre la abundancia poblacional por estaciones, otros estudios en los que se tuvo en cuenta las diferentes estaciones climáticas establecen que la abundancia poblacional se relaciona con la disminución en la temperatura del agua y el aumento en el flujo de esta por las zonas de muestreo.

Prepelitchi et al., 2004 y Pile Maure y Bustamante, 1998 en Argentina y Brasil respectivamente, observaron un aumento en la población de caracoles, en época de invierno, debido al aumento en las columnas de agua de las zonas muestreadas, en el Estado de São Paulo, Brasil, donde la densidad poblacional de *L. columella* decrece principalmente en los meses con altas temperaturas, mientras que un menor número de caracoles es registrado en la época seca del año (Mayo y octubre) estando la densidad inversamente relacionada con la

temperatura y la precipitación (Pile Maure y Bustamante, 1998), esto debido al que aumento del flujo de agua implica mayor arrastre de micronutrientes, abundancia de materia orgánica, disponibilidad de alimento y concentración de detritus, condiciones que favorecen la presencia de caracoles.

Los trabajos de Longo Sanchez et al., 2005 y Fernández, 2012 confirman también esta información, con trabajos realizados en el municipio de Silvia en el departamento del Cauca, en donde la abundancia de Caracoles, no sólo de la especie *L. columella*, si no de especies como *Aroapyrgus colombiensis* y *L. truncatula* aumenta durante los periodos de mayor precipitación razón por la cual se considera que la abundancia está sujeta tanto al cambio en las características ambientales como a las características biológicas, físicas y químicas de los cuerpos de agua.

Las características físico-químicas del agua son determinantes en la presencia y abundancia de poblaciones de moluscos, Roldán y Ramirez, 2008 identifican diversos factores que afectan la concentración del oxígeno disuelto en un ambiente acuático. Estos factores incluyen: temperatura, flujo de la corriente, presión del aire, plantas acuáticas, materia orgánica en descomposición, demandas bioquímica, química y bentónica del mismo, así como la agitación excesiva, la presencia de sedimentos y actividades humanas, lo que explicaría que en el punto 6 se encuentre un valor de Oxígeno de 0,722 mg/L, pues este punto recibe la materia orgánica producida por el establo de la Finca, así como todos los sedimentos provenientes de la parte alta de la misma.

La medición de los valores de Temperatura y Oxígeno adquiere mayor relevancia porque la relación entre los dos permite establecer el porcentaje de saturación de oxígeno, que en el punto de muestreo 6 presentó el valor más bajo: 1,04%, que, aunque se encuentra muy por debajo del valor óptimo establecido no afecta las poblaciones de moluscos pulmonados, quienes deben subir a la superficie de los

cuerpos de agua para obtener el oxígeno necesario para su respiración (Arango *et al.*, 2008).

La temperatura del agua tiene una gran importancia en el desarrollo de los diversos procesos que en ella se realizan, de forma que un aumento de la temperatura modifica la solubilidad de las sustancias, aumentando la de los sólidos disueltos y disminuyendo la de los gases. La actividad biológica aproximadamente se duplica cada diez grados (ley del Q10). Los aumentos anormal (por causas no climáticas) de la temperatura del agua, suele tener su origen en el vertido de aguas utilizadas en procesos industriales de intercambio de calor. Los organismos acuáticos de las zonas tropicales viven en medios en donde la temperatura varía muy poco, de ahí que sus respuestas fisiológicas se alteran fácilmente con sus cambios bruscos, los efectos del aumento de la temperatura pueden producir desnaturalización protéica y elevación del potencial de toxicidad entre otros, esta temperatura depende sobre la altura a nivel del mar (Roldán y Ramirez, 2008).

Taha y Darjeeling, 1992 reportan que el ciclo de vida y fecundidad en individuos de la familia Lymnaeidae están relacionados con la temperatura, indicando que esta es un factor limitante en la reproducción, es decir a temperaturas entre 10°C y 35°C los individuos entran en un periodo de reposo y de ahorro de energía, por lo cual la fecundación y la reproducción son fallidas, a 20°C los ciclos de vida se realizan exitosamente y pueden durar entre 79 días y 130 días. En este estudio y de acuerdo a lo mencionado anteriormente, la temperatura está influyendo negativamente en características como el tamaño de la concha que en gran parte de los individuos fue reducido.

