

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

EFECTO NEMATICIDA DE EXTRACTOS DEL SUSTRATO DEGRADADO (SDH) DE *Pleurotus djamor in vitro* Y COMPORTAMIENTO DE OVINOS CON INFECCIONES NATURALES DE PARÁSITOS GASTROINTESTINALES

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE MAESTRO EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y DESARROLLO RURAL

P R E S E N T A:

IPA. JAIME CRISTOBAL HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ

CO- DIRECTORES DE TESIS

DRA. LILIANA AGUILAR MARCELINO

DR. FERNANDO IVÁN FLORES PÉREZ

Cuernavaca, Morelos, Octubre de 2021.



EFECTO NEMATICIDA DE EXTRACTOS DEL SUSTRATO DEGRADADO (SDH) DE *Pleurotus djamor in vitro* Y COMPORTAMIENTO DE OVINOS CON INFECCIONES NATURALES DE PARÁSITOS GASTROINTESTINALES

Tesis realizada por el **IPA. JAIME CRISTOBAL HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ** bajo la dirección del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el título de:

MAESTRO EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y DESARROLLO RURAL

COMITÉ REVISOR

CO- DIRECTORA DE TESIS
DRA. LILIANA AGUILAR MARCELINO _____

CO- DIRECTOR DE TESIS
DR. FERNANDO IVÁN FLORES PÉREZ _____

REVISOR:
DRA. CLAUDIA HALLAL CALLEROS _____

REVISOR:
DR. PEDRO GERALDO GONZÁLEZ PECH _____

REVISOR:
DR. AGUSTÍN ORIHUELA TRUJILLO _____

REVISOR:
DR. VIRGINIO AGUIRRE FLORES _____

Cuernavaca, Morelos, Octubre de 2021.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), México por la beca otorgada No. 999846 para la realización de los estudios de la Maestría en Ciencias Agropecuarias y desarrollo rural de la UAEM.

Al proyecto No. 9342634372 de Problemas Nacionales, CONACYT (2018-2021).

A la FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS de la UAEM por nuevamente abrir las puertas de sus instalaciones y otorgara los medios necesarios para la generación del conocimiento.

Al CENID SALUD ANIMAL E INOCUIDAD, INIFAP por el acceso a sus laboratorios y facilitar los medios para el desarrollo del presente estudio.

A mi director Dr. FERNANDO IVÁN FLORES PÉREZ por haber estado conmigo en la tesis de licenciatura y ahora por todo su apoyo, orientación y motivación que otorgó para facilitar la adquisición de nuevos conocimientos en esta etapa.

A mi codirectora Dra. LILIANA AGUILAR MARCELINO por depositar su confianza y brindar la oportunidad para el presente estudio, así como por todo su profesionalismo y su apoyo incondicional.

DEDICATORIAS

A dios por darme sabiduría, entendimiento y paciencia para poder haber realizado este paso en la vida.

A mi familia en especial a mis hijas que aún son pequeñas y que han sido mi más grande tesoro, como su motivación para que sigan adelante en los estudios que deseen realizar y que observen que son capaces de realizar muchas cosas con dedicación y perseverancia.

Pero sobre todo este esfuerzo es para mi abuela Antonia Virto Gómez porque no hubiera podido llegar hasta aquí sin tus palabras y consejos de cada ocho días, tu cariño y confianza en mí, por ser el mejor ejemplo de valentía, perseverancia, sacrificio, dedicación, madre mía me siento orgulloso de ser tu hijo y siempre estaré agradecido con dios por haberme permitido crecer a tu lado, no habrá cariño más lindo como el que tú me das y el que yo siento por ti, de igual manera agradezco a dios por aun conservarte a mi lado y poder corresponder un poco a todo lo que tú eres, esta meta cumplida en mi vida es para ti.

índice

Contenido	Página
I. Introducción	1
II. Antecedentes	4
II. 1 Producción de ovinos en México	4
II. 2 Parasitosis como un problema de salud en la producción de ovinos……..	6
II. 3 *Haemonchus contortus*	7
II. 3.1 Ciclo de vida de *Haemonchus contortus*	8
II.4. Coccidia sp.……...	10
II.4.1 Ciclo de vida de *Coccidia* sp…….....	10
II.5 *Strongyloídes* sp……..……	12
II.5.1 Ciclo de vida de *Strongyloídes* sp …..……..…….....	12
II. 6 Control convencional	13
II. 7 Resistencia antihelmíntica	14
II. 8 Alternativa de control ……..	16
II. 9 Hongos comestibles	16
II. 9.1 Propiedades nematicidas de *Pleurotus* spp.	18
II. 10 Características del sustrato degradado de hongos (SDH).....	20
III. Justificación	22
IV. Hipótesis	23
V. Objetivo General	24
V. 1. Objetivos específicos	24
VI. Materiales y métodos	25
VI. 1. Experimento 1; Producción de SDH.....	26
VI.1.1 Análisis bromatológico del SDH de *P. djamor* …….....	27

Contenido	Página
VI.1.2 Obtención de los extractos hidroalcohólicos del SDH…….	28
VI.1.3 Obtención de huevos y larvas infectantes (L_3) de *H. contortus*	29
VI. 2 Evaluación *in vitro* del efecto ovicida, larvicida de extractos del (SDH) en *H. contortus* ……..……	31
VI.3 Análisis estadístico ……..	32
VII. 1 Experimento 2;……..…….…….	33
VII.1.1 Lotificación…….	35
VII.2 Tiempo de adaptación y confirmación de nematodos gastrointestinales ……..	35
VII. 3 Evaluación del comportamiento en pradera……...	36
VII. 4 Diseño de observaciones……	38
VII. 5 Muestreo fecal…….	40
VII. 6 Evaluación del peso……..	40
VII. 7 Análisis estadístico……	40
VII. Resultados	41
VIII. Discusión	73
IX. Conclusiones	79
XI. Literatura citada	82
XII. Apéndices…….	96

Índice de figuras	Páginas
Figura 1.-Principales estados productores de ganado en pie 2014….	5
Figura 2.- Frecuencia de género de nematodos gastrointestinales en dos épocas del año en la sierra de Tabasco…….	7
Figura 3.- Fotografía de una larva de *Haemonchus contortus*……..	7
Figura 4.- Ciclo de vida de *Haemonchus contortus*……	9
Figura 5.- Ciclo de vida de *Coccidia* sp……	11
Figura 6 Ciclo de vida de *Strongylus* sp……. ……..…..	13
Figura 7. Diagrama de actividades del estudio……	25
Figura 8.- Obtención de los extractos de SDH……...	28
Figura 9.- Obtención de los huevos y L_3 de *Haemonchus contortus...*	30
Figura 10.- Diagrama de actividades experimento 2……..	33
Figura 11.- Línea del tiempo de actividades a desarrollar en experimento 2……	34
Figura 12.-Lotificacion……	35
Figura 13.- Periodo en el cual se encontró expuesto al rayo del sol..	47
Figura 14 A.- Periodo en el cual el animal se encuentra en sombra……	48
Figura 14 B.- Tiempo de permanencia expuesto a la sombra en ovinos sin infección, con infección natural doble e infección natural triple en la observación de las 8 h……	49
Figura 15.- Periodo en el cual el animal permaneció cosechando forraje……	50
Figura 16 A.- Periodo en el cual el animal se desplazó moviendo las cuatro patas……..	51
Figura 17.- Periodo en el cual el animal realizo la rumia……..…..	53
Figura 18 A.- Periodo en el cual el animal permaneció a una distancia mayor de un metro……..…..	54
Figura 18 B) Periodo en el cual los ovinos sin infección, con infección natural doble e infección natural triple permanecieron a una distancia mayor de un metro durante la observación de las 8h……	55

Figura 18 C) Periodo en el cual los ovinos sin infección, con infección natural doble e infección natural triple permanecieron a una distancia mayor de un metro durante la observación de las 12h……..…….. 56
Figura 18 D) Periodo en el cual los ovinos sin infección, con infección natural doble e infección natural triple permanecieron a una distancia mayor de un metro durante la observación de las 16h…….…… 57
Figura 19 A.- Periodo en el cual el animal permaneció sobre sus cuatro patas ……..…….. 58
Figura 19 B.- Periodo en el cual los ovinos sin infección, con infección natural doble e infección natural triple permanecieron sobre sus cuatro patas durante la observación de las 12…….….. 59
Figura 20 A) Periodo en el cual los ovinos sin infección, con infección natural doble e infección natural triple permaneció en cualquier posición de reposo durante el día ……..…… 60
Figura 20 B) Periodo en el cual los ovinos sin infección, con infección natural doble e infección natural triple permaneció en cualquier posición de reposo durante la observación de las 16h…… 61
Figura 21.- Frecuencia en la cual el animal cosecha forraje…….. 62
Figura 22.- Frecuencia en la cual el animal se desplaza de lugar….. 63
Figura 23.- Frecuencia en la cual el animal mastica bolos regurgitados…….. 64
Figura 24.- Frecuencia con la cual el animal permaneció descansando en cualquier posicion de reposo……..……... 65
Figura 25.- Frecuencia con la cual el animal permaneció sobre sus cuatro patas ……..…….…... 66
Figura 26.- carga parasitaria en ovinos durante el experimento……. 67
Figura 27.- HPG en ovinos durante el experimento por géneros……. 68
Figura 28.- Ganancia de peso en ovinos durante el experimento…… 69

Figura 29.- Consistencia blanda de heces en ovinos durante el experimento…….. 70
Figura 30.- Consistencia firme de heces en ovinos durante el experimento …….. 71
Figura 31.- Consistencia dura de heces en ovinos durante el experimento…… 72

Índice de cuadros	paginas
Cuadro 1.- Países con la mayor población ovina en América……..	4
Cuadro 2. - Estados con la mayor población de ovinos (2014) ……..	5
Cuadro 3.- Resistencia antihelmíntica en el sureste de México ……..	15
Cuadro 4.- Propiedades medicinales encontradas en *Pleurotus djamor*……	19
Cuadro 5.- Porcentajes de SDH de *Pleurotus djamor*…….....	26
Cuadro 6.- Evaluación *in vitro* del efecto letal en huevos y larvas L_3 de *H. contortus* de extractos hidroalcohólicos del (SDH) ……..	32
Cuadro 7.- Descripción de los grupos de animales a utilizar……	37
Cuadro 8 a, b.- diseño de observaciones……	38,39
Cuadro 9.- Rendimiento de extractos de SDH de *P. djamor* ……..	41
Cuadro 10.- Análisis bromatológico de sustrato degradado de hongo de *Pleurotus. djamor* ……..…	42
Cuadro 11.- **.-** Efecto ovicida de la concentración empleada *in vitro* del extracto hidroalcohólico de SDH de *P. djamor* sobre *H. contortus.……...*	44
Cuadro 12.- Cálculo de CL_{50} del extracto SDH *P. djamor* de inhibición de la eclosión de huevos de *H. contortus* ……..……..……	44
Cuadro 13.- Efecto larvicida de la concentración empleada *in vitro* del extracto hidroalcohólico de SDH de *P. djamor* sobre *H. contortus*…….	46
Cuadro 14. Calculo de la CL_{50} del extracto SDH *P. djamor* con efecto larvicida (72h) en L_3 *H. contortus*……..	46

Apéndices	paginas
Cuadro 1.- Porcentajes de inhibición de la eclosión de huevos de *Haemonchus contortus* por efectos de diferentes concentraciones de extractos de SDH (Tratamiento 1) ……..	96
Cuadro 2, 3.- Porcentajes de inhibición de la eclosión de huevos de *Haemonchus contortus* por efectos de diferentes concentraciones de extractos de SDH (Tratamiento 2 y 3 respectivamente) ……..…...	97
Cuadro 4, 5.- Porcentajes de inhibición de la eclosión de huevos de *Haemonchus contortus* por efectos de diferentes concentraciones de extractos de SDH (Tratamiento 4 y 5 respectivamente) ……...	98
Cuadro 6, 7.- Porcentajes de inhibición de la eclosión de huevos de *Haemonchus contortus* por efectos de diferentes concentraciones de extractos de SDH (Tratamiento 6 y 7 respectivamente) ……...	99
Cuadro 8, 9.- Porcentajes de inhibición de la eclosión de huevos de *Haemonchus contortus* por efectos de diferentes concentraciones de extractos de SDH (Tratamiento 8 y 9 respectivamente) ……...	100
Cuadro 10.- Porcentajes de inhibición de la eclosión de huevos de *Haemonchus contortus* por efectos de diferentes concentraciones de extractos de SDH (Tratamiento 10) ……	101
Cuadro 11.- Porcentajes de mortalidad de L_3 de *H. contortus* por efectos de diferentes concentraciones extractos hidroalcohólicos de SDH (Tratamiento 1)……..……	102
Cuadro 12,13.- Porcentajes de mortalidad de L_3 de *H. contortus* por efectos de diferentes concentraciones extractos hidroalcohólicos de SDH (Tratamiento 2 y 3 respectivamente)……..….	103
Cuadro 14,15.- Porcentajes de mortalidad de L_3 de *H. contortus* por efectos de diferentes concentraciones extractos hidroalcohólicos de SDH (Tratamiento 4 y 5 respectivamente)……....	104
Cuadro 16, 17- Porcentajes de mortalidad de L_3 de *H. contortus* por efectos de diferentes concentraciones extractos hidroalcohólicos de SDH (Tratamiento 6 y 7 respectivamente)…….	105

