

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN EFECTIVA DE CAL, COMO  
MOLUSQUICIDA, *in vitro*, PARA EL CONTROL DEL HOSPEDERO  
INTERMEDIARIO DE *Fasciola hepatica*, *in vivo*, EN LA ALDEA  
PAQUIX, CHIANTLA, HUEHUETENANGO.**

**MAGNOLIA CHANG ALBIZUREZ**



**GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2008**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
ESCUELA DE VETERINARIA**

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN EFECTIVA DE CAL, COMO  
MOLUSQUICIDA, *in vitro*, PARA EL CONTROL DEL HOSPEDERO  
INTERMEDIARIO DE *Fasciola hepatica*, *in vivo*, EN LA ALDEA  
PAQUIX, CHIANTLA, HUEHUETENANGO.**

**TESIS**

**PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE  
MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA DE LA UNIVERSIDAD DE  
SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**POR**

**MAGNOLIA CHANG ALBIZUREZ**

**AL CONFERÍRSELE EL GRADO ACADÉMICO DE**

**MÉDICA VETERINARIA**

**GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2008**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
JUNTA DIRECTIVA**

<b>DECANO</b>	Lic. Zoot. MARCO VINICIO DE LA ROSA MONTEPEQUE
<b>SECRETARIO</b>	Med. Vet. MARCO VINICIO GARCIA URBINA
<b>VOCAL I</b>	Med. Vet. YERI EDGARDO VÉLIZ PORRAS
<b>VOCAL II</b>	Mag. Sc. M. V. FREDY ROLANDO GONZÁLEZ GUERRERO
<b>VOCAL III</b>	Med. Vet. y Zoot. MARIO ANTONIO MOTTA GONZÁLEZ
<b>VOCAL IV</b>	Br. DAVID GRANADOS DIESELDORFF
<b>VOCAL V</b>	Br. LUIS GUILLERMO GUERRA BONE

**ASESORES**

Med. Vet. MANUEL EDUARDO RODRÍGUEZ ZEA  
Med. Vet. JAIME ROLANDO MÉNDEZ SOSA  
Med. Vet. LUDWING ESTUARDO FIGUEROA HERNÁNDEZ

# HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

EN CUMPLIMIENTO A LO ESTABLECIDO POR LOS ESTATUTOS DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA PRESENTO A CONSIDERACIÓN DE USTEDES EL TRABAJO DE TESIS TITULADO:

DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN EFECTIVA DE CAL, COMO MOLUSQUICIDA, *in vitro*, PARA EL CONTROL DEL HOSPEDERO INTERMEDIARIO DE *Fasciola hepatica*, *in vivo*, EN LA ALDEA PAQUIX, CHIANTLA, HUEHUETENANGO.

QUE FUERE APROBADO POR LA JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

COMO REQUISITO PREVIO A OPTAR AL TÍTULO PROFECIONAL DE

MÉDICA VETERINARIA

## **TESIS QUE DEDICO**

### **A MI ABUELITA**

Fuente incansable de amor, que con paciencia y sabiduría, supo inculcar en mí las bases de la mujer que soy.

### **A MIS PAPAS**

Por la libertad que me dieron para seguir mi propio camino.

### **A MI FAMILIA**

Por el apoyo y la paciencia durante estos años de estudio.

### **A MIS AMIGAS Y AMIGOS**

Silvia, Ileana, Marilyn, Margoth, Sonia, Denisse, Carmen, Betzabé, Andrea H., Deborah, Lorena, Ma. Renee, Gabriela, Andrés, Sergio Morales, Julio P., Christian, Pablo V., Julio A., Francisco, Sergio Marroquín, Pablo B. y Andrea A. Por los buenos momentos y por todo el apoyo.

### **A MI AHIJADA LOURDES**

Para que llegues a un más lejos de lo yo pueda esperar.

# AGRADECIMIENTOS

A DIOS Y A LA VIRGEN MARÍA

A TODA MI FAMILIA

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

A LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA

A MIS ASESORES Y CATEDRÁTICOS, por ser una guía durante estos años.

A MI MADRINA Y PADRINO DE GRADUACIÓN, por los consejos y el gran apoyo

Y A TODOS AQUELLOS QUE ME ACOMPAÑARON DURANTE ESTE RECORRIDO,

GRACIAS

# ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	HIPÓTESIS	2
III.	OBJETIVOS	3
	3.1 General	3
	3.2 Específicos	3
IV.	REVISIÓN DE LITERATURA	4
	4.1 Problemática	4
	4.2 Epidemiología	4
	4.2.1 Factores biológicos	5
	4.2.2 Factores climáticos	5
	4.2.3 Factores topográficos	5
	4.2.4 Factores humanos	6
	4.3 Clasificación taxonómica de <i>Fasciola hepatica</i>	6
	4.4 Morfología	7
	4.5 Ciclo evolutivo	7
	4.6 Hospedero intermediario	8
	4.7 Hospedero definitivo	10
	4.8 Contagio	11
	4.9 Patogenia	12
	4.10 Síntomas	13
	4.10.1 Fasciolosis aguda	13
	4.10.2 Fasciolosis subaguda	14
	4.10.3 Fasciolosis crónica	14
	4.11 Lesiones	15
	4.12 Diagnóstico	16
	4.12.1 Diagnóstico postmortem	17

4.12.2	Diagnóstico coprológico	17
4.12.3	Análisis bioquímico de la sangre	17
4.12.4	Pruebas inmunológicas	18
4.13	Tratamiento, control y prevención	18
4.13.1	Control del parásito en el animal	18
4.13.2	Control de los estadios libres de <i>Fasciola hepatica</i>	20
4.13.3	Control del caracol	20
4.13.3.1	Control físico	20
4.13.3.2	Control químico	21
4.13.3.3	Control biológico	22
4.13.4	Control por aumento de la respuesta animal	22
4.13.5	Desarrollo sociocultural	22
V.	MATERIALES Y MÉTODOS	23
5.1	Materiales	23
5.1.1	Recursos humanos	23
5.1.2	Materiales de laboratorio	23
5.1.3	Materiales de campo	24
5.2	Métodos	24
5.2.1	Diseño del estudio	24
5.2.2	Características del área	24
5.2.3	Estudio <i>in vitro</i>	25
5.2.3.1	Definición de variables	25
5.2.3.2	Metodología	25
5.2.3.3	Análisis de datos	27
5.2.4	Estudio <i>in vivo</i>	28
5.2.4.1	Definición de variables	28
5.2.4.2	Metodología	28
5.2.4.3	Análisis de datos	29
5.2.5	Centros de referencia	29

VI.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
VII.	CONCLUSIONES	33
VIII.	RECOMENDACIONES	34
IX.	RESUMEN	36
X.	BIBLIOGRAFÍA	38
XI.	ANEXOS	42
XII.	APÉNDICES	54

## I. INTRODUCCIÓN

Actualmente la fasciolosis es reconocida como una enfermedad humana emergente; la OMS ha estimado que entre 2.4 y 1.7 millones de personas están infectadas con *Fasciola hepatica* y que alrededor de 180 millones están en riesgo de infección. Adicionalmente esta enfermedad es causante de grandes pérdidas económicas en explotaciones de ovinos, caprinos, bovinos y equinos.

Desafortunadamente, sobre el control de *Fasciola hepatica* influye la pobreza, ya que aunque existan muchos medicamentos fasciolicidas para controlar la enfermedad, el costo de los tratamientos es una barrera para su uso en países en vías de desarrollo como el nuestro.

Sin embargo, debido a que el establecimiento y la persistencia de esta enfermedad depende de la presencia de caracoles del género *Lymnaea*, se considera que el control de esta enfermedad puede alcanzarse en parte, controlando la población de estos moluscos, lo cual puede ser llevado a cabo a través de la aplicación de cal en los terrenos de pastoreo, ya que a diferencia de los molusquicidas comerciales, la cal es un producto de bajo costo, fácil de manejar y no es tóxico para los mamíferos.

La presente investigación busca determinar cual o cuales son las concentraciones más efectivas de cal como molusquicida, para el control del hospedero intermediario de *Fasciola hepatica*, en la aldea de Paquix, Chiantla, Huehuetenango, iniciando con la determinación de la dosis efectiva *in vitro*, para luego evaluarla *in vivo*, como una alternativa en la lucha contra este parásito.

## II. HIPÓTESIS

El uso de Cal en concentraciones de 4.5grs por litro de agua *in vitro*, y 190grs/mt<sup>2</sup> en potreros es efectivo para el control de caracoles hospederos intermediarios de *Fasciola hepatica*.

### III. OBJETIVOS

#### 3.1 GENERAL

- ◆ Contribuir al conocimiento del uso de la Cal para el control del hospedero intermediario de *Fasciola hepatica* en terrenos de pastoreo de la aldea Paquix, Chiantla, Huehuetenango.

#### 3.2 ESPECÍFICOS

- ◆ Determinar *in vitro*, cuál ó cuales son las dosis más efectivas de Cal para el control de caracoles que actúan como hospederos intermediarios de *Fasciola hepatica*.
- ◆ Evaluar la efectividad de las concentraciones de Cal, encontradas más efectivas *in vitro*, al aplicarlas en terrenos de pastoreo de rumiantes.

## IV. REVISIÓN DE LITERATURA

### 4.1 PROBLEMÁTICA

La fasciolosis es un proceso inflamatorio crónico del hígado y conductos biliares, que causa trastornos digestivos y de la nutrición, principalmente en la oveja aunque también afecta a otros animales domésticos y varias especies silvestres (7, 12, 13, 18, 21, 22).

Debido a las alteraciones estructurales y metabólicas que produce *Fasciola hepatica*, las pérdidas económicas directas por muertes o decomisos son considerables, sin embargo, las mayores pérdidas son causadas cuando la enfermedad es subclínica, y son estas pérdidas indirectas las más difíciles de cuantificar; entre estas tenemos reducción de los índices de crecimiento y conversión, disminución de las producciones láctea y cárnica, efectos adversos en la cantidad y calidad de la lana, interferencias en la fertilidad y fecundidad, mayor susceptibilidad a otras enfermedades, así como gasto en tratamientos y profilaxis (2, 3, 7, 11, 12, 13, 18, 22, 23).

Se ha estimado que un cuarto de la población total de ovinos y bovinos del mundo pastorean en áreas donde *Fasciola hepatica* está presente y el medio ambiente es favorable para su mantenimiento y dispersión (22).