Colombia, un país ubicado en una zona tropical presenta características, climáticas, socioeconómicas y culturales para el desarrollo de diferentes parasitosis, en el caso específico de *F. hepatica* su prevalencia en humanos y

animales no está identificada realmente, por lo cual se hace importante conocer la taxonomía, distribución geográfica y hábitat de sus hospederos.

La forma más común de controlar esta problemática es el uso de molusquicidas y fasciolicidas, productos químicos con alta toxicidad, y que afectan moluscos y tremátodos, así como el ganado, la calidad de agua, suelos y ambiente, además de ser productos costosos, que deben ser utilizados con alta frecuencia (Pointier y Giboda, 1999). El conocimiento de la biología de los organismos así como de la ecología su hábitat, permitirán desarrollar estrategias eficaces, para realizar un control exitoso y este estudio pretende ser un punto de partida para generar estas estrategias.

9 CONCLUSIONES

- La especie de caracoles asociada a los campos de pastoreo de la finca “Potrero del río” en el municipio de Totoró es *L. columella*.
- El porcentaje de infestación por *F. hepatica* en los caracoles de la especie *L. columella* fue 0%, pero la presencia de su hospedador convierte a la zona de muestreo en una potencial zona de infección por este parásito.
- Se reporta por primera vez la presencia de *L. columella* en el municipio de Totoró
- Se reporta por primera vez la presencia de *L. columella* en altitudes entre 3003msn y 3114msn en Colombia
- La mayor abundancia poblacional se presentó en individuos con una longitud total de la concha entre 11,6134mm-16,0784mm y la menor abundancia en individuos entre 16,8959-21,6186
- El comportamiento reproductivo de la especie *L. columella* es el de una especie “r” con un ciclo de vida corto y una alta tasa reproductiva, que se puede ver afectada por la temperatura del agua o la presencia de parásitos

10 RECOMENDACIONES

- Realizar estudios en los que se relacione los parámetros físico-químicos del agua, con la abundancia poblacional y los ciclos de vida de *L. columella* y *F. hepatica*, con el fin de formular estrategias eficaces para el control de la parasitosis causada por este.
- Realizar estudios sobre la ecología de las especies de la familia Lymnaeidae con el fin de establecer su preferencia de hábitat y su nivel de tolerancia a los cambios.
- Educar a la comunidad sobre la importancia del control de aguas estancadas, con el fin de impedir la reproducción de parásitos que puedan afectar su salud y la de sus animales.

11 BIBLIOGRAFÍA

- Arango M. 2008. Calidad del agua de las quebradas la Cristalina y la Risaralda, San Luis, Antioquia. Rev. EIA.
- Arboleda D., Lopez C, Vasquez LR, Salazar H. 2006. Prevalencia de Fasciola hepática e identificación de hospederos en cuatro fincas ganaderas de la vereda Malvaza, municipio de Totoro, departamento del Cauca de Enero a mayo de 2006.
- Arce O, Antezana R, Ostojic F, Gonzales A. 2006. Indicadores biológicos de calidad del agua. :21.
- Artigas P, Bargues MD, Mera y Sierra RL, Agramunt VH, Mas-Coma S. 2011. Characterisation of fascioliasis lymnaeid intermediate hosts from Chile by DNA sequencing, with emphasis on *Lymnaea viator* and *Galba truncatula*. Acta Trop. [Internet] 120:245-257. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.actatropica.2011.09.002>
- Baily JLL. 1931. Some data on growth, longevity, and fecundity in *Lymnaea columella* Say. Biol. Gen. 7:407-428.
- Becerra Rozo WM. 2001. Consideraciones sobre estrategias sostenibles para el control de *Fasciola hepática* en Latinoamérica. Rev. Colomb. Ciencias Pecu. [Internet] 14:28-35. Available from: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3243713&info=resumen&idioma=SPA>
- Brumpt E, Velasquez J, Ucroz H, Brumpt L. 1940. Decouverte de l'hôte intermédiaire *Lymnaea bogotensis* Pilsbry de la grande douve, *Fasciola hepática*, en Colombie. Ann. Parasitol. 17:563-579.
- Brusca R, Brusca GJ. 2005. Invertebrados. (Interamericana M-H, editor.).
- Carrada-bravo PT. 2002. Fascioliasis. Diagnóstico, epidemiología y tratamientos. 68:135-142.
- Carrada-Bravo T. 2007. *Fasciola hepática* : Ciclo biológico y potencial biótico. Rev. Mex. Patología Clin. 54:21-27.
- Casas E, Gómez C, Valencia E, Salazar L, Velasquez LE. 2008. Estudio de foco