Cuadro 18,19.- Porcentajes de mortalidad de L_3 de *H. contortus* por efectos de diferentes concentraciones extractos hidroalcohólicos de SDH (Tratamiento 8 y 9 respectivamente)…….. 106
Cuadro 20.- Porcentajes de mortalidad de L_3 de *H. contortus* por efectos de diferentes concentraciones extractos hidroalcohólicos de SDH (Tratamiento 10)……..…… 107

Resumen

En el presente estudio se realizaron dos experimentos, en el primero se evaluó *in vitro* el efecto ovicida y larvicida de extractos hidroalcohólicos de sustrato degradado de hongo (SDH) *Pleurotus djamor* en *Haemonchus contortus*. Se formaron siete grupos (n=4 repeticiones), que contenían 100 huevos/ larvas en 50 µL de agua destilada/pozo. grupo 1 (grupo de control negativo) contenía 50 µL de PBS con un PH = 7.4; el grupo 2 (grupo de control positivo) contenía 50 µL de Tiabendazol (5 mg/mL); los grupos 3-7 fungieron como grupos tratados y se evaluaron a concentraciones de: 5000 µg/mL, 2500 µg/mL, 1250 µg/mL, 625 µg/mL y 312.5 µg/mL de los extractos hidroalcohólicos de SDH de *P. djamor*. Para evaluar la inhibición de la eclosión, las lecturas se tomaron a las 48 h. El efecto de los extractos se analizó mediante un ANOVA, utilizando la comparación de medias con la prueba LSD con el modelo lineal generalizado Statgraphics Centurión XV, 2006 y se determinó el CL_{50} con un análisis "PROBIT" en el programa Polo Plus. El efecto ovicida más relevante fue el tratamiento dos (T2) con un 96.46% a la concentración 2.500 µg/mL. El efecto de mortalidad de fue presentado por el tratamiento cinco (T5) hasta 23.49% a la concentración 5.000 µg/mL.

En el segundo experimento se cuantificaron los cambios de conducta generales (tiempo que pasan realizando actividades como, pastoreo, caminar, parado, echado, rumia, proximidad entre ovinos, tiempo que pasan en sol o sombra) mientras presentan una infección natural de parásitos gastrointestinales, fueron analizados por medio del programa Graph Pad Prism Versión 8 (2019), con las pruebas paramétricas Kruskal-Wallis test. Los resultados muestran diferencias en el tiempo de permanencia en un lugar de la pradera con sombra, por otro lado, se notifica que los animales pertenecientes al grupo control (desparasitados) permanecieron en sombra el 20.1% con un tiempo de 920 s ± 73 E.E., con una diferencia significativa para el grupo de infección natural doble de 14.3% con 484 s ± 107 E.E. (P≤0.05), tiempo que los animales permanecieron caminando se observó que el grupo con la infección natural doble tuviera un 2.7% con un tempo127 s ± 07 E.E., permaneció caminando casi el doble del tiempo con respecto al grupo control que mostrara un 1.8% con un tiempo de 76 s ± 08 E.E., (P≤0.05), al contrastar el

tiempo que los animales permanecieron con una proximidad mayor a un metro entre ellos se observó que el grupo con la infección natural triple presento un 9.6% con un tiempo 464 s ± 55 E.E., respecto al grupo control que mostró una diferencia con un 3.1% y 119 s ± 17 E.E., (P≤0.05), al analizar el tiempo que los animales permanecieron parados se observó que el grupo con la infección natural doble presentó un 5.3% con un tiempo 230 s ± 40 E.E., muy cercano al doble con respecto al mostrado por el grupo control que mostró un 3.2% y 105 s ± 20 E.E., (P≤0.05), al contrastar el tiempo que los animales permanecieron echados se observó que el grupo control permaneció un 7.7% con un tiempo 51 s ± 20 E.E., mientras que los grupos de infección natural doble y triple no mostraron esta actividad (P≤0.05).

Palabras clave: Hongos Comestibles, Antiparasitarios, Sustentabilidad, Producción Animal, Conducta.

Abstract

In the present study, two experiments were carried out, the first one *evaluated in vitro* the ovicidal and larvicidal effect of hydroalcoholic extracts of degraded substrate of fungus (SDH) *Pleurotus djamor* in *Haemonchus contortus*. Seven groups (n = 4 replicates) were formed, containing 100 eggs / larvae in 50 µL of distilled water / well. group 1 (negative control group) contained 50 µL of PBS with a PH = 7.4; group 2 (positive control group) contained 50 µL of Thiabendazole (5 mg / mL); Groups 3-7 acted as treated groups and were evaluated at a concentration of: 5000 µg / mL, 2500 µg / mL, 1250 µg / mL, 625 µg / mL and 312.5 µg / mL of the hydroalcoholic extracts of SDH of *P. djamor*. To assess hatching inhibition, readings were taken at 48 h. The effect of the extracts was analyzed by ANOVA, using the comparison of means with the LSD test with the generalized linear model Statgraphics Centurion XV, 2006 and the LC50 was determined with a "PROBIT" analysis in the Polo Plus program. The most relevant ovicidal effect was treatment two (T2) with 96.46% at a concentration of 2,500 µg / mL. The mortality effect of was presented by treatment five (T5) up to 23.49% at a concentration of 5,000 µg / mL.

In the second experiment, general behavioral changes were quantified (time spent performing activities such as grazing, walking, standing, lying down, rumination, proximity between sheep, time spent in sun or shade) while presenting a natural infection of gastrointestinal parasites, were analyzed using the Graph Pad Prism Version 8 (2019) program, with the parametric Kruskal-Wallis test. The results show differences in the time of permanence in a place of the meadow with shade, on the other hand, it is reported that the animals belonging to the control group (dewormed) remained in the shade 20.1% with a time of 920 s ± 73 SE, with a significant difference for the double natural infection group of 14.3% with 484 s ± 107 SE (P≤0.05), time that the animals remained walking, it was observed that the group with the double natural infection had 2.7% with a tempo127 s ± 07 EE, remained walking almost twice the time with respect to the control group that showed 1.8% with a time of 76 s ± 08 SE, (P≤0.05), when contrasting the time that the animals remained with a proximity greater than one meter between them, it was observed

that the group with the triple natural infection presented 9.6% with a time 464 s ± 55 SE, compared to the control group that showed a difference with 3.1% and 119 s ± 17 SE, (P≤0.05), when analyzing the time that the animals remained standing it was observed that the group with the natural infection Double presented 5.3% with a time 230 s ± 40 SE, very close to double with respect to that shown by the control group that showed 3.2% and 105 s ± 20 SE, (P≤0.05) , when contrasting the time that the animals remained lying down, it was observed that the control group remained 7.7% with a ti me 51 s ± 20 SE, while the double and triple natural infection groups did not show this activity (P≤0.05) .

Key words: Edible Mushrooms, Antiparasitic, Sustainability, Animal Production, behaviour.

RESERVA DE SECRECÍA DE PATENTE

La presente investigación deriva de un proyecto cuyos resultados se someterán a registro de patente por tal motivo los detalles de la presente tesis han sido planteados bajo la reserva de secrecía.

1. Introducción

A nivel mundial uno de los problemas sanitarios más graves son las parasitosis provocadas por nematodos gastrointestinales (NGI) que afectan a pequeños rumiantes provocando daños severos en la salud de animales, adicionalmente limita su productividad (Rinaldi *et al*., 2015).

Las pérdidas económicas provocadas por parásitos tienen un alto impacto en la producción de las explotaciones ovinas y caprinas (McLeod, 1995; Gilleard, 2013). En los sistemas productivos, los rumiantes presentan infecciones mixtas con más de un género y especie de NGI. Entre estas especies se ha notificado que el nematodo *Haemonchus contortus,* tiene una prevalencia mayor de 37% en México y que están ampliamente distribución en las zonas tropicales y subtropicales (González-Garduño *et al*., 2011).

Se ha notificado importantes pérdidas económicas en controlar estas parasitosis en la ganadería, para México las pérdidas económicas por año se han registrado alrededor de $8,902 millones de pesos mexicanos debido al aumento de costo de control (antihelmíntico, mano de obra y equipo) además en zonas tropicales los NGI son el mayor problema que limitan la producción de rumiantes (Rodríguez-Vivas *et al*., 2017).

Los productos antihelmínticos son el principal método de control de los parásitos de los rumiantes, a nivel mundial es notoria la disminución del éxito de estos tratamientos (González-Garduño *et al*., 2014) favoreciendo el desarrollo de la resistencia antihelmíntica (RA). Debido a la RA, se han generado métodos alternativos de control. Las alternativas de control de NGI en ovinos que se han utilizado principalmente son las siguientes: agujas de cobre, vacunas, manejo del pastoreo, biocontrol, etnoveterinaria y desparasitación selectiva (Torres-Acosta *et al*., 2012).

Otro método alternativo de control es el uso de los hongos comestibles, que cuentan con múltiples propiedades medicinales y terapéuticas, particularmente como antiparasitarios (nematicidas), siendo uno de los principales el género *Pleurotus* del cual se han notificado 23 especies que presentan está actividad en pruebas *in vitro* (Li y Zhang, 2014).

Este hongo presenta actividad nematicida *in vitro* en contra de larvas *H. contortus* (Rodríguez-Bamáca *et al*., 2014). Con base en estos antecedentes *P. djamor* representa una alternativa potencial para el control de *H. contortus* y podría formar parte de un método integral para disminuir las enfermedades parasitarias provocadas por NGI en los ovinos (Pineda-Alegría *et al.,* 2017).

El cambio de comportamiento de los animales como la zoofarmacognosia preventiva, que se basa en buscar no solo los alimentos que necesitan sino también las sustancias necesarias para su salud, también podría brindar información relevante, sugiriendo la presencia de infecciones incluso previo al diagnóstico y la presencia de sintomatología por las infecciones causadas por NGI (Bojkovski, 2014).

En un estudio realizado por Flores-Pérez *et al.* (2019) refirieron que novillos infectados con *H. contortus* presentaron menor eficiencia alimenticia y menos energía neta para su mantenimiento, lo cual afectó su rendimiento productivo, así como su comportamiento. Los cambios de comportamiento que ocasiona *H. contortus* en ovinos han sido poco estudiados y tampoco se han reportado las actividades en las que es más visible. Sin embargo, estudios previos notifican que algunos animales infectados usan estrategias de automedicación como el consumo de forrajes nutracéuticos (Waller y Thamsborg, 2004; Villalba *et al*., 2013). Así mismo (Hart, 2011) notifica la limitación del contacto con animales enfermos. La zoofarmacognosia o automedicación ha sido observada sólo en su aspecto curativo y en contexto de pastoreo de gramíneas como *Cynodon nlemfluensis* (estrella africana) y leguminosas como *Acacia cochliacantha* (cubata) de clima templado. Sin

embargo, en vegetación heterogénea tropical, las cabras no presentan automedicación curativa, es decir la infección por NGI no determina un cambio en el consumo o selección que sea dirigido a la eliminación de la infección (Ventura-Cordero *et al.,* 2018). En cambio, la automedicación preventiva si ha sido notificada en pequeños rumiantes tanto en condiciones de campo como en estudios de cafetería (Ventura-Cordero *et al*., 2017).

Una consideración importante es que cuando los ovinos infectados artificialmente con *H. contortus*, son forzados a consumir dietas con altas concentraciones de polifenoles, es posible observar una reducción en la excreción de huevos de NGI por gramo de heces (Méndez-Ortiz *et al.,* 2019). Sin embargo, eso no significa que cuando los animales tienen la posibilidad de escoger, optaban por los alimentos con mayor concentración de polifenoles, esto significa que puede influir más en su conducta de alimentación el balanceo de nutrientes.

Los cambios del comportamiento en que los ovinos que pueden verse influenciados por la infección de NGI son: 1) disminución del consumo de alimento, 2) mayor selección o consumo de alimento con polifenoles (taninos condensados). Sin embargo, en ovinos la infección por NGI no afecta necesariamente el consumo ni la selección, aun cuando el nivel de infección sea elevado. Estas dos, son más influenciadas por el balance nutricional que obtiene el pequeño rumiante con los alimentos que dispone, particularmente la proporción energía-proteína consumida (Ventura-Cordero *et al*., 2018; Torres-Fajardo *et al*., 2018). También es necesario considerar la resistencia y resiliencia de los pequeños rumiantes del trópico por las infecciones por NGI.

Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto nematicida de extractos del sustrato degradado (SDH) de *P. djamor in vitro* y el comportamiento de ovinos con infecciones naturales de parásitos gastrointestinales.