### 4.2 EPIDEMIOLOGÍA

Existen varios factores que intervienen en la presentación de esta enfermedad

#### **4.2.1 Factores biológicos**

Entre los favorables tenemos alta postura de huevos, resistencia de las metacercarias en el ambiente, permanencia muy larga en el huésped, alto poder reproductivo de los caracoles, dispersión activa y pasiva de los caracoles, ovinos en zonas infestadas (7, 10, 22).

En los desfavorables se encuentra resistencia en bovinos, corta vida del miracidio, presencia de depredadores del caracol, caracoles demasiado jóvenes, ya que si miden solamente 12mm no soportan el contagio tan bien como los más viejos (7, 10).

#### **4.2.2 Factores climáticos**

Favorecen la presencia de esta enfermedad temperaturas por encima de 10°C y estaciones húmedas. Mientras que son desfavorables las temperaturas por debajo de 10°C y estaciones secas, ya que no evoluciona el caracol. Las temperaturas bajas luego de condiciones buenas para el caracol pueden retrasar la evolución de estadios juveniles, lo cual disminuye la contaminación de los pastos (2, 7, 9, 10, 18, 22).

#### **4.2.3 Factores topográficos**

Las áreas que permanentemente se encuentran húmedas, con fuentes de agua renovables, son favorables para el desarrollo de caracoles hospederos y por lo tanto para el desarrollo de *Fasciola hepatica*, no así áreas secas, cursos de aguas rápidas, aguas estancadas o períodos secos prolongados (7, 9, 10, 22).

#### 4.2.4 Factores humanos: manejo

Entre el manejo inadecuado que favorece el apareamiento y persistencia de esta enfermedad, tenemos alta carga de animales susceptibles en áreas contaminadas, sobrepastoreo en áreas con bajas cargas parasitarias, falta de drenajes, falta de alambrados y mal uso de productos fasciolicidas (7, 10, 22).

Como factores desfavorables para *Fasciola hepatica* tenemos el aislamiento de animales susceptibles, buen uso estratégico de drogas fasciolicidas y manejo con animales menos susceptibles. También se debe tener en cuenta que *Fasciola hepatica* puede infectar a muchos mamíferos, incluyendo ciervos, cerdos y conejos, y es posible que estos actúen como reservorios de la enfermedad (10, 22).

#### 4.3 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE *Fasciola hepática* (Linnaeus, 1758)

REINO: *Animalia*

PHYLUM: *Platyhelminthes*

CLASE: *Trematoda*

SUBCLASE: *Digenea*

ORDEN: *Echinostomida*

FAMILIA: *Fasciolidae*

GÉNERO Y ESPECIE: *Fasciola hepatica* (7, 18).

#### 4.4 MORFOLOGÍA

*Fasciola hepatica* es un parásito hermafrodita, con forma de hoja de dos a cinco centímetros de longitud. Su tegumento se caracteriza por la presencia de grandes espinas las cuales utiliza para desplazarse y que ejercen una acción irritativa en los canales biliares y parénquima hepático del hospedero definitivo. Sus huevos son de color amarillo – marrón, operculados, ovalados y de un tamaño de 130 – 150µm de longitud por 63 – 90µm de ancho (2, 3, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 18, 19, 21, 22, 24).

#### 4.5 CICLO EVOLUTIVO

El parásito adulto pone de 2000 a 5000 huevos fecundados al día, que llegan a vesícula biliar a través de los conductos biliares del hospedero, allí se reúnen y son eliminados con la bilis hacia el intestino para ser evacuados con las heces al exterior. Los huevos deberán llegar a charcas u otros acúmulos de agua para poder continuar su ciclo. Debido a que los huevos son sensibles a los cambios de temperatura en el agua, el desarrollo embrionario varía de seis semanas a 15°C y 10 días a 22°C (2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 18, 19, 21, 22, 25).

Al finalizar el desarrollo embrionario se forma un miracidio de cada huevo, este levanta el opérculo del huevo y lo abandona. Cuando las condiciones son adecuadas, los miracidios eclosionan en masa y nadan activamente para encontrar un caracol hospedero de la género *Lymnaea* en las siguientes 24 horas, para continuar su desarrollo. El miracidio penetra la cavidad respiratoria o el pie del caracol y una vez dentro se desprende de su cubierta de pestañas y busca las glándulas del intestino medio, para convertirse aquí, al cabo de dos semanas en esporocisto. Posteriormente el esporocisto da lugar de cinco a 40 redias, cuya formación depende de la humedad y temperatura, así como del estado de nutrición del caracol. La redias a su vez dan lugar a las cercarias, las cuales abandonan el

caracol alrededor de cinco semanas después de la entrada del miracidio. Un solo miracidio puede dar lugar a 600 o más cercarias (2, 3, 4, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 18, 19, 21, 22, 23, 25).

Cuando no hay suficiente humedad, los caracoles retienen las cercarias, pero una vez hay condiciones favorables se produce su liberación en oleadas, las cuales nadan activamente hasta la superficie de plantas donde se fijan, entonces su cuerpo se redondea, pierden su cola y secretan una gruesa pared quística para transformarse en metacercarias. En la mayoría de los casos los quistes se fijan 1cm por debajo del nivel del agua. Los quistes son de color gris blanquecino y en condiciones óptimas pueden sobrevivir durante un año (2, 3, 4, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 18, 19, 21, 22, 23, 25).

Cuando son ingeridas por ovejas u otros animales el quiste se disuelve y queda libre el joven tremátodo. Este penetra a través de la pared del intestino delgado alcanzando la cavidad peritoneal dos a 28 horas después. Seguidamente penetra en el hígado, donde vaga durante seis a ocho semanas por el tejido hepático, para finalmente asentarse en un conducto biliar grande. La puesta de huevos tiene lugar 10 a 12 semanas después de la infestación inicial (2, 3, 4, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 18, 19, 21, 22, 25).

#### **4.6 HOSPEDERO INTERMEDIARIO**

Son los caracoles de la familia Lymnaea, los cuales tienen un tamaño desde cinco a 15mm de longitud, la cáscara es cónica, puntiaguda, de color pardo córneo y las vueltas en espiral aumentan regularmente. La abertura de la concha es elíptica u oval y su borde está parcialmente vuelto hacia fuera (2, 3, 7, 12, 13, 18, 22, 28).

En general el caracol prefiere como zona de cría terrenos ricos en aguas freáticas, húmedos y con suelos con un pH ligeramente ácido entre 6.8 y 7.8. El caracol depende del

agua estancada clara y rica en oxígeno o de cursos de agua con corriente lenta, no mayor de 50mts/segundo. El fondo debe ser fangoso o de arcilla fina, pero también puede ser arenoso o turboso siempre y cuando los caracoles dispongan del alimento preciso, el cual es principalmente algas, polen de hierbas, plantas en putrefacción y lodo. Los caracoles desarrollan una gran actividad a temperaturas de 10°C, siendo más intensa a 22°C (3, 9, 10, 18, 22).

Las zonas donde es más común encontrar caracoles son zanjas de desagüe, drenaje y desecación y sus desembocaduras, pequeños estanques que no tengan más de 1/2mt de profundidad, charcas cubiertas de hierbas, lagunas donde no haya cañas, márgenes de cursos de agua encenagados por las pisadas de los animales, terrenos próximos a fuentes de corriente lenta y también se puede establecer en praderas que se mantienen húmedas y son propensas a la formación de lagunas y charcos, y en los abrevaderos situados en terrenos secos, a los que acuden regularmente las ovejas (3, 10).

El desarrollo de las fases larvarias de *Fasciola hepatica* implantadas en los caracoles, tiene lugar en cantidades insignificantes de agua, como las rodadas de los carros, impresiones formadas por los cascos o pezuñas de los animales, charcas de los caminos y pequeñas depresiones del suelo, de manera más favorable que en los márgenes de arroyo, en los propios arroyos o en otros cursos de agua pequeños, lo cual debe tenerse en cuenta en la lucha contra los caracoles (3).

Ante el peligro de desecación de las charcas o de los lugares enfangados, el caracol busca terrenos todavía húmedos, escondiéndose entre peñas de tierra mullida, grietas y hendiduras de la tierra. Los caracoles jóvenes pueden sobrevivir alrededor de dos meses, mientras que los más viejos soportan hasta casi un año (3, 9, 18).

Durante los períodos de sequía la población de caracoles disminuye, pero los supervivientes, que regresan a la superficie con la humedad, compensan muy pronto las bajas, con nuevas y abundantes poblaciones. Está demostrado que un solo caracol, al

cabo de tres meses, puede haber producido dos generaciones con casi 25,000 ejemplares. El hecho de que puedan soportar largos períodos de sequía, tiene importancia epizootiológica, ya que las fases larvianas de *Fasciola hepatica* que se hallan en los caracoles, no mueren, sino que prosiguen su evolución lentamente (3, 9, 18).

El caracol alcanza la madurez sexual a las tres a cuatro semanas de edad y es autofecundo. La puesta depende de factores ambientales y se da en los márgenes del agua o en el musgo húmedo, ramas, hierbas o sobre el cieno. A temperaturas favorables, el número de huevos se estima en 60, lo que representa hasta 3,000. La puesta se da durante toda su vida, pudiendo vivir de 12 a 21 meses (3, 10).

Todas aquellas zonas en las que las condiciones aseguran la existencia de caracoles de la fasciolosis favorecen a su vez la difusión de la enfermedad. También influye la naturaleza del suelo, cuanto más impermeable sea, más fácilmente formarán charcas que permanecen durante largo tiempo, incluso tras precipitaciones o inundaciones relativamente moderadas, o bien permitirá que suba hasta la superficie el nivel de las aguas freáticas, contribuyendo así al desarrollo de densas poblaciones de caracoles. Así sucede que un suelo pesado, limoso-arcilloso, favorece considerablemente más la formación de colecciones acuosas, incluso tras precipitaciones relativamente escasas, que otro "semipesado", cenagoso-arenoso, u otro totalmente "ligero", arenoso-guijarroso, u otro arenoso (3).

#### **4.7 HOSPEDERO DEFINITIVO**

La receptividad de los hospederos definitivos es variable, clasificándose éstos en tres grupos: en el primero tenemos los que reaccionan rápidamente frente al parásito, evitando su desarrollo, como el cerdo, jabalí, perro y gato; en el segundo grupo están aquellos que reaccionan con retraso al proceso ya implantado en el hígado, como bovinos,

équidos y el hombre; y en último lugar se encuentran los mamíferos más receptivos, en los que se da una gran proliferación de los parásitos y una gran patogenicidad, como ovinos, caprinos y lagomorfos (7, 9, 22, 23).