- de Paragonimosis en Fuente Clara, Robledo, área periurbana da Medellín, Antioquia. *Biomédica* 28:396-403.
- Castellanos J de. 1962. *Elegias de varones ilustres de Indias*. Caracas: Italgráfica.
- Cruz Mendoza I, Ibarra Velarde F, Naranjo García E, Quintero Martínez MT, Jorge LL. 2002. Identificación taxonómica , estacionalidad y grado de infección con *Fasciola hepatica* de moluscos huéspedes y no huéspedes intermediarios del trematodo en el rancho de la Universidad Autónoma de Hidalgo , en Tulancingo , Hidalgo , México *Taxonomic identif.* 33.
- Dietrich C, Kabaalioglu A, Brunetti E, Richter. J. 2015. Fasciolosis. *Z Gastroenterol* 53:285-290.
- Escobar J., Amézquita M. 1973. Primer caso de *Fasciola hepática* en el Valle del Cauca. *Acta Med. Valle*.
- Esteban JG, Muñoz-Antoli C, Toledo R, Ash L. 2014. Digenetic Trematodes. Available from: http://download-redirector.springer.com/content/static/pdf/272/chp%253A10.1007%252F978-1-4939-0915-5_9.pdf?auth66=1417476655_10291dff00411dab366ac83572bf79d1&ext=.pdf
- Estrada VE, Velásquez LE, Caldeira R, Bejarano E, Rojas W, Calvalho O. 2006a. Phylogenetics of South American *Biomphalaria* and description of a new species (Gastropoda: Planorbidae). *J. Molluscan Stud.* 72:221-228.
- Estrada Vi., Gómez M, Velasquez L. 2006b. Cattle hygiene and bovine fasciolosis. Medellín and Rionegro 1914-1970. *Iatreia [Internet]* 19:393-407. Available from: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-07932006000400007&lng=en&nrm=iso&tlng=pt
- Falcón C, Carranza F, Al. E. 2010. Excretory-secretory products (ESP) from *Fasciola hepatica* inducetolerogenic properties in myeloid dendritic cells. *Vet Immunol Immunopathol.*
- Fernández A. 2012. CARACTERIZACION TAXONÓMICA Y LIMNOLÓGICA DE CARACOLES HOSPEDEROS DE TREMATODOS DE IMPORTANCIA EN SALUD PÚBLICA EN EL MUNICIPIO DE SILVIA, CAUCA.
- Gomes PAC. 1975. Biología da *Lymnaea columella* Say, 1817. *Arq. Mus. Nac.*

55:67-70.

- Gómez MI, Velásquez LE. 1999. Estudio de los Moluscos de Agua Dulce de la Reserva Ecológica « Cerro de San Miguel» (Caldas, Antioquia, Colombia). Actual. Biológicas 21:151-161.
- Haridy F, Morsy T, Gawish N, Antonios T, A G. 2002. The potential reservoir role of donkeys and horses in zoonotic fascioliasis in Gharbia Governorate, Egypt. J Egypt Soc Parasitol Egypt Soc Parasitol 32:561-570.
- Hausdorf B. 2002. Introduced land snails and slugs in Colombia. J. Molluscan Stud. 62:127-131.
- Henao N, Becerra M. 2011. Foco de fasciolosis ovina en una hacienda en la vereda Presidente, municipio Chitagá, Norte de Santander, Colombia. 9:64-72.
- Hodasi JKM. 1972. The effects of *Fasciola hepatica* on *Lymnaea truncatula*. Parasitology 65:359–369.
- León Dancel D. 1970. Life history of *Lymnaea columella* (Say) and its experimental infection with *Fasciola hepatica* (L.). J. Agr. Univ. Puerto Rico, 54:297-305,.
- Linares EL, Vera ML. 2012. Catálogo de los moluscos continentales de Colombia. 1.ª ed. (Biblioteca José Jerónimo Triana No. 23, editor.). Bogotá.
- Longo Sanchez M, Zamora González H, Vasquez Arteaga R, Velásquez LE. 2005. ASPECTOS ECOLOGICOS DE *Lymnaea* (MOLLUSCA: Lymnaeidae) EN LA REGIÓN DE AGUAS TIBIAS, MUNICIPIO PURACÉ-COCONUCO. Longo Sánchez, Magnolia C; Rev. la Asoc. Colomb. Ciencias Biológicas 17:47-58.
- López L., Romero J, Velásquez L. 2008. Aislamiento de Paramphistomidae en vacas de leche y en el hospedador intermediario (*Lymnaea truncatella* y *Lymnaea columella*) en una granja del trópico alto del occidente de Colombia. Rev. Colomb. ciencias Pecu. 21:9-18.
- López Paez M, Corredor arjona A, Nicholls Orejuela R, Duque S, Moncada Álvarez L, Reyes P, Rodríguez G. 2012. Atlas de Parasitología. 2º Edición. (Académica V, editor.). Bogotá, D.C.: Universidad Nacional de Colombia.
- Malek E., Cogswell F. 1980. *Lymnaea* (Pseudosuccinea) *columella* in Colombia. Nautilus (Philadelphia). 3:112-114.
- Malek EA. 1985. Snail host of Schistosomiasis and other snail-transmitted diseases