2.- Antecedentes

El ovino (*Ovis aries*), es un animal rumiante que tiene tres compartimientos pregástricos (rumen, retículo y omaso), que utilizan para su digestión, además, pueden consumir alimentos fibrosos que son digeridos por los microorganismos que se encuentran en simbiosis en los diferentes compartimentos. También les permite utilizar otras fuentes simples de nutrientes, como los compuestos nitrogenados no proteicos o utilizar proteínas de mediana calidad. Por su hábito de alimentación se considera un animal pastoreador (Clauss *et al*., 2003; Hofmann, 1973), aunque puede incorporar en su dieta una proporción de hasta 40 a 50% de plantas arbustivas cuando los rebaños son mantenidos en vegetación heterogénea (González-Pech *et al*., 2021). Los tres productos principales que se obtienen de *O. aries* son: carne, lana y leche; así como las pieles como subproducto.

2.1 Producción de ovinos en México

México se encuentra en la quinta posición en cuanto a la población ovina en América respecto a países como: Brasil, Argentina, Perú y Bolivia (Plan rector sistema producto ovinos 2016) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Países con la mayor población ovina en América.

PAÍSES	**CABEZAS**
Brasil	17,614,454
Argentina	14,700,000
Perú	12,415,395
Bolivia	9,499,147
México	8,575,908
Uruguay	8,200,000
Estados Unidos	5,245,000
Chile	3,300,000
Cuba	2,173,400
Canadá	874,700

Plan rector sistema producto ovinos 2016.

En el caso de México la producción está concentrada en seis estados acumulando el 55% de la población de ovinos. Principalmente Estado de México e Hidalgo son los principales productores, con 16% y 14% respectivamente, de acuerdo con el sistema de información agroalimentaria y pesquera (Plan rector sistema producto ovinos 2016) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Estados con la mayor población de ovinos.

ESTADO	POBLACIÓN 2013
México	1,398,954
Hidalgo	1,185,294
Veracruz	664,532
Oaxaca	519,003
Puebla	500,819

Plan rector sistema producto ovinos 2016.

La producción de carne en canal se ha incrementado cerca del 30%, en el período de 2004 a 2013, pasando de 44,315 toneladas a 58,287, en el período de 2004-2014 (Plan rector sistema producto ovinos 2016) (Figura 1).

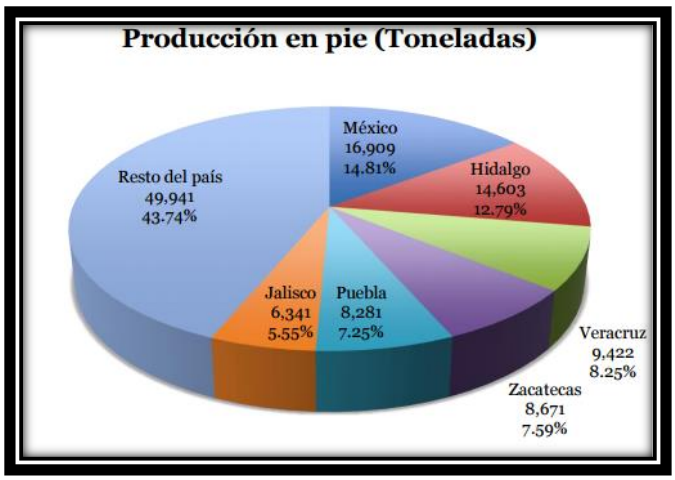


Figura 1. Principales Estados productores de ganado en pie 2014. Fuente: Plan rector sistema producto ovinos 2016.

2.2 Parasitosis como problema de salud en la producción de ovinos

Los (NGI) son los parásitos más frecuentes y patógenos. Las alteraciones que pueden ocasionar los NGI dependerá de la tríada medio ambiente (temperatura, humedad, presencia de compuestos secundarios en la vegetación), hospedero (inmunidad, la edad, estado nutricional (Hoste *et al.*, 2016), resistencia, resiliencia (Retama-Flores *et al*., 2012) y parásito (nivel de infección, los géneros involucrados, presencia de cepas resistentes) pudiendo afectar el consumo de alimentos, así como deficiencias en los procesos de digestión y absorción, lo cual se ve reflejado en la ganancia de peso y desarrollo (Torres-Acosta *et al*., 2003; Lippi *et al.,* 2013).

Los signos clínicos que pueden presentar los animales con altos niveles de infección por NGI son: debilidad, diarrea, edema submaxilar, anorexia, baja conversión alimenticia, bajos índices de fertilidad y en corderos jóvenes, la muerte. Los nemátodos de la familia Trichostrongylidae son los causantes principales de las parasitosis en los rumiantes. Este grupo incluye a varios géneros de *Haemonchus, Ostertagia, Trichostrongylus, Cooperia,* entre otros (Zarlenga *et al.,* 2016). El nemátodo *H. contortus* se localiza en el abomaso de los ovinos, provocando una enfermedad conocida como Haemonchosis ovina (Besier *et al.,* 2016), y es el NGI con mayor prevalencia nacional y mundial (González-Garduño *et al.,* 2011; Gebresilassie y Tadele, 2015) (Figura 2).

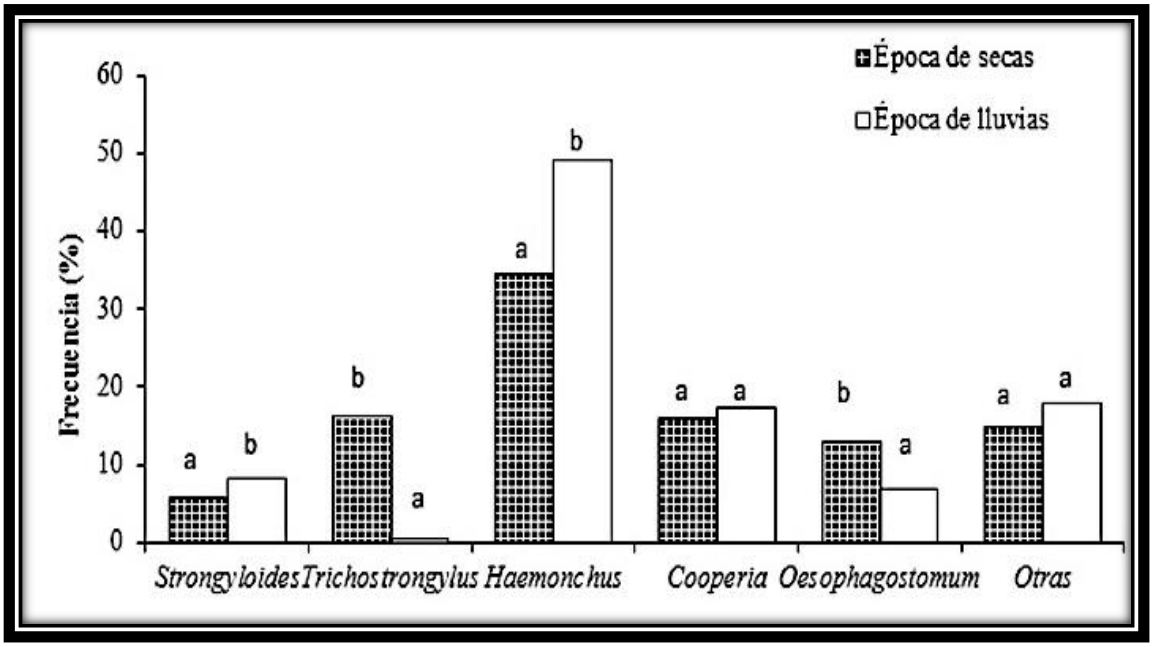


Figura **2.** Frecuencia de los principales géneros de nemátodos gastrointestinales en dos épocas del año en la sierra de Tabasco. Fuente: González-Garduño, 2011.

2.3 *Haemonchus contortus*

Es un NGI que afecta a ovinos y otros rumiantes en todo el mundo sobre todo en regiones cálidas y húmedas y son de los parásitos más frecuentes y dañinos. Son de un color rojizo, con una cavidad bucal con lanceta dorsal, un esófago claviforme y la cutícula lisa con papilas cervicales. Los machos pueden llegar a medir de 19 a 22 mm con una bolsa copuladora bien desarrollada; por su lado las hembras pueden medir 25 a 34 mm con un pliegue vulvar prominente y la cola en punta (Taylor *et al.,* 2015) (Figura 3).

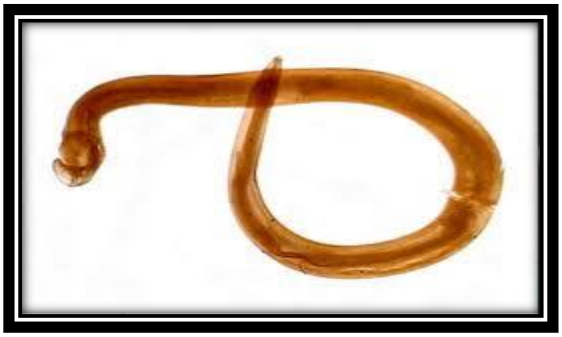


Figura 3. Fotografía del nematodo *H. contortus* (20X).

2.3.1 Ciclo de vida de *Haemonchus contortus*

Los huevos de NGI son expulsados del organismo del animal parasitado en las heces y liberados sobre las praderas (Mehlhorn, 2004). En este momento se encuentran en estado de embriogénesis. En las condiciones adecuadas de temperatura y humedad, en uno o dos días se desarrolla el embrión dentro del huevo y eclosiona una larva de primer estado (L_1) (Hernández, 2011). La forma de la L_1, cuenta con una cavidad bucal y esófago bulboso (rabditiforme) provisto de un aparato valvular característico de una forma de "Y" en el que es seguido de un intestino simple que culmina en el ano (Mehlhorn, 2004).

La L_1 se alimenta con las sustancias contenidas en las heces fecales y con bacterias, esporas de hongos y agua. Después un tiempo de inmovilidad, la larva sufre una muda y cambia su vaina, transformándose en larva de segundo estadio (L_2). Su morfología es muy similar a la L_1, la diferencia es el tamaño y su esófago es menos rabditiforme, presenta un aparato valvular visible, se alimenta en forma similar a la L_1 (Hernández, 2011). Después de 2-3 días, las larvas de segundo estadio sufren una nueva muda convirtiéndose en larvas de tercer estadio o larvas infectantes (L_3) (Mehlhor, 2004). Estas conservan la vaina, que funciona como una protección contra los factores externos. La L_3 no se alimenta del exterior, consumiendo en cambio reservas contenidas en sus células intestinales. Las L_3 son muy activas y pueden subir por los tallos y llegar a las hojas del pasto (Hernández, 2015).

Las L_3 constituyen la última etapa del ciclo biológico fuera del huésped definitivo. Ingeridas con el forraje penetran en la mucosa del abomaso o del intestino, donde sufren dos mudas más, convirtiéndose en larvas de cuarto y quinto estadio que son los adultos (L_5), que al madurar representan las formas sexuales (Figura 4).

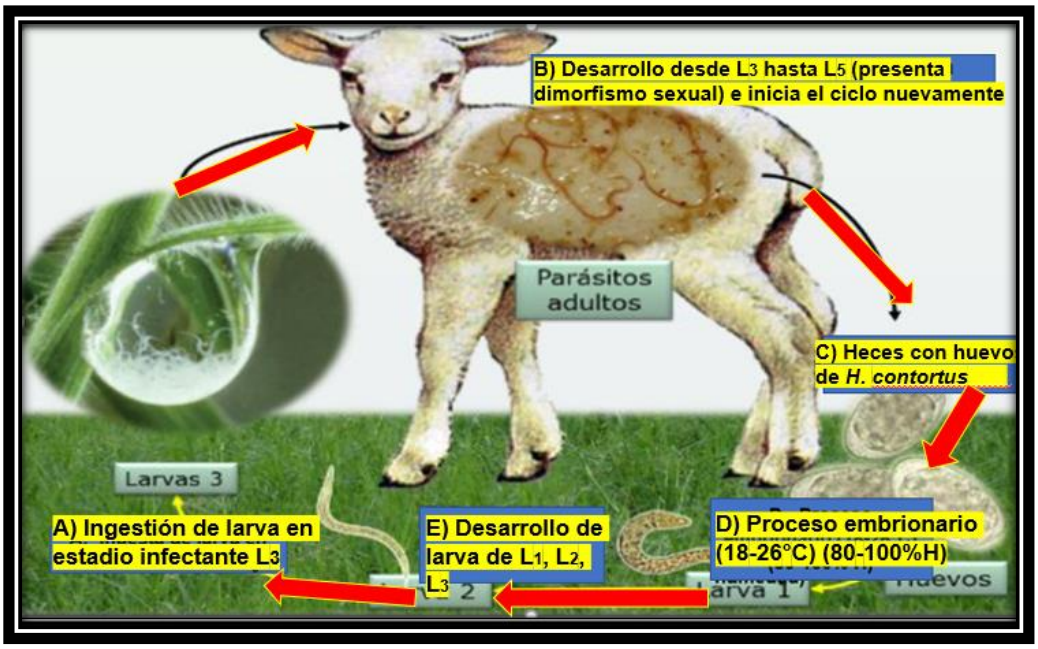


Figura 4. Ciclo de vida de *H. contortus*. A) consumo de L_3 por el ovino. B) L_4 se alimenta de sangre al adherirse a la mucosa del abomaso y se desarrolla hasta L_5 y adulto. C) Las hembras ovipositan y salen los huevos junto con las heces al ambiente. D) Al salir del huésped, los huevos de parásito se desarrollan hasta L_1. E) La larva se desarrolla hasta L_3 (estadio infectante) donde desarrolla una vaina que la protegerá hasta que sea ingerido por el ovino (Castells, 2004).