#### **4.8 CONTAGIO:**

En el caso de animales pastantes se da por ingestión de hierbas contaminadas con quistes de cercarias. Estas plantas se hallan en el agua y son accesibles a los animales cuando desciende el nivel del agua. De este modo los contagios pueden mantenerse largo tiempo (3, 24).

Aunque los quistes se adhieren a las plantas, raras veces se desprenden y son ingeridos con el agua. También es posible la infestación por ingestión de caracoles vivos o muertos que contengan cercarias maduras o metarcarias externamente adheridas a ellos (3).

En el establo el contagio se da por la ingestión de forrajes procedentes de prados infestados o de heno con cercarias, almacenado sin estar absolutamente seco, mal recogido o recientemente cosechado (3).

Existen datos de infestaciones intrauterinas en oveja, potros y el hombre. Se cree que la infestación es hemática debido a la localización de fasciolas en músculo, ojo, cerebro y otros órganos, suponiéndose que las fasciolas migran a través de la placenta hacia la gran circulación; aunque también se sospecha que la fasciola joven puede penetrar el útero, a partir de la cavidad peritoneal (3, 7).

El contagio de los pastos es posible en todo lugar con suficiente humedad y vegetación, en los que se desarrollan los caracoles. En muchas ocasiones una fasciolosis

mantenida dentro de límites soportables y no muy manifiesta clínicamente, puede agravarse adquiriendo un carácter epizootico con numerosas bajas y disminución de la producción; esto ocurre frecuentemente en los años con precipitaciones muy superiores al promedio. Sin embargo, un solo año húmedo en una serie de años secos, no siempre basta para provocar grandes pérdidas por fasciolosis, cuando siguen dos años húmedos, en el segundo los contagios experimentan un incremento potencial, gracias al aumento de la formación de quistes por la población de caracoles, que a su vez, aumentó el año anterior (3, 7).

A través de varios estudios epidemiológicos se ha demostrado que los ovinos infectados, son los que más contribuyen a la continua contaminación de las pasturas, llegando a tener una excreción de hasta 2 millones de huevos por animal por día (3, 7, 12, 22).

Otra fuente de contagio la constituyen los animales silvestres, como los ciervos, jabalíes, conejos, etc. que no pueden ser sometidos a tratamiento y que constantemente contaminan los pastos por la eliminación de huevos con sus heces. Las aves domésticas y silvestres pueden difundir plantas portadoras de caracoles, sus huevos o quistes de cercarias (3, 28).

#### **4.9 PATOGENIA:**

La fasciola joven posee una cubierta espinosa, que va produciendo inflamación aguda, así mismo produce potentes enzimas proteolíticas que van digiriendo el parénquima hepático a medida que avanza, esto ocasiona hemorragias que en pueden ser severas. Las fasciolas jóvenes también pueden perforar la capsula hepática, lo que puede provocar peritonitis. A medida que las fasciolas crecen abren conductos cada vez más grandes. La migración a través del parénquima hepático se da entre 40 y 50 días, durante

los cuales se dañan capilares y pequeños conductos biliares hasta que las fasciolas alcanzan las vías biliares mayores (3, 7, 10).

Las fasciolas adultas ubicadas en los conductos biliares, provocan una intensa reacción irritativa a través de su cubierta espinosa, sin embargo, son sus productos metabólicos y secreciones, las que mantienen inflamaciones crónicas de las vías biliares, que a su vez conducen a una cirrosis hepática colangioliítica. Estas lesiones hepáticas, la constante absorción de productos de secreción e incluso bacterias que se implantan en los conductos biliares inflamados, originan los trastornos nutritivos propios de la enfermedad. El aumento de tamaño del hígado, sobre todo el lado izquierdo es común, en casos graves es común encontrar a la necropsia la vesícula biliar repleta de fasciolas (3, 7, 10).

Cuando las formas emigrantes alcanzan las venas hepáticas, pasan por la circulación pulmonar y llegan a diversos órganos, como ganglios linfáticos, páncreas, músculo, pulmón, bazo, peritoneo, entre otros, sin embargo, estos parásitos son encapsulados y mueren (3).

#### **4.10 SÍNTOMAS**

La fasciolosis se presenta de tres formas diferentes en función de la intensidad de la infestación, de la duración de la misma y del momento del año y la disponibilidad de metacercarias (3, 18).

##### **4.10.1 Fasciolosis aguda**

Este es un síndrome que puede producir la muerte en los óvidos sin presentar sintomatología clínica. Las ovejas se pueden encontrar en un buen estado físico y el primer

signo de la existencia de problemas puede ser la detección de varias muertes repentinas. Cuando la enfermedad se manifiesta clínicamente se puede observar emaciación, debilidad, anorexia, dolor a la palpación en la zona de proyección hepática, mucosas y conjuntiva anémicas y con edema. La muerte se produce rápidamente y a veces va unida a una secreción de líquido sanguinolento por las fosas nasales y el ano. Se manifiesta más frecuentemente y con mayor gravedad en los corderos, los cuales mueren entre dos y tres semanas después iniciados los síntomas (3, 6, 9, 10,13, 18, 21, 22).

#### **4.10.2 Fasciolosis subaguda**

Esta se da en ovejas que han ingerido una gran cantidad de metacercarias durante largos períodos de tiempo. Los principales signos clínicos son pérdida de peso, anemia y en algunos casos edema submandibular y dolor a la palpación en la región de proyección hepática. Esta forma se puede presentar tras un brote de fasciolosis aguda en el que las ovejas fueron tratadas solamente una vez y hayan continuado pastando en áreas contaminadas (2, 3, 9, 10, 18, 21).

#### **4.10.3 Fasciolosis crónica**

Se produce por una ingesta de un número pequeño de metacercarias, durante largos períodos de tiempo. Los animales infectados pierden peso, presentan edema submandibular y anemia durante varias semanas, también puede producirse pérdida de lana. El curso de la enfermedad es largo, de dos a tres meses, período en el cual los animales suelen morir, aunque a veces superan la enfermedad y sobreviven, quedando emaciados durante largos períodos de tiempo. En el caso de los animales jóvenes se puede observar pérdida de peso, especialmente en el período de lactancia, anemia y diarrea crónica. En los bovinos generalmente la enfermedad se presenta de esta forma, pero también se pueden dar casos de la forma aguda o subaguda, cuando las zonas que

habitan están muy contaminadas, siendo los signos clínicos muy similares a los de las ovejas (2, 3, 6, 9, 10, 13, 14, 18, 21).

#### **4.11 LESIONES**

Las lesiones son ocasionadas por los estadios juveniles a medida que penetran el parénquima hepático en busca de los conductos biliares y el daño está relacionado al grado de infestación (10, 18, 28).

Durante la migración de las fases juveniles del parásito a través de la cavidad abdominal, existen pocos indicios de daño patológico. Una vez penetran la cápsula hepática, se hace evidente la presencia de petequias, con salida de sangre a través de pequeñas punciones. En el parénquima del hígado, las células hepáticas son destruidas, produciéndose hemorragias y una reacción tisular en el trayecto del parásito. En las zonas lesionadas se observa infiltración de leucocitos en forma de líneas de color rojo oscuro o amarillento en el tejido hepático (8, 11, 18, 21, 22).

En la fasciolosis aguda se puede observar el hígado agrandado y friable, con depósitos fibrinosos en la cápsula. Las lesiones y hemorragias intensas que son producidas por la migración de un gran número de parásitos, dan lugar a una grave anemia que termina con la muerte repentina del animal (8, 18, 22).

En las formas subaguda y crónica, los parásitos inmaduros llegan a conductos biliares tras seis a ocho semanas y evolucionan hasta la fase adulta. Una vez en los conductos biliares, los parásitos ingieren activamente sangre, lo que produce anemia macrocítica hipocrómica, cuya gravedad depende del número de parásitos presentes. En las ovejas se produce un cierto grado de fibrosis de los conductos biliares, pero la reacción es mucho menor que la fibrosis y calcificación que se da en los bovinos. Los antiguos

trayectos migratorios se pueden apreciar en forma de focos rojos o amarillos sobre la superficie del hígado y suele haber edema, ascitis y linfadenitis hepática. La nutrición del hospedero puede influir en la gravedad de la anemia y en el metabolismo de la albúmina (8, 10, 11, 18, 21, 22).

Las infestaciones de fasciolas predisponen a la aparición de Haemoglobinuria bacilar, hepatitis necrótica o infarto del hígado, que es producida por el *Clostridium haemolyticum*. Cuando los trematodos migratorios producen destrucción de los tejidos se puede crear un microambiente favorable para la activación de las esporas de clostridios. Esta asociación de *Fasciola hepatica* – *Clostridium* puede afectar a cualquier categoría animal, independientemente del estado nutricional y sanitario (9, 10, 11, 22, 23).

Otra asociación muy perjudicial es el "Complejo Ostertagia – Fasciola". Esto se da cuando los animales son infestados por ambas parasitosis, lo cual produce una potenciación de los efectos negativos, provocando un impacto económico negativo mayor, al que ocasiona la suma individual de cada parasitosis (10, 23).

#### **4.12 DIAGNÓSTICO**

Se debe sospechar de esta enfermedad en áreas donde las condiciones sean adecuadas para la existencia de este parásito, especialmente cuando hay casos de procesos crónicos en ovejas y emaciación de animales jóvenes. Sin embargo, debido a que los signos producidos por *Fasciola hepática* son inespecíficos, se requiere que el diagnóstico clínico sea confirmado por el laboratorio, ya que estos resultados son fundamentales para un tratamiento adecuado y para la implantación de medidas de control y profilácticas (3, 9, 10, 13, 14, 18, 20).

#### **4.12.1 Diagnóstico postmortem**

La necropsia permite un diagnóstico definitivo de la enfermedad, mediante el aislamiento de las formas juveniles del parásito a nivel del parénquima hepático o de las adultas en los canales biliares, además de posibilitar el diagnóstico anatomopatológico, a través de la observación directa de las lesiones hepáticas. Puede ser realizado a nivel de campo o en el laboratorio (3, 7, 9, 10, 13, 18, 20, 21).

#### **4.12.2 Diagnóstico coprológico**

Consiste en la detección de huevos de *Fasciola hepatica* en materia fecal a través de métodos de flotación o sedimentación, los huevos son de color marrón amarillento y muy fáciles de visualizar cuando se utilizan colorantes como azul de metileno ó verde malaquita. Esta técnica de diagnóstico es muy útil en casos de distomatosis crónicas, sin embargo, presenta algunas limitaciones, ya que solamente se aislarán huevos en aquellos animales que tengan fasciolas adultas en vesícula biliar, por lo que no detecta las fases iniciales (3, 7, 9, 10, 13, 14, 20, 21).