- in tropical America: A manual. (Organization PH, editor.). Washington D.C.
- Malek EA, Little MD. 1980. *Aroapyrgus colombiensis* n.sp (Gastropoda: Hydrobiidae) snail intermediate host of *Paragonimus caliensis* in Colombia. *Nautilus* (Philadelphia). 94:112-114.
- Malek E, Cheng T. 1974. Medical and Economic malacology.
- Marcos L, Terashima A, Leguia G, Canales M, Espinoza J, Gotuzzo E. 2007. La infección por *Fasciola hepatica* en el Perú: una enfermedad emergente. *Rev. ...* [Internet] 27:389-396. Available from: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1022-51292007000400008
- Marcos Raymundo L, Flores Maco V, Terashima A, Samalvides F, Gotuzzo E. 2002. Características clínicas de la infección crónica por *Fasciola hepática* en niños. *Rev. Gastroenterol* 22.
- Martínez F. 2011. Sobre La Malacofauna Del Río Júcar: Importancia De Los Gastropoda Como Hospedadores Intermediarios De Trematodos Digenea.
- Mas-Coma MS, Esteban JG, Bargues MD. 1999. Epidemiology of human fascioliasis: A review and proposed new classification. *Bull. World Health Organ.* 77:340-346.
- Monge-Nájera J. 2003. Introducción: Un vistazo a la historia natural de los moluscos. *Rev. Biol. Trop.* 51:1-3.
- Ortega-G C, Vásquez R, Vargas R, Vergara D, Rojas I, Cañola L. 2016. Situación epidemiológica de *Fasciola hepatica* en bovinos sacrificados en la central de sacrificio de Popayán, Cauca durante un año.
- Paraense W. 1995. *Lymnaea cousini* Jousseau, 1887, from Ecuador (Gastropoda: Lymnaeidae). *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*:605-609.
- Paraense WL. 1982. *Lymnaea viantrix* and *Lymnaea columella* in the neotropical region: distributional Outline. :181-188.
- Patiño R. 1978. Huéspedes intermediarios de *Fasciola hepática* en el departamento de Antioquia. *Rev. la Asoc. Colomb. ciencias biológicas.*
- Pile Aure E, Bustamante S-FN. y GDC. 1998. Dinâmica de *Lymnaea columella* (say, 1817), hospedeiro intermediário de *Fasciola hepatica* (Linnaeus, 1758)