El nemátodo *H. contortus* afecta a ovinos y caprinos (Zapata *et al*., 2016). La larva infectante es consumida por el ovino en el forraje y estando en el rumen en el rumen, puede seguir con su desarrollo, viaja hasta el abomaso y allí llega a su estado adulto. Una hembra adulta de nemátodo puede producir cerca de 5000 mil huevos y consumir cerca de 200 µL de sangre diariamente. Las hembras tienen la capacidad de excretar muchos huevos esto es la principal causa de las epidemias que se generan al inicio de las lluvias que es cuando se cuenta con las condiciones climáticas son ideales para el desarrollo de las larvas (González-Garduño, 2011). Sin embargo, el efecto de acumulación de la infectividad en las praderas es gradual (el ciclo es de 21 días) y sumado a la naturaleza sobre dispersa de la infección por NGI, la mayor infectividad en temporada de lluvias está presente al final de la temporada (Jaimez-Rodríguez *et al.*, 2019).

Dentro del ovino las larvas penetran el abomaso e intestinos, mudan nuevamente y pasan a L_4, posteriormente se transforman en L_5 o pre adultos que una vez que maduran sexualmente y pasan a ser adultos. después de la copula, las hembras producen huevos, cerrándose así el ciclo, esto ocurre a los 21 días después de ser ingeridas las L_3.

2.4 *Coccidia* sp.

La coccidiosis es una enfermedad gastrointestinal causada por parásitos del género *Eimeria* el cual es un protozoo que afecta a los rumiantes en todo el mundo, principalmente animales jóvenes y estresados (Lucas *et al.,* 2014). Se han descrito aproximadamente 1700 especies en muchos huéspedes vertebrados e invertebrados; sin embargo, la mayoría de ellos son específicos e infectan una especie de hospedador (Chapman 2014; Chapman *et al.,* 2013). La sintomatología incluye pérdida de peso o aumento reducido de peso, diarrea, apatía e inflamación del órgano afectado (Tomczuk *et al*., 2015). Se ha reportado aproximadamente 12 especies de *Eimeria* que afectan al ganado bovino, mientras que 11 a cabras y nueve a ovinos (Joachim *et al.*, 2018; Taylor *et al*., 2016). Se ha notificado que la coccidiosis afecta la economía y crianza de rumiantes, con pérdidas anuales en México de $ 474 millones de pesos (Rodríguez- Vivas *et al.*, 2017 a,b).

2.4.1 Ciclo de vida de *Coccidia* sp.

a) Fase asexual, esquizogonia o merogonia

Se inicia con la ingestión y desenquistamiento del ooquiste esporulado dentro del hospedador. Para el desarrollo del proceso de desenquistamiento es necesario la presencia de dos estímulos separados, uno de ellos es el suministro de CO_2 y el otro la acción de la tripsina y la bilis, lo que permitirá la liberación de los esporozoitos (Urquhart, 2001). En el proceso cada ooquiste libera ocho esporozoitos que invaden las células epiteliales del intestino formando un esquizonte o meronte, en cuyo

interior se formarán los merozoitos que infectarán otras células intestinales (Barriga, 2002).

b) Fase sexual

Una vez transcurridos varios ciclos de replicación asexual, da lugar a la reproducción sexual (gametogonia), donde algunos merozoitos se dirijan a la formación del gameto masculino o microgameto y en su interior se formará los microgametocitos. Mientras que otros merozoitos formarán los gametos femeninos o microgametos, los que serán fecundados por los microgametos para dar como resultado a los ooquistes, los cuales serán eliminados a través de las heces (Rojas, 2004). Estos ooquistes que fueron eliminados son inmaduros (no esporulados) y necesitarán de 3 a 6 días, que en óptimas condiciones ambientales desarrollarán en su interior los esporozoitos y se convertirán en infectantes o esporulados. (Urquhart, 2001) (Figura 5).

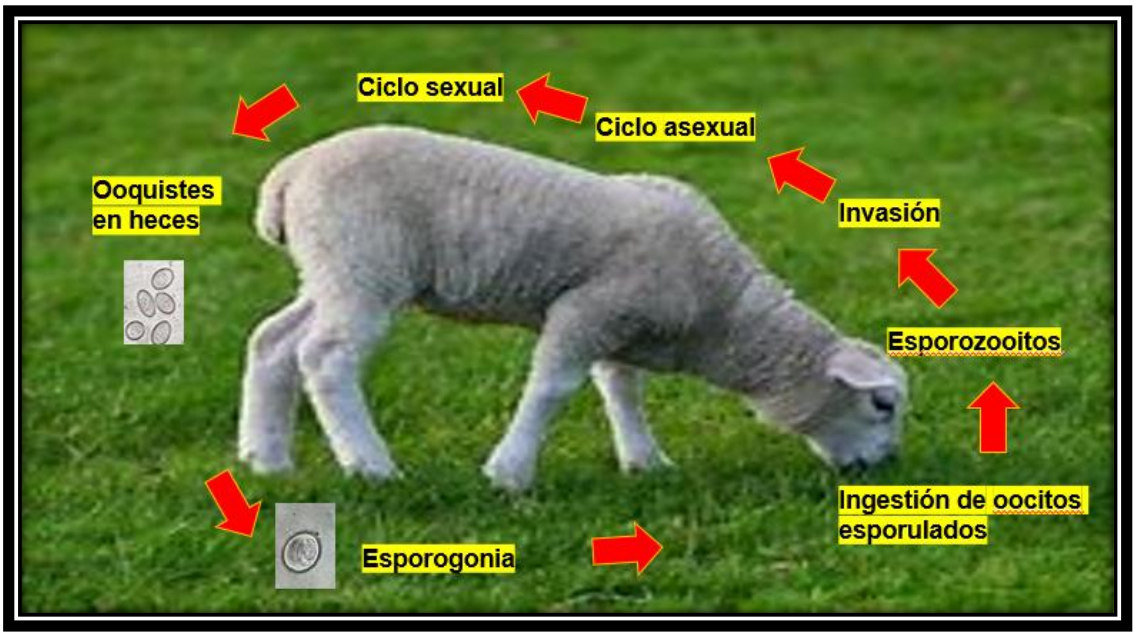


Figura 5 Ciclo de vida de *Coccidia* sp. A) consumo de oocitos esporulados, B) Esporoziotos, C) invasión, D) Ciclo asexual, E) Ciclo sexual, F) Ooquistes en heces, G) Esporogonia. (Propiedad del autor del presente estudio).

2.5 *Strongyloídes* sp.

Se localiza en la mucosa del intestino delgado de la ovino. Su distribución es mundial y es más frecuente en la oveja que en el bovino. Las hembras partenogenéticas miden 3.5-6 mm x 50-65 micras. Su cuerpo es largo y filiforme, más delgado en la región cefálica. La boca está rodeada de cuatro labios y cuatro papilas. Posee esófago largo y casi cilíndrico, vulva en el tercio posterior del cuerpo rodeado de labios poco notables y la parte posterior corta, cónica y truncada posteriormente. Los huevos son elipsoidales (40-60 x 20-32 micras) de pared delgada y embrionados (Cordero del Campillo *et al*., 1999).

2.5.1 Ciclo de vida de *Strongylus* sp.

El ciclo de vida consiste en una forma de vida libre en la que los machos y hembras se reproducen fuera del huésped en el medio ambiente y otra forma parasitaria solo de hembras que comienza cuando las larvas ingresan al huésped por vía cutánea, oral o transmamaria (Shoop *et al.,* 2002). Las larvas realizan una migración pulmonar y finalmente maduran a hembras partenogenéticas en el intestino delgado, producen huevos que una vez en el medio exterior completan su desarrollo a larvas infectantes (L_3) (Shoop *et al.,* 2002; Dillard *et al.,* 2007). Las larvas también pueden llegar a la ubre por vía sanguínea e infectar a las crías en lactación, o atravesar la placenta e infestar al feto (Dillard *et al.,* 2007). La infección por *Strongylus* sp. es común en ovinos en nuestro país y su patogenicidad se considera baja, los huevos que son pequeños, larvados y semitransparentes, generalmente se subestiman en el diagnóstico. En rumiantes jóvenes la enfermedad puede variar desde una forma asintomática en infección leves, hasta una enteritis severa con diarrea, neumonía y muerte (Brown *et al.,* 2007). Puede causar también muerte súbita por para cardiaco, independientemente de la presencia o ausencia de migración larvaria (Kobayashi *et al.,* 2009; Nakamura *et al.,* 1994) (Figura 6).

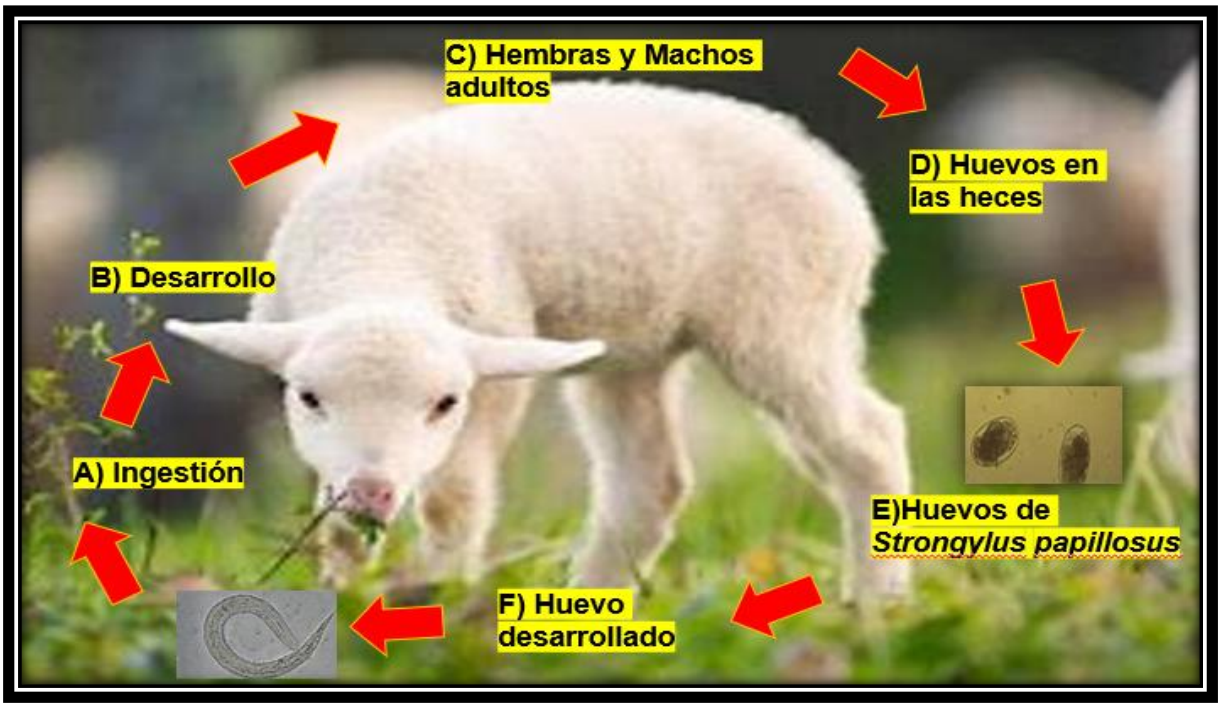


Figura 6 Ciclo de vida de *Strongylus* sp. A) Ingestión, B) Desarrollo, C) Hembras y Machos adultos, D) Huevos en las heces, E) Huevos de *Strongylus* sp., F) Huevo desarrollado (Propiedad del autor del presente estudio).

2.6 Control convencional

En la actualidad los antihelmínticos que se encuentran disponibles son agrupados de acuerdo con su composición química, así como los efectos sobre los parásitos. De acuerdo con esto, los bencimidazoles, los imidazotiazoles y las lactonas macrocíclicas son de mayor utilidad ya que se les considera antihelmínticos de amplio espectro. Estos compuestos son muy efectivos; debiendo usar y elegir adecuadamente mediante criterios técnicos, para obtener respuestas clínicas deseables (Rodríguez-Gómez, 2016).

Otros factores, como la estructura química del compuesto, las propiedades farmacocinéticas, la condición de los ovinos, el ciclo biológico de los NGI y el mal uso de los fármacos propician una disminución en el efecto de este; además de originar poblaciones de NGI con resistencia a estos compuestos químicos (Medina *et al.,* 2014).