#### **4.12.3 Análisis bioquímico de la sangre**

Consiste en la detección y cuantificación de enzimas en la sangre, como la glutamato deshidrogenasa, liberada por la acción destructiva de los hepatocitos por fasciolas jóvenes migratorias en el parénquima hepático y la enzima glutamiltraspeptidasa, debido a las lesiones ocasionadas por los parásitos adultos en los canalículos biliares (7, 18, 20).

#### **4.12.4 Pruebas inmunológicas**

Entre las primeras en desarrollarse tenemos fijación de complemento, aglutinación pasiva e inmunolectroforesis; recientemente se han desarrollado técnicas más sensibles y específicas, utilizando inmuno-adsorción enzimática, como Elisa, Fast-Elisa y Dot-Elisa. Estas pruebas han demostrado su utilidad en la detección de la infección en explotaciones ganaderas, ya sea por detección de coproantígenos en materia fecal, como por detección de anticuerpos séricos. Tienen entre sus principales ventajas elevada sensibilidad y especificidad y la posibilidad de diagnosticar infecciones en el período prepatente. El principal inconveniente de estas pruebas es que pueden seguir detectando anticuerpos de fasciola dos a tres meses después del tratamiento antiparasitario (2, 7, 8, 10, 13, 20, 21).

### **4.13 TRATAMIENTO, CONTROL Y PREVENCIÓN**

Las medidas de control de la Fasciolosis en un área endémica deben estar orientadas a eliminar los trematodos de los animales afectados, reducir la población de los caracoles que son huéspedes intermediarios e impedir el acceso del ganado a pastos infestados por estos caracoles, para prevenir o limitar el contacto entre el parásito y su huésped definitivo (1, 6, 8, 9, 10, 12, 13, 20, 22, 25).

#### **4.13.1 Control del parásito en el animal**

El uso de antihelmínticos como el Albendazol, Triclabendazol, Hexaclorofeno y Bititionol, es la práctica más empleada en la lucha contra los parásitos. El tratamiento de un rebaño debe realizarse de modo sistemático, se recomienda realizar seis tratamientos en dos años, tratando la totalidad de bovinos y ovinos del área afectada, simultáneamente, del mismo modo y con el mismo medicamento. Las hembras gestantes se deberán tratar

después del parto y los animales debilitados e improductivos se eliminarán oportunamente (2, 3, 5, 6, 9, 10, 12, 13, 14, 18, 20, 22, 25).

El espectro de eficiencia de las drogas sobre los diferentes estadios de *Fasciola hepatica* debe tenerse en cuenta, para poder establecer programas de control adecuados y también para cuando se presentan casos agudos de fasciolosis, ya que algunos fasciolicidas no son efectivos contra estados inmaduros de *Fasciola*, por lo que estos no deberían utilizarse como tratamiento (2, 9, 10, 13, 18, 20, 22).

Cuando la droga utilizada tiene eficacia preferencial sobre fasciolas de ocho o más semanas, es necesario la aplicación de al menos dos tratamientos con un intervalo de dos a tres semanas después del desplazamiento a un nuevo potrero, el cual deberá estar libre de infección. Pero si la droga empleada es el Triclabendazol, este intervalo puede extenderse hasta ocho semanas, alcanzándose la eliminación de la población de distomas presentes antes de que éstos alcancen el estado adulto y contaminen el pastizal (7, 20).

En ambientes donde la Fasciolosis es grave y los animales no se pueden cambiar de potrero, los tratamientos deben repetirse tan seguido como sea el espectro de acción del fármaco utilizado, para evitar la recontaminación de las pasturas. Aunque siempre se recomienda poner en práctica un plan estratégico de control con un mínimo de dosificaciones en conjunto con manejo y rotación de potreros (2, 9, 10, 12, 22).

Es importante tener en cuenta que la mayoría de estos medicamentos tienen largos períodos de retiro para leche y carne, además el costo del tratamiento es una barrera para su adopción por productores rurales. Así mismo se ha reportado resistencia al triclabendazol en ovejas infectadas con *Fasciola hepatica*, sugiriendo que la eficacia de esta y otras drogas, puede ser comprometida por la selección de parásitos resistentes en el campo (2, 8, 14, 21).

#### **4.13.2 Control de los estadios libres de *Fasciola hepatica***

Esta estrategia se basa en evitar las pasturas húmedas, para minimizar la coincidencia huésped – parásito. Esto se puede lograr mediante el uso de alambrados alrededor de las áreas donde el caracol está presente. Ya que esto reduce el área de pastoreo de los animales, las alternativas para no desperdiciar el potencial forrajero son: a) realizar rotación de potreros en combinación con tratamientos, b) reservar los potreros contaminados si es posible para bovinos y equinos que son menos sensibles, c) destrucción de las metacercarias enquistadas en el pasto, mediante procesos como el corte y henificación del mismo. Lamentablemente esta medida no es práctica, debido muchas veces a las dimensiones de las zonas afectadas y el consiguiente coste del vallado adecuado de las mismas (1, 2, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14 ,18, 20, 22, 25).

#### **4.13.3 Control del caracol**

Este tipo de control debe basarse en una previa localización de los hábitats del caracol y en el conocimiento de las características del nicho ecológico. Se debe tener en cuenta que la eliminación de las colonias de caracoles es difícil y ecológicamente cuestionable, sin embargo, se deben tomar las medidas mínimas, que sean factibles, que tiendan a disminuir su cantidad. Los métodos utilizados que limitan el tamaño de las poblaciones de caracoles pueden ser físicos, químicos y biológicos (1, 3, 6, 7, 9, 10, 12, 13, 20, 22, 25).

##### **4.13.3.1 Control físico**

Con esto se busca limitar los hábitats de los caracoles, idealmente se recomienda drenar áreas pantanosas favorables para el desarrollo y supervivencia de los caracoles, pero el costo del drenaje suele ser elevado, sin embargo, es un buen aporte a corto y largo plazo para el control de la fasciolosis. También se recomienda canalizar y mantener

limpias las corrientes de agua, de manera que sean profundas y rectas para evitar al máximo la salida de los caracoles, además se deberá evitar el derrame permanente de los bebederos (1, 2, 3, 6, 9, 12, 13, 14, 20, 22).

Los resultados óptimos sólo se lograrán en los terrenos en los cuales los cursos de agua proceden de vertientes que nacen en la misma propiedad agrícola. En terrenos de riego las medidas son muy difíciles sobre todo si los propietarios vecinos no las aplican (1).

#### **4.13.3.2 Control químico**

El uso de molusquicidas tiene como fin reducir las poblaciones de caracoles, sin embargo, todos los que están disponibles presentan inconvenientes que restringen su uso, ya que su aplicación conlleva riesgos como la acumulación de residuos tóxicos en agua y suelo, además del efecto negativo en la fauna del lugar. Es importante tomar en cuenta el alto potencial biológico de los caracoles, ya que después de un tratamiento eficaz en tres a seis meses se da una rápida repoblación, por lo cual con cualquier molusquicida se necesita una aplicación regular, como mínimo anual, ya que es imposible la erradicación de los limneidos con una sola aplicación en el área (2, 6, 9, 12, 13, 14, 22).

Los molusquicidas se deben aplicar antes que la población de caracoles se multiplique cada año, se recomienda aplicarlo cuando los terrenos se encuentran secos, ya que en esta época hay poca vegetación y esto facilita el contacto entre el molusquicida y el caracol. Para un mejor control, se deberá realizar una segunda aplicación tres meses después, para eliminar la progenie de los sobrevivientes a la primera aplicación. Si el molusquicida es tóxico, las ovejas deberán permanecer fuera de los pastos tratados por lo menos durante seis semanas (10, 22).

Entre los molusquicidas se encuentra el Sulfato de cobre, el cual se recomienda utilizar en soluciones de 0.5 al 2%, aplicando un litro por cada 100m<sup>2</sup>, este producto presenta el inconveniente de ser tóxico para los animales y además no tiene acción

ovicida. También se puede utilizar la Cal en dosis de 100 a 150 gramos por metro cuadrado, esta no es tóxica para los animales y elimina tanto metacercarias como huevos. La sal común también se ha utilizado en soluciones al 2% o de un kilogramo para diez metros cuadrados. Otro molusquicida es el Pentaclorofenol en dosis de diez gramos por metro cuadrado, pero este producto puede perjudicar la vegetación durante dos a tres semanas y también es muy tóxico para los animales acuáticos (1, 2, 3, 8, 10, 22).

#### **4.13.3.3 Control biológico**

Se encuentra en fase experimental. Algunas plantas, bacterias, algas, moscas, otros caracoles y nematodos parásitos, pueden reducir el crecimiento y reproducción de los caracoles, por predación, infección o competición, pero hasta ahora no han podido ser utilizados en el control (2, 9, 10, 12, 20).

#### **4.13.4 Control por aumento de la respuesta animal**

Aunque se han hecho estudios utilizando diferentes antígeno para estimular la inmunidad contra *Fasciola hepatica* en diferentes hospederos, aun no se han logrado desarrollar vacunas eficaces (2, 7, 10).

#### **4.13.5 Desarrollo sociocultural**

Debido a que la fasciolosis humana está íntimamente ligada a los hábitos alimenticios y la fasciolosis en los animales a los sistemas de manejo zootécnico; en las zonas endémicas se deben establecer programas educativos para la población, donde se les enseñara como se trasmite este parásito y como se puede evitar y controlar (2, 3, 28).

## V. MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1 MATERIALES

#### 5.1.1 Recursos humanos

- ◆ Estudiante investigadora
- ◆ 3 Asesores

#### 5.1.2 Materiales de Laboratorio

- ◆ Instalaciones del Laboratorio de Parasitología FMVZ
- ◆ 12 jarrones de vidrio cilíndricos de 15cms de diámetro por 36.5cms de altura
- ◆ Tierra de Paquix
- ◆ Plantas acuáticas
- ◆ Agua del pozo de Paquix
- ◆ 360 caracoles
- ◆ Guantes de Látex
- ◆ Hielera
- ◆ Cedazo
- ◆ Marcador permanente
- ◆ Anticloro
- ◆ Beaker de 1000ml
- ◆ 1lb de Cal apagada Horcalsa ®
- ◆ Balanza
- ◆ Cámara digital
- ◆ Beakers de 10ml
- ◆ Potenciómetro del Laboratorio de Microbiología FMVZ
- ◆ Placas de Petri
- ◆ Lanceta
- ◆ Bata
- ◆ Reloj
- ◆ Lapicero
- ◆ Computadora personal
- ◆ Fichas de Control

### 5.1.3 Materiales de Campo

- ◆ Botas de hule
- ◆ Guates de látex
- ◆ Bolsas plásticas transparentes
- ◆ Algodón
- ◆ Cinta métrica
- ◆ Estacas
- ◆ Cáñamo
- ◆ 7lb de Cal apagada Horcalsa ®
- ◆ Cuaderno de apuntes
- ◆ Lapicero
- ◆ Reloj
- ◆ Fichas de Control

## 5.2 MÉTODOS

### 5.2.1 Diseño del estudio

- ◆ El estudio que se realizó fue de tipo experimental, donde se estableció la eficacia de la cal en el control de los hospederos intermediarios de *Fasciola hepatica* en la aldea Paquix, Chiantla, Huehuetenango.