- em municípios do estado de São Paulo, Brasil. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, 35(4):151-155. *Brazilian J. Vet. Res. Anim. Sci.* 35:151-155.
- Prepelitchi L, Rubel D, Moriena R, Racioppi O, Álvarez J, Kleiman F, Pietrokovsky Si, Wisnivesky-colli C. 2004. Prevalencia de infección natural por *Fasciola hepatica* en *Lymnaea columella* en el Departamento de Berón de Astrada , Provincia de Corrientes , Argentina . *Comun. Científicas y Tecnológicas- Univ. Nac. del Nord.* 5.
- Ramirez R, Paredes C, Arenas J. 2003. Moluscos de Perú. *Rev. Biol. Trop.* 51:225-284.
- Roldán G, Ramirez J. 2008. *Fundamentos de Limnología Neotropical*. 2da Edició. (Antioquia EU de, editor.). Medellín.
- Rupert, Barnes. 1996. *Zoología de Invertebrados*.
- Salazar L, Estrada VE, Velásquez LE. 2006a. Effect of the exposure to *Fasciola hepatica* (Trematoda: Digenea) on life history traits of *Lymnaea cousini* and *Lymnaea columella* (Gastropoda: Lymnaeidae). *Exp. Parasitol.* 114:77-83.
- Salazar L, Estrada VE, Velásquez LE. 2006b. Effect of the exposure to *Fasciola hepatica* (Trematoda: Digenea) on life history traits of *Lymnaea cousini* and *Lymnaea columella* (Gastropoda: Lymnaeidae). *Exp. Parasitol.* 2:77-83.
- Taha TC, Darjeeling W. 1992. Effect of temperature on the growth, life cycle and fecundity of the freshwater snails *Lymnaea (Radix) luteola* and *Lymnaea (Radix) acuminata* (Mollusca: Gastropoda). *Philipp. J. Sci.*
- Ueta MT. 1976. Algunos aspectos da biologia de *Lymnaea columella* Say, 1817 (Gastropoda, pulmonata). *Rev. Saude Publica* 10:355-366.
- Uribe C. 1950. Contribución al estudio de algunos tremátodos larvarios de Colombia. *Rev. Colomb. Ciencias Exactas, Físicas y Nat.* 7:526-533.
- Velasquez LE, Bedoya JC, Areiza A, Vélez ID. 2006. Primer registro de *Centrocestus formosanus* (Digenea: Heterophyidae) en Colombia. *Rev. Mex. Biodivers.* 77:119-121.
- Velásquez LE, Escobar JS. 2001. *Physa cubensis* PFEIFFER, 1839 (Pulmonata: Physidae) en la Sabana de Bogotá (Cundinamarca, Colombia). *Actual.*

Biológicas 23:75-80.

Vélez I, Ortega J, Hurtado M, Salazar A, Robledo S, Jimenez J, Velásquez L. 2000. Epidemiology of paragonimiasis in Colombia. *Trans Soc Trop Med Hyg* 94:661-663.

Vergara D, Velásquez LE. 2009. Larvas de Digenea en *Melanoides tuberculata* (Gastropoda: Thiaridae) en Medellín, Colombia. *Actual. Biológicas* 14:135-142.

Wilches C, Jaramillo JG, Velez ID. 2015. Asociación Colombiana de Infectología Prevalencia de *Fasciola hepatica* , en humanos y bovinos en el departamento del Quindío-Colombia 2012-2013. 18.

Wilches C, Jaramillo JG, Vélez ID. 2009. Presencia de infestación por *Fasciola hepática* en habitantes del valle de San Nicolás, oriente antioqueño. *Revsta Infect.* 13.

Wong, L. et A. 1999. Comparación de las Tablas de Vida de *Fossaria cubensis* y *Pseudosuccinea columella* Hospederos Intermediarios de *Fasciola hepática* en Cuba. *Rev. Cubana Med. Trop.*

12 ANEXOS

Anexo 1 Parámetros Físicos de los diferentes puntos de Muestreo

	Oxígeno (mg/L)	Oxígeno Disuelto (%)	NaCl (mg/L)	Sólidos disueltos (µs/cm)	Temperatura (°C)
Punto 1	6,67	94,3	20,66	34,8	14,3
	6,64	93,8	24,69	34,8	14,3
	6,62	93,4	20,7	34,9	14,3
	6,66	93,5	20,71	34,8	14,3
	6,65	93,2	24,7	34,8	14,3
Punto 2	6,59	93,4	20,84	35,3	14,4
	6,58	93,4	20,84	35,1	14,4
	6,63	94	20,85	35,1	14,4
	6,61	93,7	20,85	35,3	14,4
	6,61	93,9	20,85	35,3	14,4
Punto 3	6,41	92,5	21,44	37	15,3
	6,41	92,5	21,39	36,9	15,3
	6,42	92,5	21,41	36,9	15,3
	6,39	92,2	21,38	36,8	15,2
	6,37	92,1	21,4	36,9	15,3
Punto 4	6,58	94,5	22,9	39,4	15,2
	6,58	94,5	22,9	39,4	15,2
	6,6	94,7	22,9	39,4	15,2
	6,6	94,8	22,9	39,6	15,2
	6,6	94,5	22,9	39,6	15,2
Punto 5	5,08	73,6	44,3	77	15,9
	4,97	71,9	44,3	77,1	15,9
	5,01	73	44,6	77	15,9
	5,04	73,6	44,4	77,5	15,9
	5,04	73,6	44,4	77,1	15,9
Punto 6	0,07	1	65,9	114,3	15,9
	1,71	1	65,9	114,3	15,9
	0,07	1,1	65,9	114,2	15,9
	1,69	1	65,9	114,3	15,9
	0,07	1,1	65,9	114,2	15,9

En la tabla se incluyen la información relacionada con Oxígeno (mg/mL), Oxígeno Disuelto (%), NaCl (mg/L), Sólidos Disueltos (µs/cm) y Temperatura del Agua, tomados en todos los 6 puntos de muestreo a una profundidad entre 10-15cm.