A partir del surgimiento de los antihelmínticos de amplio espectro en el mercado hace más de 40 años, los productores han aprendido que la forma correcta para controlar los NGI en los rebaños ovinos es la desparasitación constante de todos los animales de la granja (Molento *et al*.*,* 2011). Sin embargo, la dependencia total de un solo método de control ha demostrado ser poco eficiente a largo plazo. A pesar de la constante búsqueda de diversas estrategias de control de los NGI causantes de enfermedades parasitarias por parte de los científicos y los productores, desde hace muchos años, la desparasitación a través de fármacos se ha colocado como un método de control parasitario efectivo (Medina *et al.,* 2014).

2.7 Resistencia antihelmíntica

La RA se considera como el problema de disminuir gradualmente el efecto antihelmíntico sobre los parásitos de todas las especies (Esteban-Ballestero *et al*., 2018). Además, es una capacidad heredable de los NGI para sobrevivir a tratamientos con unas dosis terapéuticas, fuera suficiente para ocasionar la disminución del desarrollo o la muerte de los nemátodos de una población normal o susceptible (Martínez*,* 2010).

En 1977 en Estados Unidos fue notificado el primer caso de NGI resistentes a los antihelmíntico (Drudge *et al.*, 1977). Campos *et al*., 1990 notifica la presencia de RA al albendazol en Mexico. En la actualidad los parásitos con resistencia antihelmintica se encuentran presentes en la mayoría de los rebaños del sureste de México, América Latina y a nivel mundial (Torres *et al.*, 2011, 2012) (Cuadro 3).

Cuadro 3. Resistencia antihelmíntica en el sureste de México.

Lugar	Familia de antihelmíntico	Genero de involucrados	Referencia
Yucatán	Bencimidazoles y Lactonas Macrocíclicas	*Haemonchus* sp., y *Trichostrongylus.*	Torres *et al.*, 2003
Huimanguillo y Teapa, Tabasco	Bencimidazoles	*Haemonchus* sp., *Teladorsagia.*, y *Oesophagostomum*	González *et al*., 2003
Centla, Tabasco	Bencimidazoles y Lactonas Macrocíclicas	*Haemonchus* sp., *Teladorsagia.*, *Oesophagostomum.*	Nuncio *et al.*, 2003
Tabasco	Bencimidazoles, Imidazotiazoles y Lactonas Macrocíclicas	No reportado	Nuncio *et al.*, 2005
Campeche	Bencimidazoles y Lactonas Macrocíclicas	*Trichostrongylus*	Torres *et al.*, 2007
Centro y altos de Chiapas	Bencimidazoles, Imidazotiazoles y Lactonas Macrocíclicas	*Haemonchus* sp., y *Teladorsagia.*	Sánchez *et al.*, 2008
Centro de tabasco	Bencimidazoles, Imidazotiazoles y Lactonas Macrocíclicas	*Haemonchus* sp., y *Trichostrongylus.*	Medina *et al.*, 2011
San Fernando Chiapas	Bencimidazoles, Imidazotiazoles y Lactonas Macrocíclicas	*Haemonchus* sp., *Trichostrongylus.*, *Teladorsagia.*	Reyes *et al.*, 2013
Jalapa, Centro y Cunduacan; Tabasco	Bencimidazoles, Imidazotiazoles y Lactonas Macrocíclicas	*Haemonchus* sp., *Trichostrongylus.*, *Oesophagostomum*	Herrera *et al.*, 2013

Fuente: Medina, 2014.

2.8 Alternativas de control de nemátodos gastrointestinales en ovinos

Se han desarrollado diversas alternativas para controlar los NGI, con diversos resultados de éxito; buscando la disminución del uso de fármacos antihelmínticos, así como, evitar la presencia o el crecimiento de la RA. Las principales alternativas de control de nematodos en ovinos son las siguientes: manejo del pastoreo, inmunización con larvas y vacunas; contortin H-11 y H-gal-GP (Medina *et al*., 2014), control biológico, adicionalmente se ha demostrado la eficacia de la actividad antihelmíntica de los extractos de las siguientes plantas: Zarzo amarillo (*Acacia flavescens*), Huizache (*A. fornesiana*), Eucalipto (*Corymbia citriodora*), Melón amargo o cundeamor (*Momordica charantia*), rabo de mico (*Heliotropium indicum*), flor de ajo (*Cydista aequinoctialis*) con alta eficacia (Espinoza-Moreno *et al*., 2016), también se han utilizado las agujas de cobre que se administran por vía oral posteriormente pasan a través del rumen y se alojan en el abomaso donde se liberan iones de cobre que ejercen un efecto antihelmíntico por la reacción secundaria que provoca un desbalance iónico que provoca la muerte de los parásitos, en este contexto se ha notificado la disminución de NGI del 75% y 90% en los animales (Medina *et al*., 2014), finalmente se ha utilizado la desparasitación selectiva (Mendoza-Gives, 2019; Torres-Acosta, 2011).

2.9 Hongos comestibles

México es uno de los reservorios culturales y biológicos más importantes de hongos silvestres comestibles en el mundo. Esto debido principalmente como resultado de la particular diversidad biológica, condiciones geológicas y geográficas (Pérez-Moreno *et al.,* 2010; Garibay-Orijel *et al.,* 2010). En México al menos 303 especies de hongos se utilizan tradicionalmente con fines culinarios (Boa, 2004), debido a su contenido nutrimental, el hongo *P. djamor* y en general los hongos comestibles, son un alimento altamente recomendado para diversos tipos de dietas (Martínez-Carrera *et al*., 2016).

El término «setas» es aplicado en México para referirse a los hongos del género *Pleurotus* (*P. ostreatus* y afines), estos hongos también son conocidos popularmente como orejas blancas, orejas de palo, orejas de patancán, orejas de cazahuate y orejas de izote. Nuestro país es pionero en el cultivo de setas en América Latina, en los años 70 se inició con esta actividad y ha aumentado su propagación y consumo (Gaitán *et al*., 2006).

Los hongos cuentan con funciones significativas en los ecosistemas y se encuentran en todo tipo de entornos, estos atributos funcionales de los hongos se reflejan en su gran variedad de formas, características fisiológicas y propiedades bioquímicas.

Se estima que los hongos superan en número a las plantas en al menos seis a uno (Blackwell, 2011). Las estimaciones recientes del número de hongos que existen en la tierra son de hasta 5.1 millones de especies (Blackwell, 2011) y solo alrededor del 2% al 3% de estas especies son conocidas.

En México la producción de hongos asciende los 200 millones de dólares anuales y beneficiando así con 25,000 empleos directos e indirectos (Martínez-Carrera *et al.,* 2007). El continente asiático produce el 99% del cultivo de *Pleurotus*, específicamente en China. Mientras que, para Latinoamérica, el cultivo se produce especialmente en Brasil, México, Colombia, Argentina y Guatemala (Royse y Sánchez, 2017).

Los hongos silvestres se recolectan y se usan como alimento para generar ingresos en más de 80 países. Existe una diversidad relativamente grande de diferentes tipos (más de 1,000 especies) registradas para estos propósitos. En 2013, los hongos silvestres representaron aproximadamente el 8% del valor de los componentes de la industria mundial de los hongos (Royse y *Sánchez*, 2017).

Los hongos medicinales producen más de 125 funciones medicinales (Chang y Wasser 2012). Estos incluyen propiedades: antitumorales, inmunomoduladoras, antioxidantes, depuración de radicales libres, cardiovasculares,

antihipercolesterolemias, antivirales, antibacterianas, antiparasitarias, hepatoprotectoras, detoxificantes y antidiabéticas. Los basidiomicetos contienen polisacáridos biológicamente activos principalmente en los carpóforos y el micelio (Chang y Wasser, 2012).

2.9.1 Propiedad nematicida de *Pleurotus* spp.

Respecto a la propiedad nematicida del hongo comestible se ha notificado que 23 especies del género *Pleurotus* presentan esta actividad nematicida en pruebas *in vitro* (Li y Zhang 2014). Adicionalmente, algunos productos bioactivos como: proteasas (Genier *et al.*, 2015), ácidos grasos (Pineda-Alegría *et al.,* 2017), alcaloides, compuestos peptídicos, terpenos (Li *et al*., 2007), taninos condensados y compuestos fenólicos (Ganeshpurkar *et al*., 2012) obtenidos a partir de *Pleurotus* spp., estos compuestos han mostrado una actividad *in vitro* antiparasitaria importante, particularmente contra NGI de importancia agropecuaria y de salud pública como los céstodos *Hymenolepis nana* y *H. diminuta* (Shariat *et al*., 1994, Palizi 2009; Ramírez-Barquín, 2020).

El género *Pleurotus* posee características nutracéuticas determinadas a partir de los basidiomas, en cuanto a las propiedades medicinales presentes en el hongo *P. djamor* se han notificado en los carpóforos, micelio e incluso en el medio de cultivo denominados “filtrados” (Cuadro 4).

Cuadro 4. Propiedades medicinales notificadas en *Pleurotus djamor.*

Propiedad	**Extractos**					**Referencia**
	Micelial	**Metanólico**	**Etil/ Acetato**	**Etanólico**	**Hexano/ Cloroformo**	
Antibacteriana	X			X		Das *et al.*, (2017), Rosa *et al*., (2009), Suresh *et al.,* (2017), Acharya y Saha (2011), Milton *et al*., (2017).
Antioxidante		X		X	X	Valencia del Toro *et al*., (2008), Guzmán *et al.,* (2009), Sudha *et al.*, (2016).
Antifúngica				X		Acharya y saha (2011).
Hepaprotectora	X					Zhang *et al*., (2016).
Antidiabética	X					Zhang *et al*., (2015).
Inmunomoduladora		X				Carbonero *et al*., (2015).
Antioxidante		X			X	Yoon *et al*. (2012), Acharya *et al*., (2017), Milton *et al*., (2017).
Anticancerígena	X	X		X		Ho *et al*., (2004), Carbonero *et al*., (2006), Wu *et al*., (2010), De Barba *et al*., (2011).
Antiparasitaria				X	X	Rosa *et al*., (2009), Pineda-Alegria *et al*., (2017).
Antiinflamatoria		X				Eigorashi *et al*., (2008), Carbonero *et al.,* (2008).
Antiviral		X				Kiduruli *et al.,* (2010).
Antilipidémica		X				Yoon *et al*., (2012).

Fuente: Salmones, 2017.

2.9.2 Características del sustrato degradado de hongos (SDH)

Muchas especies de hongos se cultivan en el mundo, la producción global es mayor a seis millones de toneladas y en términos económicos ascienden a cuatro millones de dólares, por otra parte, los hongos comestibles se producen sobre materiales o insumos naturales derivados de la agricultura, la explotación forestal, la crianza animal y de las industrias manufactureras (Nieto *et al*., 2016).

Una vez que los hongos comestibles han sido cosechados se produce toneladas del SDH, y los productores de hongos desechan este material al ambiente contaminando, a este material del sustrato degradado se puede aprovechar para emplearlo para otras actividades y apoyando la economía circular.

El SDH presenta propiedades nutricionales y medicinales que podrían servir como alimento de rumiantes. Actualmente se están obteniendo muchos beneficios mediante diferentes usos y se están valorando muchas posibilidades más a escala internacional (Rinker, 2015).

Por cada tonelada de hongos producidos, se generan de una a dos toneladas de materiales residuales (peso seco) (Toledo, 2015). La pregunta fundamental considerando que los recursos naturales son limitados y que están relacionados con la salud humana y el ambiente (sustentabilidad) (Bejarano, 2016) es: ¿Qué utilidad o valor puede tener este material residual procedente del cultivo de *Pleurotus* sp?

Se ha notificado los posibles usos que puede tener el SDH, haciendo referencia a su empleo en biorremediación (purificación de aire, agua, suelos y sustratos contaminados con plaguicidas), utilización en otros cultivos (flores y hortalizas en invernadero, frutas y hortalizas en campo, otros cultivos), enmienda general de suelos, semilleros y paisajismo, alimentación animal y acuicultura, control de plagas y enfermedades y usos diversos (combustible, vermicultura, otros), considerando también su reutilización en el cultivo de hongos, como material de cobertura para *Agaricus* spp. y como sustrato para el cultivo de otras especies (Rinker, 2002).

3. Justificación

En la actualidad el uso y abuso de productos químicos han generado la RA dentro de los NGI, por tal motivo surge la necesidad de buscar métodos de control alternativo, algunos de los materiales/insumos utilizados para el desarrollo de hongos comestibles se han notificado como candidatos para combatir los NGI esto debido a que los hongos comestibles producen una amplia variedad de compuestos bioactivos que tienen una importancia en la industria química y farmacéutica para el desarrollo de productos naturales ya que algunos hongos comestibles han demostrado poseer una importante actividad biológica contra NGI en animales. El presente estudio se encuentra centrado en dos paradigmas. Por una parte, avanzar en el método de control basado en el uso de *P. djamor* cuyos sustratos han demostrado actividad antihelmíntica sobre *H. contortus* y determinar sí el extracto del sustrato degradado (SDH) en el que crece *P. djamor* conserva actividad antihelmíntica *in vitro.*

Se ha notificado que los animales poseen la habilidad de automedicación o del cambio de comportamiento para evitar el consumo de ciertos elementos que le puedan causar un daño, así como consumir aquellos que le ayudan a controlar las infecciones gastrointestinales. La evaluación de la conducta en ovinos con infecciones naturales de parásitos gastrointestinales que nos permitirá conocer los cambios conductuales para que a futuro se realicen estudios en ovinos infectados y administrarles un tratamiento a partir de (SDH) de hongos comestibles como el *P. djamor*.