### 5.2.2 Características del área

- ◆ El área de estudio fue la aldea Paquix del Municipio de Chiantla, departamento Huehuetenango, ubicada a una latitud de 15° 26' 43" y una Longitud de 91° 27' 20", a 3100 metros sobre el nivel del mar (17, 27).
- ◆ La aldea Paquix posee suelo tipo Tóquia el cual es poco profundo, bien drenado, desarrollado sobre caliza, en un clima frío y húmedo. La vegetación nativa consiste en pino con algo de ciprés y pinabete y hay una cubierta de musgos, pastos y en algunos lugares enebro reclinado. En este tipo de suelo la capa superficial tiene una profundidad cerca de 10cm, es franco limoso, color café muy oscuro a negro, con

un contenido de materia orgánica mayor del 50%, con estructura granular y la reacción es ligeramente ácida, pH de 6 a 6.5, el subsuelo a una profundidad de 40cm es arcilla plástica de café a café aceituno, con estructura cúbica y reacción neutra, pH de 6.5 a 7, mientras que el substrato es caliza (17, 27).

### 5.2.3 Estudio *in vitro*

#### 5.2.3.1 Definición de variables

- ◆ Número de caracoles vivos
- ◆ Número de caracoles muertos
- ◆ Cantidad de horas que necesita la cal para eliminar el 100% de los caracoles con cada concentración.

#### 5.2.3.2 Metodología

- ◆ Se recolectaron 360 caracoles del género *Lymnaea* (en una investigación reciente se menciona *Pseudosuccinea columella*<sup>1</sup> (Say)) en terrenos de pastoreo de la aldea Paquix, Chiantla, Huehuetenango (ver, anexos, Imagen 1).
- ◆ Los caracoles se colocaron en bolsas de plástico transparentes, con un poco de algodón húmedo, para ser transportados. Así mismo se recolectó suelo de los terrenos de pastoreo, plantas acuáticas y agua del lugar (ver anexos, Imagen 2).
- ◆ Para garantizar la adaptación de los caracoles a las condiciones climáticas de la capital, estos fueron mantenidos durante una semana en un recipiente de 80cm de largo por 40cm de ancho y 35cm de alto, el cual se mantuvo cubierto con cedazo.

---

<sup>1</sup> Lepe, M. 2008. Género y Especie de los caracoles recolectados en la aldea Paquix (Entrevista personal). Guatemala, Guatemala.

- ◆ Los caracoles se mantuvieron con 4lts de agua del chorro desclorada y se les administró alimento de pez dos veces al día.
- ◆ Posteriormente fueron transportados al laboratorio de Parasitología, donde se colocaron en 12 jarrones de vidrio distribuidos de la siguiente manera:

Jarrón	Grupo	Contenido
# 1	Concentración 3.5 g/l	2.5 l de agua del chorro desclorada + 30 caracoles
# 2		2.5 l de agua del chorro desclorada + plantas acuáticas + 30 caracoles
# 3		2.5 l de agua del chorro desclorada + suelo + 30 caracoles
# 4		2.5 l de agua del lugar + suelo + plantas acuáticas + 30 caracoles
# 5	Concentración 4.5 g/l	2.5 l de agua del chorro desclorada + 30 caracoles
# 6		2.5 l de agua del chorro desclorada + plantas acuáticas + 30 caracoles
# 7		2.5 l de agua del chorro desclorada + suelo + 30 caracoles
# 8		2.5 l de agua del lugar + suelo + plantas acuáticas + 30 caracoles
# 9	Concentración 9 g/l	2.5 l de agua del chorro desclorada + 30 caracoles
# 10		2.5 l de agua del chorro desclorada + plantas acuáticas + 30 caracoles
# 11		2.5 l de agua del chorro desclorada + suelo + 30 caracoles
# 12		2.5 l de agua del lugar + suelo + plantas acuáticas + 30 caracoles

- ◆ Una vez arreglados los jarrones se aplicaron las diferentes concentraciones de cal, anotando la hora de su aplicación y la reacción de los caracoles a la cal en la ficha control (ver anexos, Ficha de Control 1, Imagen 3).

- ◆ Al día siguiente, cuando habían transcurrido 20Hrs de aplicada la cal se volvió a observar los caracoles para determinar la cantidad de vivos y muertos, para lo cual se sacaron de los jarrones y se colocaron en cajas de Petri con agua limpia (ver anexos, Imagen 4), se dejaron en estas condiciones durante 1Hr y si después de este tiempo no reaccionaban al contacto con una sonda obtusa se determinaba que estaban muertos. Los resultados se anotaron en la Ficha de Control 2.
- ◆ Así mismo se midió el pH de cada jarrón con un potenciómetro, antes de aplicar la cal y 24Hrs después de su aplicación, para lo cual se extrajeron 5ml de cada jarrón y se transportaron en beakers al departamento de Microbiología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, anotándose los resultados en la ficha control (ver anexos, Ficha de Control 3).
- ◆ Dos días después, se repitió el mismo procedimiento del día anterior, observándose los caracoles hasta que todos estuvieron muertos.
- ◆ A partir de los resultados obtenidos en la fase *in vitro* se determinó, cuales son las concentraciones de cal más efectivas para el control de los hospederos intermediarios de *Fasciola hepatica*.

### 5.2.3.3 Análisis de datos

Se realizó por medio de:

- ◆ Análisis de datos de tipo descriptivo.
- ◆ Media de caracoles muertos 20Hrs después de aplicada la cal, por cada concentración.
- ◆ Desviación estándar.
- ◆ Análisis de varianza para determinar si existe diferencia significativa entre las concentraciones trabajadas.
- ◆ Determinación de la cantidad de horas que requirió cada concentración de cal para eliminar el 100% de los caracoles.
- ◆ Presentación de resultados en tablas (26).

## 5.2.4 Estudio *in vivo*

### 5.2.4.1 Definición de variables

- ◆ Cantidad de caracoles vivos 22Hrs después de la aplicación de la cal
- ◆ Cantidad de caracoles muertos 22Hrs después de la aplicación de cal.

### 5.2.4.2 Metodología

- ◆ Cada una de las dos concentraciones de cal encontradas más efectivas *in vitro* para el control de hospederos intermediarios de *Fasciola hepatica* fue aplicada en cinco áreas de un metro cuadrado cada una, en los terrenos de pastoreo de rumiantes en la aldea Paquix, Chiantla, Huehuetenango (ver anexos, Imagen 5).
- ◆ Para determinar la concentración de gramos por metro cuadrado se tomó como base el estudio realizado por Luttermoser (1941a: 875), en el cual se estima que en un metro cuadrado hay 42.2 l de agua; por lo cual la concentración 4.5g/l es igual a 190g/l y 9g/l es igual a 380g/m<sup>2</sup>.
- ◆ La cal se pesó en el laboratorio de parasitología y se transportó en bolsas plásticas debidamente identificadas, siendo una bolsa para cada área a tratar.
- ◆ En los terrenos de pastoreo se buscó un área con presencia de caracoles, posteriormente se hicieron diez cuadros de un metro cuadrado cada uno y se midieron las profundidades en cada una de sus esquinas, una vez hecho esto se sacó en promedio de la profundidad para cada cuadro y se asignaron cinco cuadros para la concentración de 190g/m<sup>2</sup> y cinco cuadros para la concentración de 380g/m<sup>2</sup>, tomando en cuenta las profundidades obtenidas (ver anexos, Tabla 1).
- ◆ Se utilizó una cinta métrica para medir cada área y en cada esquina de las áreas se colocó una estaca de madera y luego se delimitó el cuadro con cáñamo. Una vez hecho esto, la cal fue distribuida encima del agua estancada y se esperó 22Hrs para recolectar todos los caracoles posibles en cada área.

- ◆ Los caracoles recolectados fueron colocados en bolsas plásticas con agua limpia del pozo y revisados una hora después, con lo cual se determinó la cantidad de caracoles vivos y muertos, anotándose los resultados en una ficha de control (ver anexos, Ficha de Control 4).

#### **5.2.4.3 Análisis de datos**

Se realizó por medio de:

- ◆ Análisis de datos de tipo descriptivo
- ◆ Media de caracoles vivos y muertos 22Hrs después de aplicada la cal
- ◆ Realización de prueba de hipótesis para diferencia de medias
- ◆ Presentación de resultados en tablas y gráficas (26)

#### **5.2.5 Centros de referencia**

- ◆ Biblioteca de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
- ◆ Biblioteca de la Facultad de Agronomía

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El experimento se realizó en dos etapas: una *in vitro* en el laboratorio de Parasitología, para lo cual se recolectaron y trabajaron 360 caracoles y la segunda etapa, a nivel de campo en la aldea Paquix, Chiantla, Huehuetenango, obteniéndose los siguientes resultados:

Durante la fase *in vitro* se midieron el pH inicial y 24 horas después de aplicadas las diferentes concentraciones de cal. Se encontró que con la concentración de 3.5 g/l, el agua de los jarrones alcanzó en promedio un pH de 10.92, mientras que con la concentración de 4.5 g/l el pH fue de 11.86 y con la concentración de 9 g/l se alcanzó un pH de 12.20 (ver anexos, Tabla 2).

Para cada concentración de cal se trabajaron 4 jarrones, los cuales se arreglaron de la siguiente manera: en el primero se colocó únicamente agua, en el segundo agua y plantas acuáticas, en el tercero agua y suelo de Paquix y en el cuarto agua, plantas acuáticas y suelo; como se especificó en la metodología de trabajo.