**Anexo 2 Estadísticos descriptivos para los 6 puntos de muestreo de los
Parámetros medidos.**

		Oxígeno (mg/L)	Oxígeno Disuelto (%)	Conductividad (μ S/cm)	
Punto 1	1	6,67	94,30	34,80	
	2	6,64	93,80	34,80	
	3	6,62	93,40	34,90	
	4	6,66	93,50	34,80	
	5	6,65	93,20	34,80	
	Total	Media	6,6480	93,6400	34,8200
		Mediana	6,6500	93,5000	34,8000
		Error típ. de la media	,00860	,19131	,02000
		Mínimo	6,62	93,20	34,80
		Máximo	6,67	94,30	34,90
		Desv. típ.	,01924	,42778	,04472
		Varianza	,000	,183	,002
	2	1	6,59	93,40	35,30
2		6,58	93,40	35,10	
3		6,63	94,00	35,10	
4		6,61	93,70	35,30	
5		6,61	93,90	35,30	
Total		Media	6,6040	93,6800	35,2200
		Mediana	6,6100	93,7000	35,3000
		Error típ. de la media	,00872	,12410	,04899
		Mínimo	6,58	93,40	35,10
		Máximo	6,63	94,00	35,30
		Desv. típ.	,01949	,27749	,10954
		Varianza	,000	,077	,012
3		1	6,41	92,50	37,00
	2	6,41	92,50	36,90	
	3	6,42	92,50	36,90	
	4	6,39	92,20	36,80	
	5	6,37	92,10	36,90	
	Total	Media	6,4000	92,3600	36,9000
		Mediana	6,4100	92,5000	36,9000
		Error típ. de la media	,00894	,08718	,03162
		Mínimo	6,37	92,10	36,80
		Máximo	6,42	92,50	37,00
		Desv. típ.	,02000	,19494	,07071

		Varianza	,000	,038	,005
4	1		6,58	94,50	39,40
	2		6,58	94,50	39,40
	3		6,60	94,70	39,40
	4		6,60	94,80	39,60
	5		6,60	94,50	39,60
	Total	Media	6,5920	94,6000	39,4800
		Mediana	6,6000	94,5000	39,4000
		Error típ. de la media	,00490	,06325	,04899
		Mínimo	6,58	94,50	39,40
		Máximo	6,60	94,80	39,60
		Desv. típ.	,01095	,14142	,10954
		Varianza	,000	,020	,012
5	1		5,08	73,60	77,00
	2		4,97	71,90	77,10
	3		5,01	73,00	77,00
	4		5,04	73,60	77,50
	5		5,04	73,60	77,10
	Total	Media	5,0280	73,1400	77,1400
		Mediana	5,0400	73,6000	77,1000
		Error típ. de la media	,01828	,33106	,09274
		Mínimo	4,97	71,90	77,00
		Máximo	5,08	73,60	77,50
		Desv. típ.	,04087	,74027	,20736
		Varianza	,002	,548	,043
6	1		,07	1,00	114,30
	2		1,71	1,00	114,30
	3		,07	1,10	114,20
	4		1,69	1,00	114,30
	5		,07	1,10	114,20
	Total	Media	,7220	1,0400	114,2600
		Mediana	,0700	1,0000	114,3000
		Error típ. de la media	,39928	,02449	,02449
		Mínimo	,07	1,00	114,20
		Máximo	1,71	1,10	114,30
		Desv. típ.	,89282	,05477	,05477
		Varianza	,797	,003	,003
Total	Media		5,3323	74,7433	56,3033
	Mediana		6,5000	92,8500	38,2000
	Error típ. de la media		,40160	6,27702	5,54955
	Mínimo		,07	1,00	34,80

Máximo	6,67	94,80	114,30
Desv. típ.	2,19963	34,38063	30,39611
Varianza	4,838	1182,028	923,924