4. Hipótesis

H1: Al menos un tratamiento del extracto hidroalcohólico del sustrato degradado de hongo *P. djamor* presentará efecto *in vitro* ovicida a las 48 h y efecto larvicida a las 72 h (L_3) de *H. contortus*.

H2: Las infecciones de parásitos gastrointestinales (*H. contortus, Coccidia* sp., *Strongyloides* sp.) en ovinos Santa Cruz generan cambios conductuales en pastoreo.

5.- Objetivo general

Evaluar el efecto nematicida de extractos del sustrato degradado (SDH) de *P. djamor in vitro* y el comportamiento de ovinos con infecciones naturales de parásitos gastrointestinales.

Objetivos específicos

I.-Obtener los extractos hidroalcohólicos de 10 mezclas de SDH de *P. djamor.*

II.-Evaluar el efecto de los 10 extracto hidroalcohólicos de SDH de *P. djamor in vitro* para determinar cual tiene el mayor efecto ovicida (48 h) y larvicida (72 h) sobre *H. contortus.*

III.-Obtener la CL_{50} de aquellos extractos hidroalcohólicos del SDH de *P. djamor* que inhiban la eclosión de huevos de *H. contortus.*

IV.- Obtener la CL_{50} de aquellos extractos hidroalcohólicos SDH *P. djamor* que induzcan la mortalidad de *H. contortus* (L_3).

V.-Cuantificar los cambios conductuales generales (tiempo que pasan realizando actividades como: pastoreo, caminar, parado, echado, rumia, proximidad entre ovinos, tiempo que pasan en sol o sombra) mientras presentan una infección natural de parásitos gastrointestinales.

6.- Materiales y métodos

El presente estudio consta de dos experimentos:

Experimento 1

Evaluación del efecto ovicida, larvicida de extractos hidroalcohólicos SDH de *P. djamor in vitro* (Figura 7).

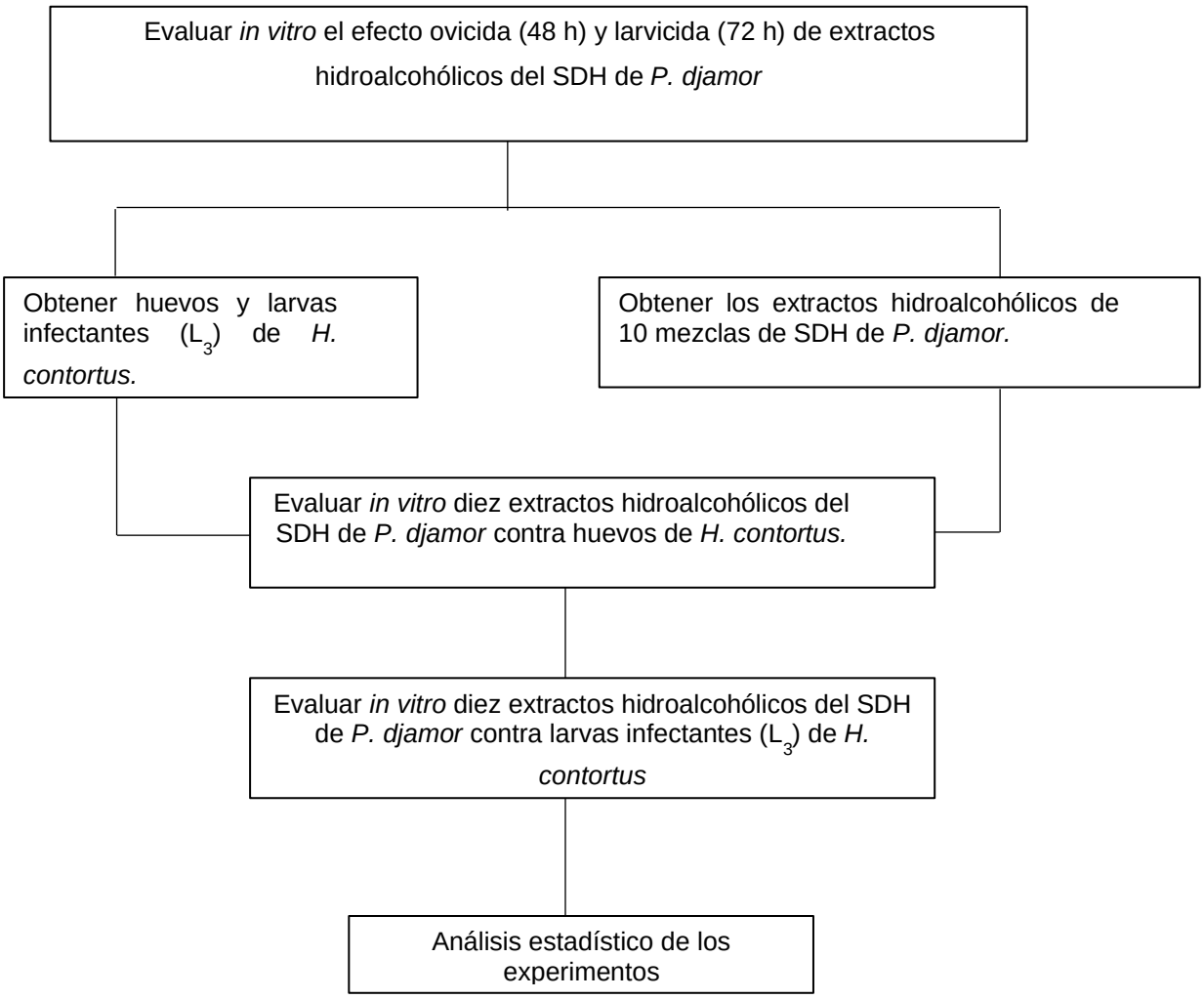


Figura 7. Diagrama de actividades del estudio.

Experimento 1

6.1 Producción del SDH de *P. djamor*

El SDH de *P. djamor* se obtuvo del Laboratorio de hongos tropicales del Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR, Sede Tapachula, Chiapas, México). Se utilizaron granos de diferentes insumos agrícolas abundantes en el área del Soconusco, Chiapas a 65% de humedad, bajo condiciones de esterilidad a 121 °C /30 min. De estos insumos se hicieron diez mezclas diferentes que fueron usadas como sustratos para el hongo. Se utilizó 2-4% de semilla de hongo para la siembra, mezclando semilla/sustrato y se conservaron en bolsas con orificios durante 10-20 días a 20-26 °C. Los cultivos fueron procesados a una humedad de 78-85% y temperatura de 20-26 °C, iluminación natural y ventilación por 30-35 días (Quimio, 2002). Los porcentajes inclusión de SDH de *P. djamor* en las diferentes mezclas. Posterior al crecimiento del hongo se obtuvieron los sustratos degradados (SDH) (Cuadro 5).

Cuadro 5. Porcentajes SDH de *Pleurotus djamor*.

Sustrato degradado				
Lote	**Cepa**	**Composición de la mezcla (%)**		
		Olote	Pasto Pangola*	Pulpa de café
AT1	123	16.66	66.66	16.66
AT2	123	16.66	16.66	66.66
AT3	123	0	50	50
AT4	123	66.66	16.66	16.66
AT5	123	33.33	33.33	33.33
AT6	123	0	0	100
AT7	123	0	100	0
AT8	123	100	0	0
AT9	123	50	50	0
AT10	123	50	0	50

*pasto pangola (*Digitaria decumbens*).

6.1.1 Análisis bromatológico del SDH de *P. djamor*

De acuerdo con los resultados obtenidos *in vitro* contra huevos y larvas de *H. contortus* se seleccionaron a tres tratamientos para realizar un análisis bromatológico. Cada mezcla de SDH, se secó al horno a 40 °C hasta alcanzar un peso constante. Las muestras secas fueron molidas a un tamaño de partícula de 1 mm. Los análisis realizados fueron: materia seca (MS) (no. 7.007), proteína cruda (CP) (no. 2057), ceniza (no. 7009) (AOAC, 1980).

6.1.2 Obtención de los extractos hidroalcohólicos del SDH de *P. djamor*

Se pesaron individualmente 50 g de cada SDH, el material se colocó en un matraz, posteriormente se agregó una mezcla total de 0.5 L de metanol/ agua (70:30). Se dejaron por 24 h y posteriormente se filtró el macerado en tres pasos :1) gasa, 2) algodón y 3) papel filtro. Se realizó una segunda extracción con metanol/agua (70:30) por 24 h. Posteriormente el volumen fue concentrado para remover el metanol a presión reducida. Posteriormente las muestras fueron liofilizadas y se almacenaron para posteriormente realizar los bioensayos (Pineda-Alegría *et al*., 2017) (Figura 8).



Figura 8. A) Pesado de muestras B) Maceración (70:30), C) Filtración. D) Concentración de muestra, E) Liofilización, F) Almacenamiento 4°C.

6.1.3 Obtención de huevos y larvas infectantes (L_3) de *H. contortus*

Se utilizó un ovino donador y se mantuvo bajo condiciones controladas de alojamiento y alimentación. El ovino se infectó artificialmente con 350 L_3/kg/p.v. de *H. contortus*, vía oral, las heces se colectaron del recto del ovino infectado y se empleó la técnica de McMáster para observar la presencia de huevos de nematodos y estimar el número de huevos eliminados por gramo de heces (HPG) (Liébano *et al*., 2011).

Para la obtención de huevos de *H. contortus,* las muestras se tomaron directamente del recto del ovino y la extracción de huevos de la muestra se realizó por maceración hasta obtener una mezcla homogénea y se tamizó, posteriormente se lavó con agua de la llave en mallas de distintas aperturas (40, 140, 400 micras) solo permitiendo el paso de partículas de menos de 38 µm. El líquido resultante se recolectó en un tubo de ensayo con 9 mL de sacarosa al 40% adicionando 3 mL en una relación 3:1, se centrifugó a 1500 rpm con el fin de formar un gradiente de densidad. Se recuperaron los huevos que quedaron en el anillo que forma y por último se vertió en un tamiz de 400 µm, con agua se lavó el exceso de sacarosa y se recolectó el líquido en un tubo de plástico de 15 mL.

Para la obtención de larvas infectantes (L_3), después de 21 días, las heces del ovino donador se recolectaron con ayuda de una palangana y se realizó un cultivo, dejando siete días en condiciones óptimas (aireación y humedad) para el desarrollo hasta la L_3. Después de siete días se recuperaron las larvas por medio de la técnica de embudo de Baermann. Las muestras fueron procesadas para la obtención de (L_3) en cultivos (Arizmendi-López *et al*., 2014; Huicochea-Medina *et al*., 2015) (Figura 9).

Para la eliminación de la vaina de las larvas L_3 se utilizó hipoclorito comercial 0.187% donde se expusieron las larvas durante 5 min, se centrifugó a 3500 rpm con el fin de eliminar el hipoclorito de sodio, una vez terminados los lavados se evaluó *in vitro* de acuerdo con la técnica de (Chan-Pérez, 2016).