A nivel de laboratorio, al momento de aplicar las concentraciones de 4.5g y 9g de cal por litro de agua, se observó que todos los caracoles detuvieron su movimiento, mientras que en los jarrones con la concentración de cal de 3.5g/l hubo una pequeña cantidad de caracoles que continuaron moviéndose; también se observó que la mayoría de caracoles empezaron a caer al fondo.

Después de 20h de aplicada la cal se encontró que todos los caracoles sometidos a las concentraciones de 4.5g/l y 9g/l de cal habían muerto y que más de la mitad de los caracoles se habían ido al fondo. En el caso de los caracoles sometidos a la concentración de 3.5g de cal por litro de agua se encontró que en el jarrón con agua y plantas y en el

jarrón con agua y suelo del lugar todos los caracoles estaban muertos, mientras que en el jarrón que sólo tenía agua y cal, había un caracol vivo y, en el jarrón con agua, plantas acuáticas y suelo habían seis caracoles vivos; así mismo, estos dos últimos jarrones fueron los que presentaron el menor pH (ver anexos Tabla 2).

Al realizar el análisis de varianza no se encontró una diferencia significativa entre los resultados obtenidos con las tres concentraciones trabajadas (ver anexos Tabla 3 y 4); ya que, aunque la concentración de 3.5g de cal por litro de agua no elimina todos los caracoles en 20h, si elimina la mayoría de ellos (ver anexos, Tabla 3).

Después de observar los caracoles durante dos días se pudo determinar que las concentraciones de 4.5g y 9g de cal por litro de agua eliminaron el 100% de los caracoles en 20h y que la concentración de 3.5g de cal por litro de agua requirió de 50h para completar el proceso. Debido a lo anterior únicamente se evaluaron las dos concentraciones más altas en la parte *in vivo*.

La prueba *in vivo* se llevó a cabo en una charca de aproximadamente 26m de largo por 10.2m de ancho, en la cual se hicieron diez cuadros de un metro cuadrado cada uno y se asignaron cinco cuadros para la concentración de 190g/m<sup>2</sup> y cinco cuadros para la concentración de 380g/m<sup>2</sup>. La charca se localiza en los terrenos de pastoreo de la aldea Paquix, Chiantla, Huehuetenango, funcionando como abrevadero para los animales de la aldea (ver anexos, Imagen 5) y, se mantiene durante todo el año, gracias a que las personas del lugar extraen agua de un pozo cercano para lavar sus ropas, dejando que el agua corra hacia la charca.

Después de 22h de aplicar la cal en el terreno de pastoreo, se encontró que la concentración de 190g de cal por metro cuadrado, elimina un 73.3% de los caracoles, mientras que la concentración de 380g/m<sup>2</sup> elimina el 92.38% de los caracoles (ver anexos Tabla 5)

Después de realizar la prueba de hipótesis, se encontró que la media de caracoles muertos con la concentración de 190g de cal por metro cuadrado, no es igual a la media de caracoles muertos con la concentración de 380g de cal por metro cuadrado, ya que la diferencia entre los resultados sí es significativa, siendo la concentración de 380g de cal por metro cuadrado la concentración más efectiva en condiciones de campo (ver anexos, Tabla 6, Gráfica 1).

## VII. CONCLUSIONES

1. Las concentraciones de cal trabajadas *in vitro* eliminan igualmente a los caracoles de cualquier tamaño, en cualquier clase de agua, sea de grifo o de pozo.
2. La concentración de 3.5g de cal por litro de agua, es efectiva para eliminar los hospederos intermediarios de *Fasciola hepatica* en condiciones de laboratorio, ya que elimina el 94.17% de los caracoles en 20h y el 100% en 50h.
3. La concentración de 4.5g/l que equivale a  $190\text{g/m}^2$ , elimina el 100% de los caracoles en 20h en el laboratorio y el 73.3% en 22h en los terrenos de pastoreo, mientras que la concentración de 9g/l que equivale a  $380\text{g/m}^2$ , elimina el 100% de los caracoles en 20h en el laboratorio y el 92.38% en 22h en los terrenos de pastoreo, lo que significa que son efectivas para el control de los hospederos intermediarios de *Fasciola hepatica*.
4. Durante la etapa in vivo, la cantidad de caracoles recolectados en cada área no fue muy elevada, esto se puede deber a que una parte de los caracoles caen al fondo después de entrar en contacto con la cal, lo cual dificultó su recuperación.
5. Si comparamos el uso de la cal con otros molusquicidas comerciales encontramos que es más barato y seguro, ya que la libra de cal cuesta un quetzal y no es tóxica para los animales, además de mejorar la calidad del agua donde se aplica.

## VIII. RECOMENDACIONES

1. Concientizar a la población de la aldea Paquix, Chiantla, Huehuetenango, a través de campañas educativas y divulgación de información sobre la importancia económica de la infestación de los hatos con *Fasciola hepatica*, y sobre el riesgo de infección que existe para la comunidad.
2. Para obtener mejores resultados con el uso de la cal como molusquicida se deberá, idealmente, determinar cuál es el pH de la región a tratar, ya que cuando son suelos muy alcalinos, su uso no está indicado, así mismo, se deberá determinar la profundidad del agua y sacar un estimado de la cantidad de litros de agua por metro cuadrado, para así garantizar que se esté aplicando la concentración de 4.5g o 9g de cal por litro de agua. Cuando esto no es posible, se recomienda utilizar la concentración de 380g de cal por metro cuadrado, a fin de asegurar la eliminación de la mayoría de los caracoles.
3. Ya que los hospederos intermediarios de *Fasciola hepatica* cuentan con un gran potencial biótico, se deben realizar varias aplicaciones de cal durante el año, prefiriéndose las temporadas más secas, cuando los caracoles son más vulnerables; para lo cual se deberá diluir la cal, aplicando la lechada al terreno, a fin de asegurar que ésta penetre hasta las grietas del suelo donde puedan encontrarse los caracoles. El tratamiento de los terrenos de pastoreo, en la Paquix, deberá incluir los terrenos aledaños para garantizar una mayor eficacia.

4. Debido al gran potencial biótico de *Fasciola hepatica* y de sus hospederos intermediarios, la aplicación de cal por si sola no es capaz de controlar esta parasitosis, por lo que se deberá acompañar de medidas para drenar el agua estancada, rotación de potreros y de desparasitaciones de toda la población animal del área, con lo cual se favorece el control, y a largo plazo la erradicación de enfermedad; sin embargo, debido a su alta distribución las medidas de profilaxis se deberán mantener siempre, para evitar la reinfestación del área.

## IX. RESUMEN

Para determinar la concentración efectiva de cal, como molisquicida para el control de los hospederos intermediarios de *Fasciola hepatica*, en la aldea Paquix, Chiantla, Huehuetenango, se dividió la parte experimental en dos fases. En la primera fase se evaluaron tres concentraciones de cal, en el laboratorio de Parasitología de la FMVZ – USAC, para lo cual se recolectaron 360 caracoles del género *Lymnaea*, en los terrenos de pastoreo de dicha aldea.

Cada concentración fue evaluada cuatro veces en jarrones de vidrio con 30 caracoles cada uno; encontrándose que las concentraciones de 4.5g y 9g de cal por litro de agua eliminan el 100% de los caracoles en 20h, mientras que la concentración de 3.5g de cal por litro de agua los elimina en 50h. Aunque al realizar el análisis de varianza no se encontró una diferencia significativa entre los resultados obtenidos con las tres concentraciones, se escogieron únicamente las dos concentraciones más altas para ser evaluadas en los terrenos de pastoreo de la aldea Paquix.

Para la etapa *in vivo* se busco un área con presencia de caracoles, una vez determinada el área, se trazaron diez cuadros de un metro cuadrado y se utilizaron cinco áreas para evaluar cada concentración. Después de aplicar la cal se esperaron 22h para recolectar todos los caracoles posibles en cada área, llegándose a recolectar un promedio de 20.4 caracoles por cada área tratada, sumando un total de 102 caracoles para cada concentración. Después de observar los caracoles durante una hora se encontró que la concentración de 190g de cal por metro cuadrado elimina el 73.3% de los caracoles en 22h y que la concentración de 380g de cal por metro cuadrado elimina el 92.38% de los caracoles en 22h. A través de la prueba de hipótesis se determinó que la diferencia entre las medias de caracoles muertos, 22h después de la aplicación de cal, es significativa, por lo que en condiciones de campo la concentración 380g/m<sup>2</sup> es más efectiva.

Debido a que la charca no es drenada, ésta actúa como una de las principales fuentes de reinfección para los rebaños de ovejas de la aldea, ya que al hablar con los pobladores se pudo constatar que, es el principal abrevadero para sus rebaños. Tomando en cuenta esto y el pH neutro de la región, es posible determinar que se podría llevar a cabo un control de la parasitosis, a través de la aplicación periódica de cal, siempre y cuando esta medida se acompañe de campañas de información para la población, rotaciones de potreros y uso de fasciolicidas para todos los rebaños.

## X. BIBLIOGRAFÍA

1. Algunos antecedentes sobre la fascioliasis animal y humana: Control y quimioterapia (en línea). 2004. Monografías de Medicina Veterinaria, Vol.11, N°1. Universidad de Chile. Consultado 29 sep. 2008. Disponible en [http://www.monografiasveterinaria.uchile.cl/CDA/mon\\_vet\\_simple/0,1420,SCID%253D8978%2526ISID%253D443%2526PRT%253D8962,00.html](http://www.monografiasveterinaria.uchile.cl/CDA/mon_vet_simple/0,1420,SCID%253D8978%2526ISID%253D443%2526PRT%253D8962,00.html)
2. Becerra Rozo, M. 2001. Consideraciones sobre estrategias sostenibles para el control de Fasciola hepática en Latinoamérica (en línea). Universidad de Pamplona, Colombia. Consultado 22 ene. 2008. Disponible en <http://kogi.udea.edu.co/revista/14/14-1-4.pdf>
3. Borchert, A. 1981. Parasitología Veterinaria. Trad. M Cordero. 3 ed. Zaragoza, España, Acribia. 745 p.
4. Bowman, JC; Wiener, G. 1982. Manejo y Enfermedades de las Ovejas. Trad. P Ducar. Zaragoza, España, Acribia. 457 p.
5. Bywater, TL; Rowlands, WT. 1981. Cría, Explotación y Enfermedades de las Ovejas. Trad. GA Sánchez. 2 ed. Zaragoza, España, Acribia. 250 p.
6. Clarkson, MJ; Faull, WB. 1987. Notas para la Clínica Ovina. Trad. P Ducar. Zaragoza, España, Acribia. 167 p.
7. Cordero, M; Martínez, AR; Sánchez, C; Hernández, S; Navarrete, I; Díez, P; Quiroz, H; Carvalho, M. 2002. Parasitología Veterinaria. España, McGraw – Hill, Interamericana. 968 p.