Anexo 3 Medidas malacológicas básicas de la concha de caracoles

Longitud Total (mm)	Longitud Espira (mm)	Longitud Sutura(mm)	Longitud Ápice (mm)	Longitud Apertura x (mm)	Longitud Apertura Y (mm)
19,5425	13,2713	3,7989	0,6341	7,7246	12,6503
18,4215	11,8451	3,4094	0,7430	6,0203	10,9023
19,2883	12,9867	3,6259	0,6112	6,9985	11,0567
19,9621	14,3856	3,8093	0,8393	9,0063	10,3232
16,0784	10,3719	3,0549	0,5874	7,3564	11,0646
21,6186	15,6068	4,3970	0,5388	8,4430	14,2268
18,8369	12,7511	3,8933	0,9817	9,3863	11,7309
17,2502	10,8465	8,8397	0,7713	8,0653	13,4214
19,7233	13,6073	3,4603	0,5252	7,0637	11,6562
13,6090	10,4682	4,2234	0,4878	8,9162	11,8312
17,9115	11,6871	3,2287	0,3415	7,9310	12,3580
20,1865	13,0338	4,0699	0,7430	7,9769	12,1574
20,6227	14,6837	3,7102	0,4497	8,2743	13,4482
18,3070	12,2763	3,8623	0,4427	8,1335	12,3949
17,0801	11,4738	5,3880	0,5954	7,4186	12,3439
18,0618	12,1904	3,6563	0,9421	8,3779	12,5222
17,6268	11,7406	3,8413	0,5954	7,3276	11,9537
18,1539	11,4172	3,9473	0,6366	7,9745	12,3276
16,8959	11,1401	3,6164	0,4390	8,0131	11,6593
18,3632	12,8025	3,6008	0,4497	7,7616	12,6829
10,1269	6,9036	2,1252	0,2182	3,9161	7,1154
9,8669	6,7220	1,8128	0,1967	4,8900	7,5704
10,3027	7,1774	2,3577	0,2804	4,8783	7,2757
10,4281	7,1957	2,0742	0,1463	4,9747	7,9566
10,9226	7,1559	2,1651	0,2011	5,0800	8,3563
10,6580	7,1336	1,9634	0,3628	5,7373	7,8160
12,2455	8,4294	2,2524	0,1543	5,4551	8,6253
11,2662	7,6176	2,0998	0,1463	5,0668	7,3518
11,6978	7,8487	2,7424	0,3551	5,1740	8,6169
10,7559	7,3335	2,3425	0,2439	5,0928	8,2729

11,6134	7,5293	2,9321	0,2437	5,4166	8,3220
11,4594	8,3908	2,2124	0,2070	4,5659	8,0907
12,9819	9,1750	2,4840	0,2439	5,0357	8,6468
12,6365	8,6319	2,3139	0,2844	4,7093	8,5859
11,7529	8,1679	2,3642	0,1380	5,6887	8,4253
11,0163	7,2230	2,0213	0,1759	5,2577	7,4976
12,1949	8,5550	2,0673	0,1380	5,1941	8,5066
11,8595	9,2518	2,1201	0,3725	4,3026	8,0596
11,0861	7,6118	2,5201	0,1463	4,4657	7,7739
10,0895	7,1456	2,1346	1,7260	4,0100	7,1206
7,3921	4,9747	1,5617	0,2182	3,1722	4,9959
9,2670	6,8796	1,6614	0,2319	3,4565	5,8514
7,2910	5,2470	1,8108	0,1463	3,3659	5,0246
7,6226	5,4355	1,3797	0,2011	3,3371	5,5618
7,7849	5,4355	1,6105	0,1416	3,7612	5,2793
8,2075	5,4138	1,6820	0,1951	3,8127	6,0324
8,2681	5,8247	1,3667	0,3449	4,0987	6,4420
7,4851	5,0605	1,5506	0,2439	3,7086	5,4778
8,3220	5,5689	1,6456	0,6847	3,3160	6,1007
7,9284	5,5010	1,3745	0,0690	3,6012	5,4930
7,8087	5,9696	1,4967	0,5562	3,5244	5,2538
7,5710	5,7635	1,2961	0,2011	3,0326	5,0365
8,1730	5,6831	1,8369	0,2844	3,6257	5,6290
9,4775	6,1149	2,3997	0,4023	3,5341	6,6192
7,7271	5,2908	1,8226	0,3121	3,7355	5,6436
7,9763	5,3048	1,7932	0,2182	4,3590	5,1854
8,8866	6,2441	1,7432	0,5454	3,3246	4,6227
6,5564	4,7239	1,2205	0,3715	3,8425	6,0747
8,2422	5,8465	1,7683	0,6660	3,2738	6,0111
9,0627	6,3336	1,8696	0,4878	4,0420	5,6762