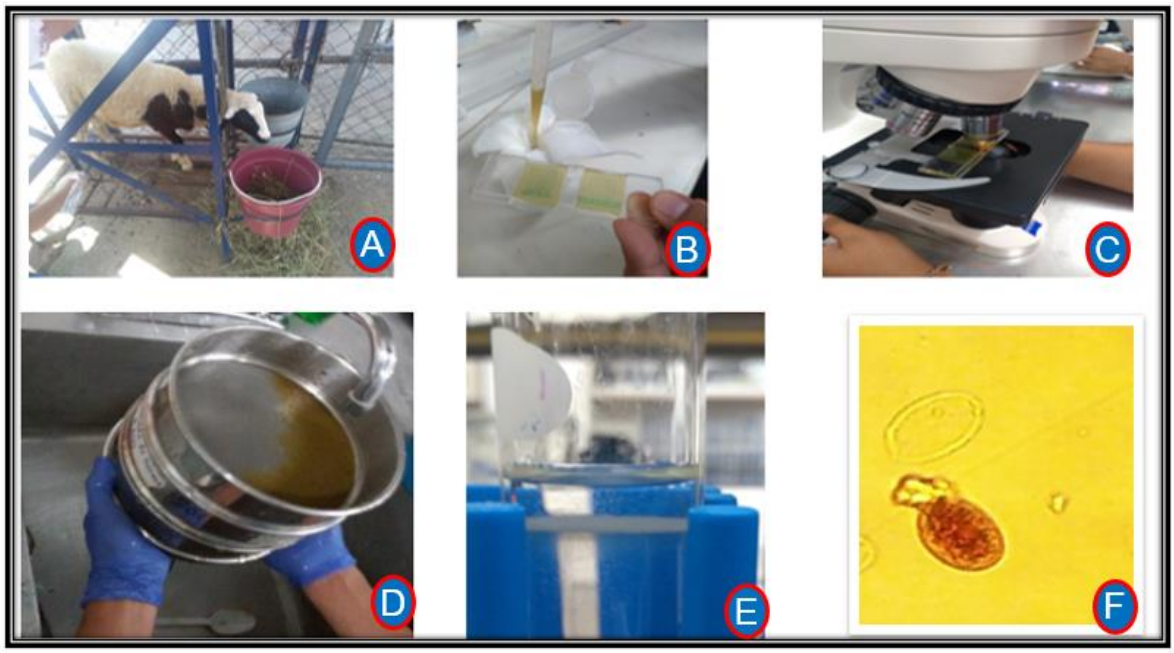
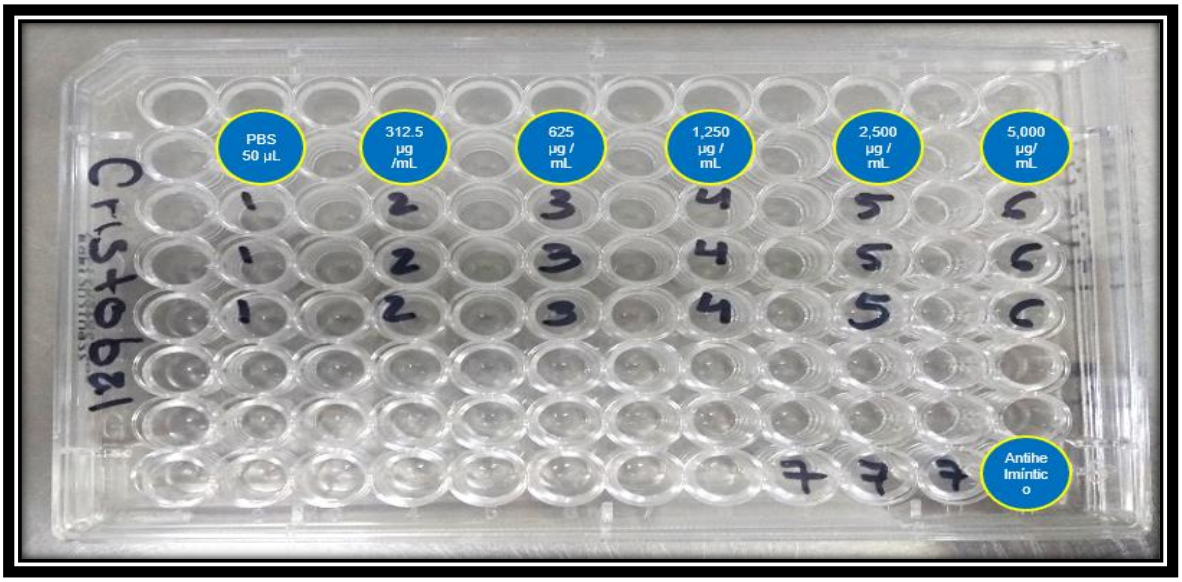


Figura 9. Obtención de huevos y (L_3) de *H. contortus*; A) ovino donador con *H. contortus*, B) técnica de McMáster, C) cuantificación de número de huevos o larvas, D) mediante el empleo de tamices de distinta graduación se separaron las heces de los huevos de *H. contortus,* E) utilizando un gradiente de sacarosa al 40-45% para eliminar los detritus presentes en la muestra, F) huevo de *H. contortus* eclosionando.

6.2 Evaluación *in vitro* del efecto ovicida y larvicida de extractos hidroalcohólicos del SDH en *H. contortus*

La confrontación se realizó en placas de microtitulación de 96 pozos. Se formaron 7 series con cuatro repeticiones (n=4), que contenían 100 huevos/L_3 en 50 µL de agua destilada por pozo. El grupo 1 (grupo control negativo) contenía 50 µL PBS con un PH de 7.4); grupo 2 (grupo control positivo) contenía 50 µL de levamisol para larvas y Tiabendazol para huevo (5 mg/mL); los grupos del 3 al 7 fungieron como grupos tratados y se evaluaron los extractos a concentraciones de: 3) 5,000, 4) 2,500, 5) 1,250, 6) 625, 7) 312.5 µg/mL. Para evaluar el efecto ovicida y larvicida (L_3) se tomaron lecturas de inhibición de eclosión a las 48 h y lectura de mortalidad de larvas L_3 a las 72 h. El porcentaje de inhibición de huevos y mortalidad de L_3 fue calculado mediante las fórmulas modificadas de Abbott (Arizmendi-López *et al*., 2014; Huicochea-Medina *et al*., 2015) (Cuadro 6).

Cuadro 6. Evaluación *in vitro* del efecto ovicida y larvicida de extractos hidroalcohólicos del (SDH) en *H. contortus*.



CONCENTRACIONES

SOLUCIÓN MADRE + PBS = 50 µL	CONCENTRACIÓN DE HUEVOS o LARVAS (100 EN 50 µL PBS)	VOLUMEN FINAL 100 µL

6.3 Análisis estadístico

Para analizar el efecto *in vitro* de los extractos hidroalcohólicos del SDH de *P. djamor* en huevos (ovicida a 48 h) y larvas L_3 (larvicida a las 72 h) de *H. contortus* (L_3) se utilizó ANOVA.

Controles

- PBS pH 7.4 se utilizó para ajustar el porcentaje ovicida y larvicida
- Un tratamiento adicional para observar el efecto ovicida de Tiabendazol
- Un tratamiento adicional para observar el efecto larvicida de Levamisol

La comparación de medias se realizó con la prueba de diferencias de mínimos cuadrados (LSD por sus siglas en inglés) con el programa Statgraphics modelo lineal generalizado. Finalmente, se determinó la concentración letal 50 (CL_{50}) con un análisis "PROBIT" en el programa Polo Plus.

$$\% \text{ efectividad antihelmíntica} = \frac{x \text{ testigo} - x \text{ testigo tratado}}{x \text{ testigo}} \times 100$$

7. Experimento 2.

Diagrama de la evaluación de los cambios conductuales (tiempo que pasan realizando actividades como, pastoreo, caminar, parado, echado, rumia, proximidad entre ovinos, tiempo que pasan en sol o sombra) mientras presentan una infección natural de parásitos gastrointestinales (Figura 10).

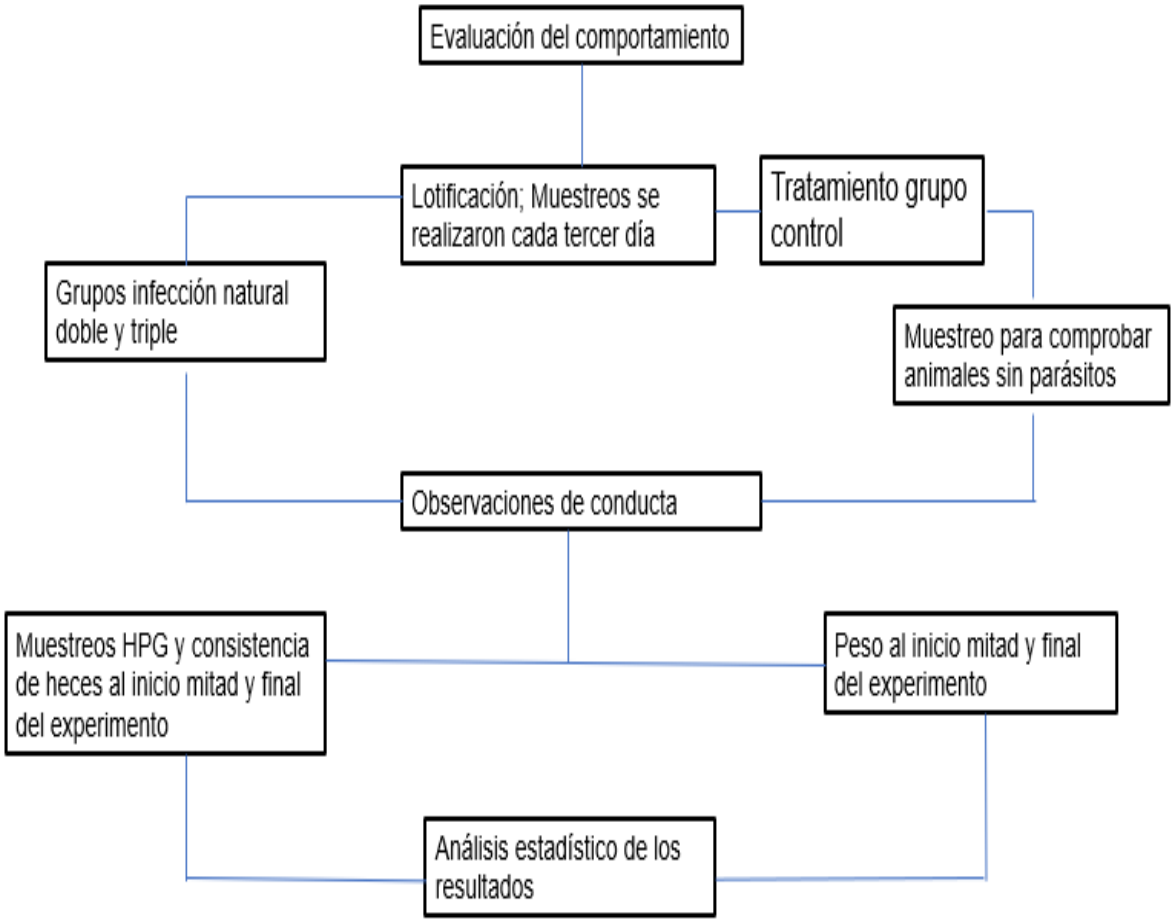


Figura 10. Diagrama de actividades del experimento 2.

A través de la siguiente línea del tiempo se especifican los tiempos en cómo se desarrolló la evaluación de los cambios conductuales (tiempo que pasan realizando actividades como, pastoreo, caminar, parado, echado, rumia, proximidad entre ovinos, tiempo que pasan en sol o sombra (Figura 11).



Figura 11. Línea del tiempo de actividades a desarrollar en el experimento 2.

7.1 Lotificación

Se utilizó un rebaño de 21 ovinos (40±5 Kg), hembras raza Santa Cruz de 10 meses de edad, con análisis previos de heces mediante examen coproparasitoscópico. Se asignaron según el tipo de infección natural de parásitos gastrointestinales que presentaban, cada grupo con una n=7, los grupos fueron identificados para distinguirlos en potrero; G1, grupo ovinos con infección natural doble de parásitos gastrointestinales (*H. contortus* y *Coccidia* sp. o *Strongyloides* sp.); G2, ovinos con infección natural triple de parásitos gastrointestinales (*H. contortus, Coccidia* sp. y *Strongyloides* sp.); G3, ovinos sin infección, que fueron desparasitados y considerados como el grupo control del experimento (Figura 12).



Figura 12. G1, grupo ovinos con infección natural doble de parásitos gastrointestinales;G2, ovinos con infección natural triple de parásitos gastrointestinales;G3, ovinos sin infección, que fueron considerados como el grupo control del experimento.

7.2 Tiempo de adaptación y confirmación de NGI

Se realizaron tres conteos de huevos por gramo de heces (HPG), se empleó la técnica de McMáster (Rodríguez-Vivas y Cob-Galera, 2005) de cada grupo de ovinos, dos semanas antes de iniciar el experimento, los muestreos se realizaron cada tercer día y se buscó que las cargas parasitarias naturales respecto a *H. contortus* de ambos grupos de animales fueran homogéneas estadísticamente. Mientras que al grupo control se desparasitó con una dosis de 400 mg de albendazol

vía oral e ivermectina a una dosis de 1 mL/50 kg de p.v. vía intramuscular, para asegurar que no hubiera presencia de parásitos gastrointestinales se realizó conteo de huevos por gramo de heces (HPG) a los siete días (Szyszka y Kyriazakis, 2013) Para determinar la frecuencia y tiempo de conductas generales (tiempo que pasan realizando actividades como, pastoreo, caminar, parado, echado, rumia, proximidad entre ovinos, tiempo que pasan en sol o sombra) se realizaron observaciones durante el día con horarios de 8:00 h, 12:00 h y 16:00 h.

7. 3 Evaluación del comportamiento en pradera

En este proceso se observó focalmente el comportamiento de cada ovino por un lapso de 10 min (Mitlohner, 2001), en horarios de 8:00 h, 12:00 h y 16:00 h de lunes a sábado durante 6 semanas, se tomaron registros de cada observación, para ello se utilizó un etograma (Mitlohner, 2001). Las observaciones se realizaron en potrero de 15 x 40 m con pasto estrella (*Cynodon plectostachius*) y zacate Taiwán (*Pennisetum purpureum*) (Cuadro 7).

Cuadro 7. Descripción de los diferentes comportamientos a evaluar.