8. El Manual Merck de Veterinaria. 2000. 5 ed. Barcelona, España, Océano Grupo Editorial. 2558 p.
9. Enfermedades de los Animales Domésticos Causadas por Distomas: Distomatosis por la duela hepática (en línea). 1994. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. Consultado 24 sept. 2008. Disponible en <http://cnia.inta.gov.ar/helminto/Fasciola/Boray/boray1.htm>
10. Entrocasso, C. 2003. Fasciola hepática (en línea). Grupo de Sanidad Animal, Estación Experimental Agropecuaria Balcarce. Buenos Aires, Argentina. Consultado 26 feb. 2008. Disponible en [http://www.inta.gov.ar/balcarce/info/documentos/ganaderia/bovinos/sanidad/dismin\\_prod/fasciola.htm](http://www.inta.gov.ar/balcarce/info/documentos/ganaderia/bovinos/sanidad/dismin_prod/fasciola.htm)
11. *Fasciola hepática* (en línea). 2008. Merial Argentina. Consultado 26 feb. 2008. Disponible en <http://ar.merial.com/producers/fasciola.asp>
12. Fiel, CA. 2005. Manual Técnico: Antiparasitarios internos y endectocidas de bovinos y ovinos (en línea). Argentina. Consultado 5 mayo 2008. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/sanidad\\_intoxicaciones\\_metabolicos/parasitarias/parasitarias\\_bovinos/65-manual\\_tecnico.htm](http://www.produccion-animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/parasitarias/parasitarias_bovinos/65-manual_tecnico.htm)
13. Gutiérrez Galindo, JF. 2004. Fasciolosis Bovina (en línea). España. Consultado el 15 abr. 2008. Disponible en <http://www.vet-uy.com/articulos/bovinos/050/0034/bov034.htm>
14. Incidencia de la Fasciola Hepática en la cabaña ganadera asturiana (en línea). 2001. Frisona Internet. Consultado 26 feb. 2008. Disponible en <http://www.frisona.com/web/tecnologia/articulos/art5.htm>

15. Levine, ND. 1978. Tratado de Parasitología Veterinaria. Trad. JM Tarazona Vilas. Zaragoza, España, Acribia. 276 p.
16. Luttermoser, GW. 1941. Destrucción de caracoles transmisores de *Schistosoma mansoni* en Venezuela. Revista de Sanidad y Asistencia Social, Vol. VI, Número 6; Ministerio de Asistencia Social. 897 p.
17. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2000. Mapas temáticos digitales de la república de Guatemala, a escala 1:250,000. Guatemala. 1 Disco compacto, 8mm.
18. Martin, WB; Aitken, ID. 2000. Enfermedades de la Oveja. Trad. J García Sánchez. 2 ed. España, Acribia. 629 p.
19. Mehlorn, H; Piekarski, G. 1993. Fundamentos de Parasitología: Parásitos del hombre y de los animales domésticos. Trad. O Torres Quevedo. 3 ed. Zaragoza, España, Acribia. 391 p.
20. Morales, GA; Pino de Morales, L. 2004. Fasciola hepatica y Distomatosis hepática bovina en Venezuela: Diagnóstico, Tratamiento y Control (en línea). Revista digital CENIAP/INIA. Consultado 5 mayo 2008. Disponible en [http://www.ceniap.gov.ve/ceniaphoy3/articulos/ne/arti/morales\\_g1/arti/morales\\_g.htm](http://www.ceniap.gov.ve/ceniaphoy3/articulos/ne/arti/morales_g1/arti/morales_g.htm)
21. Náquira Velarde, C. Fasciolosis (en línea). 2000. Universidad Ricardo Palma. Consultado 22 ene. 2008. Disponible en <http://www.fihu-diagnostico.org.pe/revista/numeros/2000/julago00/187-188.html>

22. Olaechea, F. 2004. *Fasciola hepatica* (en línea). Argentina, Comunicación Técnica N° 449, Área Producción Animal. Consultado 15 abr. 2008. Disponible en <http://www.inta.gov.ar/bariloche/info/documentos/animal/salud/ct-449.pdf>
23. Parásitos Internos: *Fasciola hepatica* o Saguaype (en línea). 2008. Consultado 22 ene. 2008. Disponible en <http://ar.merial.com/producers/fasciola.asp>
24. Saredi, NG. 2002. Manual Práctico de Parasitología Médica (en línea). Buenos Aires, Argentina, Talleres Gráficos Alfa Beta. Consultado 3 abr. 2008. Disponible en <http://www.scribd.com/doc/2244823/Manual-practico-de-parasitologia-teorico>
25. Schnurrenberger, PR; Hubbert, WT. 1987. Introducción a las Zoonosis. Trad. M Ramis Vergés. Zaragoza, España, Acribia. 171 p.
26. Snedecor, GW. 1970. Métodos estadísticos aplicados a la investigación agrícola y biológica. Trad. A Reynosa. Distrito Federal, México, Continental. 626 p.
27. Suasnívar, M; Maldonado, L; Velásquez, L; Guzmán, M; de León, G; Camposeco, B; Galvez, O. 2003. Diagnóstico de la cuenca del río Selegua (en línea). ACODIHUE (Asociación de Cooperación al Desarrollo Integral de Huehuetenango, GT); Proyecto Café. Consultado 21 abr. 2008. Disponible en [http://ueguatemala.org/files/docs/cuenca\\_selegua.pdf](http://ueguatemala.org/files/docs/cuenca_selegua.pdf)
28. Voigt, A; Kleine, F. 1975. Zoonosis. Trad. JE Escobar. Zaragoza, España, Acribia. 351 p.

## XI. ANEXOS

Ficha de Control 1: Estudio *in vitro*

Grupo	Jarrón	Cantidad de caracoles	Hora de aplicación de la cal	Observaciones
3.5g/l	# 1			
	# 2			
	# 3			
	# 4			
4.5g/l	# 5			
	# 6			
	# 7			
	# 8			
9g/l	# 9			
	# 10			
	# 11			
	# 12			

Ficha de Control 2: Estudio *in vitro*

Grupo	Jarrón	Hora de aplicación de la cal	Tiempo transcurrido: ____ Observaciones	Cantidad de Caracoles		
				Vivos	Muertos	Total
3.5g/l	# 1					
	# 2					
	# 3					
	# 4					
4.5g/l	# 5					
	# 6					
	# 7					
	# 8					
9g/l	# 9					
	# 10					
	# 11					
	# 12					

Ficha de Control 3: Estudio *in vitro*

Concentración	Jarrón	pH	
		Inicial	24h
Concentración 3.5g/l	# 1		
	# 2		
	# 3		
	# 4		
Concentración 4.5g/l	# 5		
	# 6		
	# 7		
	# 8		
Concentración 9g/l	# 9		
	# 10		
	# 11		
	# 12		

Ficha de Control 4: Estudio *in vivo*

Jarrón	Profundidad del agua					Hora de la aplicación de la cal	Tiempo transcurrido: —		
	A	B	C	D	$\bar{X}$		Cantidad de Caracoles		
							Total	Muertos	Vivos
# 1									
# 2									
# 3									
# 4									
# 5									
# 1									
# 2									
# 3									
# 4									
# 5									

Grupo	190g/m <sup>2</sup>	380g/m <sup>2</sup>
-------	---------------------	---------------------

Tabla 1. Estudio in vivo: Profundidades obtenidas en cada esquina de cada área de un metro cuadrado trabajado.

Grupo	Área	Profundidad del agua				
		1	2	3	4	$\bar{x}$
Concentración 190g/m <sup>2</sup>	# 1	0.5cm	2cm	12cm	7.5cm	5.5cm
	# 2	37cm	34.5cm	27.5cm	32cm	32.75cm
	# 3	15.7cm	10.5cm	15cm	14cm	13.8cm
	# 4	3.5cm	4cm	2.5cm	4.5cm	3.6cm
	# 5	21cm	27.5cm	24cm	19.5cm	23cm
Concentración 380g/m <sup>2</sup>	# 1	9cm	0.5cm	4cm	6.5cm	5cm
	# 2	33.5cm	36cm	34cm	28.5cm	33cm
	# 3	14.5cm	16cm	13.5cm	14cm	14.5cm
	# 4	5cm	4.7cm	3cm	2.5cm	3.8cm
	# 5	26cm	20.5cm	27.5cm	22cm	24cm

Tabla 2. Detalle del pH encontrado en cada jarrón al inicio de la fase *in vitro* y 24h después

Concentración	Jarrón	pH		
		Inicial	24h	
Concentración 3.5 g/l	# 1	7.03	9.99	$\bar{x} = 10.92$
	# 2	7.55	12.06	
	# 3	7.31	11.22	
	# 4	7.41	10.40	
Concentración 4.5 g/l	# 5	7.02	11.82	$\bar{x} = 11.86$
	# 6	7.54	11.89	
	# 7	7.32	11.70	
	# 8	7.38	12.06	
Concentración 9 g/l	# 9	7.05	12.18	$\bar{x} = 12.20$
	# 10	7.56	12.44	
	# 11	7.33	12.03	
	# 12	7.39	12.16	

Tabla 3. Resultados de la prueba *in vitro*: cantidad de caracoles muertos 20h después de la aplicación de cal

Grupo	Jarrón	Cantidad de caracoles			
		Total	Vivos	Muertos	
3.5g/l	# 1	30	1	29	$\bar{x} = 28.25$ 94.17%
	# 2	30	0	30	
	# 3	30	0	30	
	# 4	30	6	24	
4.5g/l	# 5	30	0	30	$\bar{x} = 30$ 100%
	# 6	30	0	30	
	# 7	30	0	30	
	# 8	30	0	30	
9g/l	# 9	30	0	30	$\bar{x} = 30$ 100%
	# 10	30	0	30	
	# 11	30	0	30	
	# 12	30	0	30	

Tabla 4. Análisis de Varianza

	GL	Suma de cuadrados	Media Cuadrada	F	F $\alpha$
Entre – Grupos	2	8.1667	4.0834	1.4849	4.26
Intra – Grupos	9	24.75	2.75		
Total	11	32.9167			

Tabla 5. Resultados de la prueba *in vivo*, cantidad de caracoles recolectados vivos y muertos 22h después de la aplicación de cal.