Anexo 4 Categorización de las Conchas de Caracoles de acuerdo a la longitud

Total (N=60)

		Long total	Long abertura X	Long Abertura Y
Longitud	Pequeño 1			
total		10,1269	3,9161	7,1154
(agrupada)				
	2	9,8669	4,8900	7,5704
	3	10,3027	4,8783	7,2757
	4	10,4281	4,9747	7,9566
	5	10,9226	5,0800	8,3563
	6	10,6580	5,7373	7,8160
	7	11,2662	5,0668	7,3518
	8	10,7559	5,0928	8,2729
	9	11,4594	4,5659	8,0907
	10	11,0163	5,2577	7,4976
	11	11,0861	4,4657	7,7739
	12	10,0895	4,0100	7,1206
	13	7,3921	3,1722	4,9959
	14	9,2670	3,4565	5,8514
	15	7,2910	3,3659	5,0246
	16	7,6226	3,3371	5,5618
	17	7,7849	3,7612	5,2793
	18	8,2075	3,8127	6,0324
	19	8,2681	4,0987	6,4420
	20	7,4851	3,7086	5,4778
	21	8,3220	3,3160	6,1007
	22	7,9284	3,6012	5,4930
	23	7,8087	3,5244	5,2538
	24	7,5710	3,0326	5,0365
	25	8,1730	3,6257	5,6290
	26	9,4775	3,5341	6,6192
	27	7,7271	3,7355	5,6436
	28	7,9763	4,3590	5,1854
	29	8,8866	3,3246	4,6227
	30	6,5564	3,8425	6,0747
	31	8,2422	3,2738	6,0111

	32		9,0627	4,0420	5,6762
	Total	Media	9,032150	4,058113	6,381531
		Mediana	8,604300	3,827600	6,053550
		Mínimo	6,5564	3,0326	4,6227
		Máximo	11,4594	5,7373	8,3563
		Rango	4,9030	2,7047	3,7336
		Desv. típ.	1,4330578	,7276216	1,1302486
		Varianza	2,054	,529	1,277
Mediano	1		16,0784	7,3564	11,0646
	2		13,6090	8,9162	11,8312
	3		12,2455	5,4551	8,6253
	4		11,6978	5,1740	8,6169
	5		11,6134	5,4166	8,3220
	6		12,9819	5,0357	8,6468
	7		12,6365	4,7093	8,5859
	8		11,7529	5,6887	8,4253
	9		12,1949	5,1941	8,5066
	10		11,8595	4,3026	8,0596
	Total	Media	12,666980	5,724870	9,068420
		Mediana	12,220200	5,305350	8,601400
		Mínimo	11,6134	4,3026	8,0596
		Máximo	16,0784	8,9162	11,8312
		Rango	4,4650	4,6136	3,7716
		Desv. típ.	1,3565767	1,3796117	1,2794360
		Varianza	1,840	1,903	1,637
Grandes	1		19,5425	7,7246	12,6503
	2		18,4215	6,0203	10,9023
	3		19,2883	6,9985	11,0567
	4		19,9621	9,0063	10,3232
	5		21,6186	8,4430	14,2268
	6		18,8369	9,3863	11,7309
	7		17,2502	8,0653	13,4214
	8		19,7233	7,0637	11,6562
	9		17,9115	7,9310	12,3580
	10		20,1865	7,9769	12,1574

	11		20,6227	8,2743	13,4482
	12		18,3070	8,1335	12,3949
	13		17,0801	7,4186	12,3439
	14		18,0618	8,3779	12,5222
	15		17,6268	7,3276	11,9537
	16		18,1539	7,9745	12,3276
	17		16,8959	8,0131	11,6593
	18		18,3632	7,7616	12,6829
	Total	Media	18,769600	7,883167	12,211994
		Mediana	18,392350	7,975700	12,335750
		Mínimo	16,8959	6,0203	10,3232
		Máximo	21,6186	9,3863	14,2268
		Rango	4,7227	3,3660	3,9036
		Desv. típ.	1,3028793	,7613057	,9449249
		Varianza	1,697	,580	,893
Total		Media	12,559190	5,483422	8,578485
		Mediana	11,176150	5,051250	8,075150
		Mínimo	6,5564	3,0326	4,6227
		Máximo	21,6186	9,3863	14,2268
		Rango	15,0622	6,3537	9,6041
		Desv. típ.	4,5127417	1,8984583	2,8043783
		Varianza	20,365	3,604	7,865