Tiempo transcurrido:22h		Cantidad de caracoles		
Concentración	Área	Total	Vivos	Muertos
190g/m <sup>2</sup>	# 1	23	4	19
	# 2	15	4	11
	# 3	21	6	15
	# 4	24	7	17
	# 5	19	6	13
380g/m <sup>2</sup>	# 1	25	0	25
	# 2	17	2	15
	# 3	22	0	22
	# 4	19	0	19
	# 5	19	5	14

Tabla 6. Prueba de Hipótesis estudio *in vivo*, cantidad de caracoles muertos por cada área.

Área	Concentración			
	190g/m <sup>2</sup>		380g/m <sup>2</sup>	
# 1	19	82.6%	25	100%
# 2	11	73.3%	15	88.2%
# 3	15	71.4%	22	100%
# 4	17	70.8%	19	100%
# 5	13	68.4%	14	73.7%
$\bar{x}$ =	15	73.5%	19	93.1%

Prueba de Hipótesis:  $H_0$ : La media de caracoles muertos por la concentración  $190\text{g/m}^2$ , es igual a la media de caracoles muertos por la concentración de  $380\text{g/m}^2$ .  
RECHAZADA

RESULTADOS:  $S^2_1 = 8$   
 $S^2_2 = 17.2$   
 $S^2_p = 12.6$   
 $t(\text{cal.}) = -1.7817$  b.) = 2.3060

Gráfica 1. Prueba de Hipótesis, estudio *in vivo*

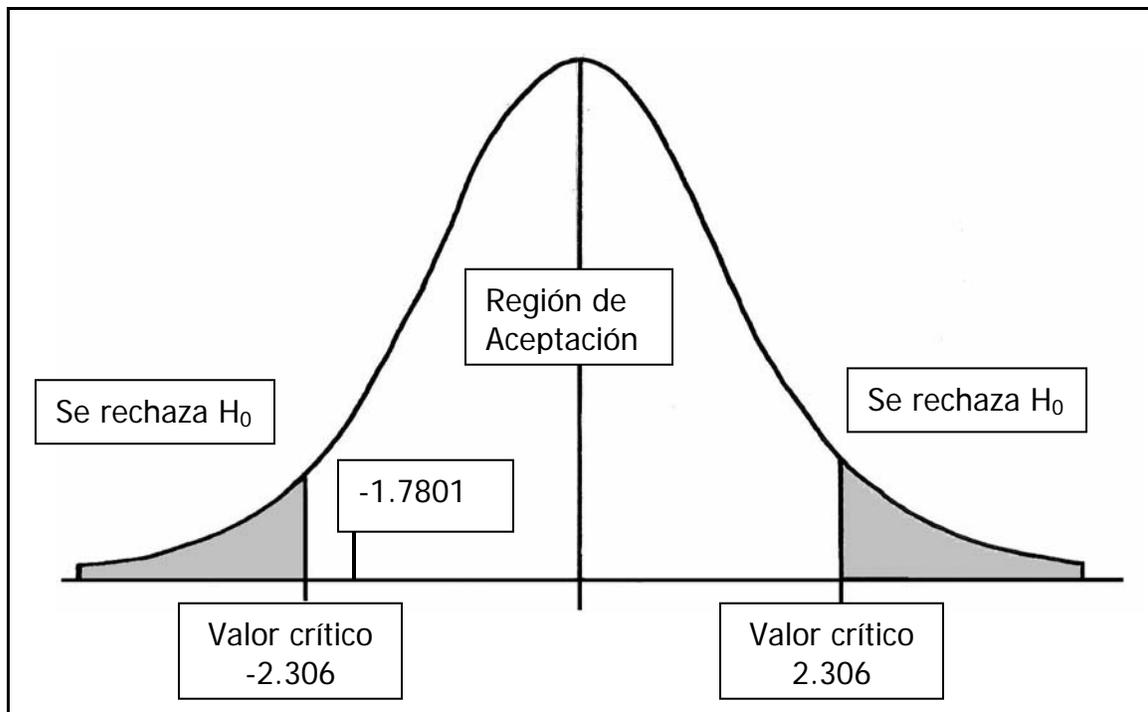


Imagen 1. Fotografía satelital de la aldea Paquix, Chiantla, Huehuetenango, delimitado por un círculo el área de pastoreo con presencia de caracoles



Imagen 2. Recolección manual de los caracoles.



Imagen 3. Distribución de los jarrones

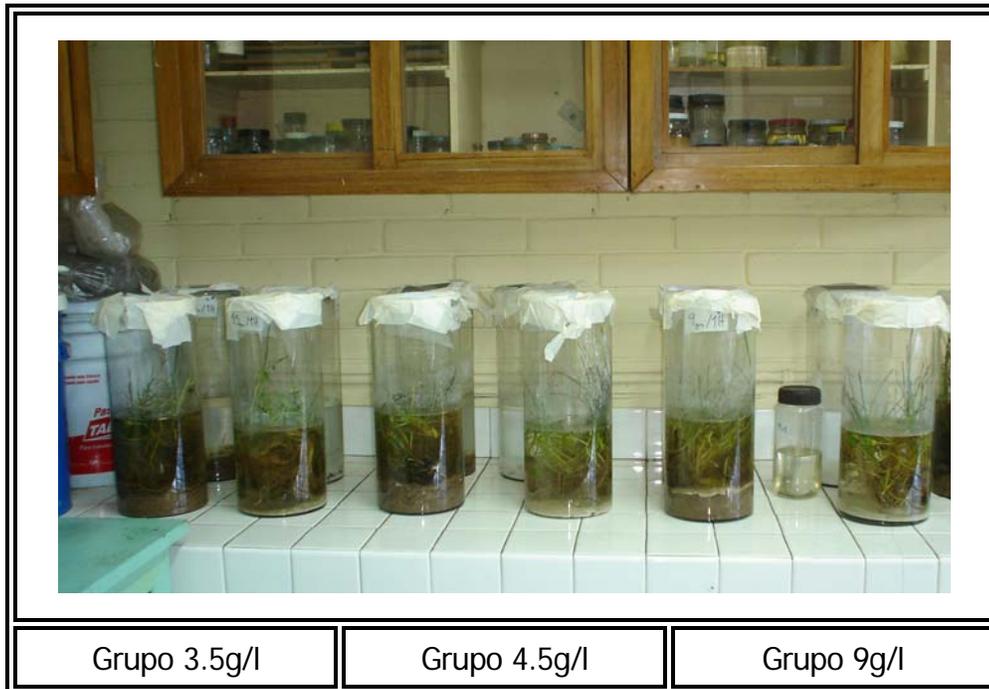


Imagen 4. Cajas de Petri con los caracoles para su observación

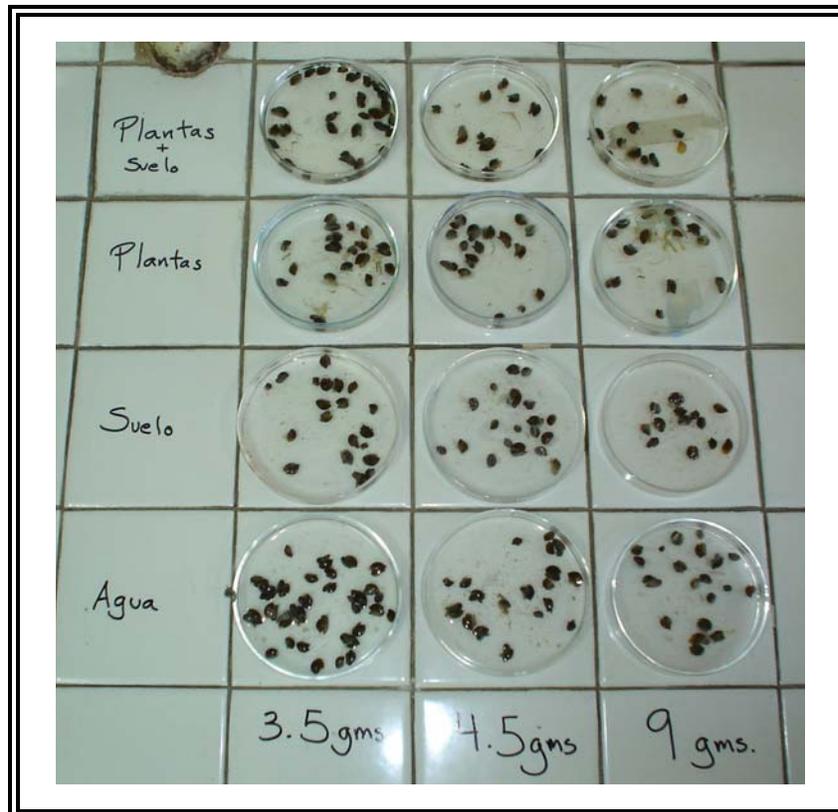


Imagen 5. Charca con presencia de caracoles en terrenos de pastoreo de la aldea Paquix, Chiantla, Huehuetenango



Imagen 6. Los animales beben el agua del lugar y se alimentan del pasto contaminado



## XI. APÉNDICES

Tabla 1. Antihelmínticos con actividad contra *Fasciola hepatica*

Fasciolicida	Vía de administración	Dosis mg/kg	
		Ovinos	Bovinos
Albendazol	Oral	7.5	10
Bitionol	Oral	75	30
Bromofenofos	Oral	16	12
Brotianida	Oral	5.6	NR
Clorsulon	Oral	---	7
	Sc	---	2
Closantel	Oral	7.5 – 10	NR
	Sc	NR	3
Diamfenetida	Oral	105	NA
Hexaclaroetano	Oral	250 - 300	300
Hexaclarofeno	Oral	15	20
Nitroxinil	Sc	10	10
Oxiclozanida	Oral	15	13 – 16
Rafoxanida	Oral	7.5	7.5
Triclabendazol	Oral	10	12

NR: No se Recomienda (1, 2, 7, 9, 10, 13, 18, 21)

Tabla 2. Actividad de distintos antihelmínticos contra los diferentes estados de *Fasciola hepatica* a las dosis recomendadas para ovejas.

Fasciolicida	Estado Prepatente*							Estado Patente**						
	Edad de las Fasciolas en semanas													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
CCL4														
Hexachloroethano														
Hexachlorofeno														
Bromsalans														
Bromofenofos														
Oxiclozanida														
Niclofolan														
Albendazole														
Netobimin														
Cloxanida														
Nitroxynil														
Clorsulón														
Brotianida														
Rafoxanida														
Closantel														
Triclabendazol														
Diamfenetida														

\* Sin excreción de huevos

\*\* Con excreción de huevos (1, 2, 9, 18)