Comportamiento	Descripción	Registro
Periodo de sol	Periodo en el cual el animal recibe directamente los rayos del sol.	Tiempo
Periodo de sombra	Periodo en el cual el animal se encuentra protegido de los rayos del sol bajo el árbol.	Tiempo
Pastorear	Periodo en que el animal baja la cabeza e inicia la cosecha de forraje hasta que levanta la cabeza nuevamente.	Frecuencia, Tiempo
Caminar	Periodo en el cual el animal se desplaza a través de sus cuatro patas.	Frecuencia, Tiempo
Rumia	Periodo dedicado a la regurgitación, masticación y deglución del bolo alimenticio.	Frecuencia, Tiempo
Proximidad >1 m entre ovinos	Se observará distancia entre animales menor o mayor a 1 metro.	Tiempo
Echado	Periodo durante el cual el animal permanece descansando en cualquier posición de reposo.	Frecuencia, Tiempo
Parado	Periodo en el cual el animal permanece sostenido en sus cuatro patas.	Frecuencia, Tiempo

7.4 Diseño de observaciones

Se realizó el diseño de observaciones de los animales de la siguiente manera con la finalidad de observar 4 animales de cada grupo y al tercer día se observaron los 3 restantes de cada grupo, mediante este diseño se obtuvieron tres observaciones de cada grupo cada dos semanas, (Cuadro 8 a y b).

Grupo control	Infección doble	Infección triple
3	2	9
7	16	15
8	19	17
11	20	18
12	24	22
21	28	23
25	29	27

Cuadro 8. a) Animales a evaluar, Grupo control, Grupo infección natural doble, Grupo infección natural triple.

	DÍAS DE OBSERVACIÓN EN LA SEMANA											
Horario	**LUNES**	**MARTES**	**MIERCOLES**	**JUEVES**	**VIERNES**	**SÁBADO**	**LUNES**	**MARTES**	**MIERCOLES**	**JUEVES**	**VIERNES**	**SÁBADO**
8:00-10:00 (HORAS)	3,7,8,11 2,16,19,20	3,7,8,11 9,15,17,18	12,21,25 24,28,29	12,21,25 22,23,27	3,7,8,11 2,16,19,20	3,7,8,11 9,15,17,18	12,21,25 24,28,29	12,21,25 22,23,27	3,7,8,11 2,16,19,20	3,7,8,11 9,15,17,18	12,21,25 24,28,29	12,21,25 22,23,27
12:00- 14:00 (HORAS)	3,7,8,11 2,16,19,20	3,7,8,11 9,15,17,18	12,21,25 24,28,29	12,21,25 22,23,27	3,7,8,11 2,16,19,20	3,7,8,11 9,15,17,18	12,21,25 24,28,29	12,21,25 22,23,27	3,7,8,11 2,16,19,20	3,7,8,11 9,15,17,18	12,21,25 24,28,29	12,21,25 22,23,27
16:00-18:00 (HORAS)	3,7,8,11 2,16,19,20	3,7,8,11 9,15,17,18	12,21,25 24,28,29	12,21,25 22,23,27	3,7,8,11 2,16,19,20	3,7,8,11 9,15,17,18	12,21,25 24,28,29	12,21,25 22,23,27	3,7,8,11 2,16,19,20	3,7,8,11 9,15,17,18	12,21,25 24,28,29	12,21,25 22,23,27

Cuadro 8. b) A través de este diseño se pudo observar 3 veces cada grupo en un lapso de dos semanas.

7.5 Muestreo fecal

Las muestras fecales se obtuvieron del recto del animal utilizando bolsas plásticas previamente identificadas con el número de cada animal, se empleó la técnica de McMáster (Rodríguez-Vivas y Cob-Galera, 2005), para observar la presencia de huevos de nematodos y estimar el número de huevos eliminados por gramo de heces (HPG), estas muestras fueron aprovechadas para determinar la evaluación de la consistencia de heces en el cual se asignó a cada muestra una puntuación de consistencia fecal en una escala cualitativa de 1 (muy líquida) a 3 (sólida) en tres ocasiones inicio a la mitad y al final del experimento.

7.6 Evaluación del peso

Se obtuvo el peso de cada animal en tres ocasiones al inicio mitad y final del experimento para evaluar la ganancia diaria de peso, los animales pastorearon durante 9 h y se proporcionaron 600 g de concentrado por animal/día, para su alimentación, el cual contenía 16% de proteína, 3% grasa, 8% fibra, 12% humedad, 10% cenizas, 51% extracto libre de nitrógeno.

7.7 Análisis estadístico

Análisis de la conducta, los resultados obtenidos de tiempo y frecuencia de cada una de las conductas de los ovinos fueron analizados por medio del programa Graph Pad Prism Versión 8 (2019), con la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis.

8 . Resultados

Experimento 1

I.- Rendimiento de extractos hidroalcohólicos de SDH *P. djamor*

El rendimiento de los extractos hidroalcohólicos del SDH de *P. djamor* de las 10 muestras se muestran en el siguiente cuadro 9.

Cuadro 9.-Rendimiento de extractos de sustrato degradado de *Pleutotus. djamor.*

Tratamientos	Rendimiento (g)
T1	3.17
T2	1.50
T3	2.76
T4	2.64
T5	2.26
T6	2.18
T7	0.87
T8	2.09
T9	3.22
T10	2.72

Análisis bromatológico de (SDH) de *P. djamor*

Los tratamientos seleccionados del SDH de *P. djamor* para realizar estos estudios fueron AT5-123, AT6-123 y AT8-123. El valor nutricional de los extractos se muestra en el cuadro 2. El contenido de proteína cruda (PC) fue de 6.54 % a 10.53 %, para la materia seca (MS) fue de 90.61 % a 92.6 %, cenizas (CEN) fue de 2.10 % a 4.8 %, fibra cruda(FC) fue de 30.35 % a 50.47 % y para extracto etéreo (EE) fue de 0.20 % a 0.50 % (Cuadro 10).

Cuadro 10.- Análisis bromatológico de (SDH) de *Pleurotus djamor.*

Tratamiento	Porcentajes				
	*MS	*PC	*CEN	*FC	*EE
AT5-123	91.82	6.54	4.43	37.39	0.49
AT6-123	90.61	10.53	4.80	50.47	0.50
AT8-123	92.60	5.40	2.10	30.35	0.20

*MS: Materia Seca, *PC: Proteína Cruda, CEN: Cenizas, FC: Fibra Cruda, *EE: extracto etereo.

II.- Evaluación del efecto ovicida de las concentraciones empleadas *in vitro* del extracto hidroalcohólico de SDH de *P. djamor* sobre *H. contortus*

Los resultados de la inhibición de eclosión de huevos de *H. contortus* más altos utilizando los extractos hidroalcohólicos del SDH de *P. djamor* con la concentración 312.5 µg/mL presentó en el tratamiento tres (T3) con un 41.34%, con la concentración 625 µg/mL se encontró en el tratamiento dos (T2) con un 38.83%, con la concentración 1,250 µg/mL presentó en el tratamiento dos (T2) con un 81.58%, con la concentración 2,500 µg/mL presentó en el tratamiento dos (T2) con un 96.46%, y con la concentración 5,000 µg/mL se encontró en el tratamiento cuatro (T4) con un 100% y el tratamiento dos (T2) con 94.27% (Cuadro 11), se muestra el cálculo de CL_{50} del extracto SDH *P. djamor* de inhibición de la eclosión de huevos de *H. contortus* (Cuadro 12).

Cuadro 11.- Efecto ovicida de la concentración empleada *in vitro* del extracto hidroalcohólico de SDH de *P. djamor* sobre *H. contortus*.

T	PBS	312.5	625	1250	2500	5000	LEVAMISOL
T2	13.32 ± 3.25^{a}	29.21 ± 3.25^{b}	38.83 ± 3.25^{c}	81.58 ± 3.25^{d}	96.46 ± 3.25^{e}	94.27 ± 3.25^{e}	100 ± 3.25^{e}

Cuadro 12. Cálculo de CL_{50} del extracto SDH *P. djamor* de inhibición de la eclosión de huevos de *H. contortus.*

T	CL_{50}	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	CL_{90}	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
T2	840.96^{a}	451.31	1218.39	2537.55^{a}	1770.42	4427.7

III.- Evaluación del extracto hidroalcohólico de SDH de *P. djamor in vitro* que presenta mayor efecto larvicida (72 h) sobre *H. contortus* (L_3)

Los resultados de la mortalidad de L_3 de *H. contortus* más altos utilizando los extractos hidroalcohólicos del SDH de *P. djamor* con la concentración 2,500 µg/mL presentó en el tratamiento cinco (T5) con un 20.33%, con la concentración 5,000 µg/mL se encontró en el tratamiento cinco (T5) con un 23.49% (Cuadro13), se muestra el cálculo de la CL_{50} del extracto SDH *P. djamor* con efecto larvicida L_3 *H. contortus* (Cuadro 14).

Cuadro 13.- Efecto larvicida de la concentración empleada *in vitro* del extracto hidroalcohólico de SDH de *P. djamor* sobre *H. contortus*.

T	PBS	312.5	625	1250	2500	5000	LEVAMISOL
T5	1.42 ± 1.78^{a}	2.24 ± 1.78^{a}	13.92 ± 1.78^{b}	15.98 ± 1.78^{bc}	20.33 ± 1.78^{cd}	23.49 ± 1.78^{d}	100 ± 1.78^{e}

Cuadro 14. Cálculo de la CL_{50} del extracto SDH *P. djamor* con efecto larvicida (72 h) en L_3 *H. contortus*.

T	CL50	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	CL90	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
T5	36972.74	14895.4	269514.7	2263563.52	298642.1	213566619.6

VI.- Experimento 2 Cuantificar los cambios conductuales conductas.

Al analizar el tiempo de permanencia en un lugar de la pradera con sol durante las seis semanas del experimento se encontró que los animales pertenecientes al grupo control permanecieron 24.7% con un tiempo de 1128 s ± 75 E.E., el cual no tuvo diferencia significativa respecto al tiempo que permanecieron en el sol los animales de los grupos de infección natural doble 28.9 % con 1386 s ± 102 E.E. y los animales de infección natural triple 25.6 % con 1235 s ± 105 E.E. (P≤0.05) (Figura 13).

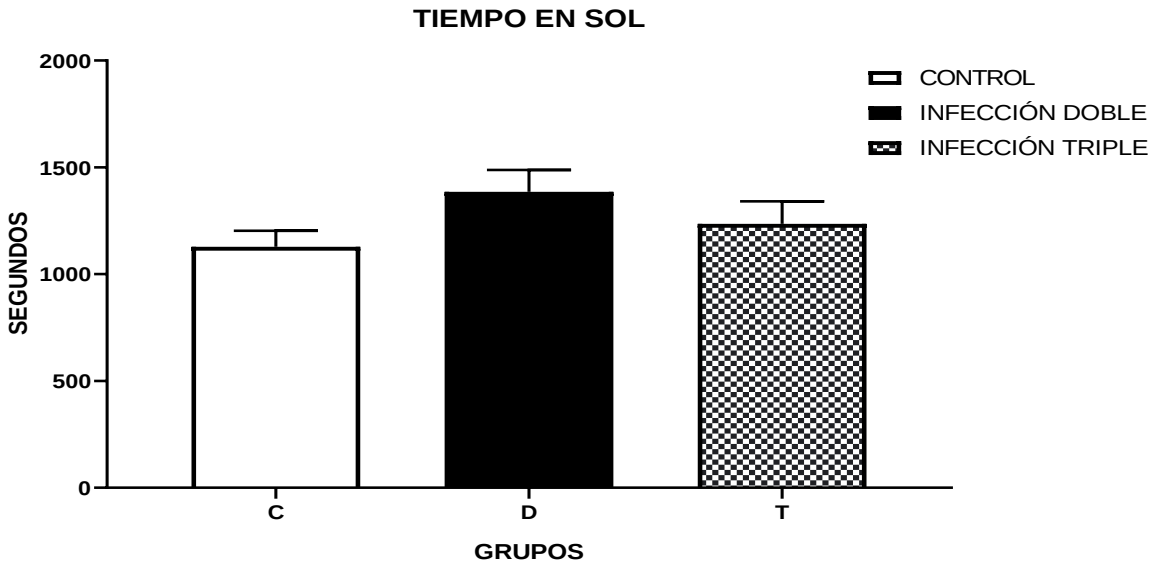


Figura 13. Tiempo de permanencia expuesto al sol en ovinos sin infección, con infección doble y triple durante el día. Los datos muestran ± SEM, * P ≤ 0.05, prueba Kruskal-Wallis Test.

Respecto a la variable tiempo de permanencia en un lugar de la pradera con sombra se encontró que los animales pertenecientes al grupo control permanecieron el 20.1% con un tiempo de 920 s ± 73 E.E., no presentó diferencia significativa respecto al tiempo que permanecieron en sombra los animales del grupo de infección natural triple 16.7% con un 803 s ± 108 E.E. y mostró una diferencia significativa para el grupo de infección natural doble de 14.3% con 484 s ± 107 E.E. (P≤0.05) (Figura 14 A).

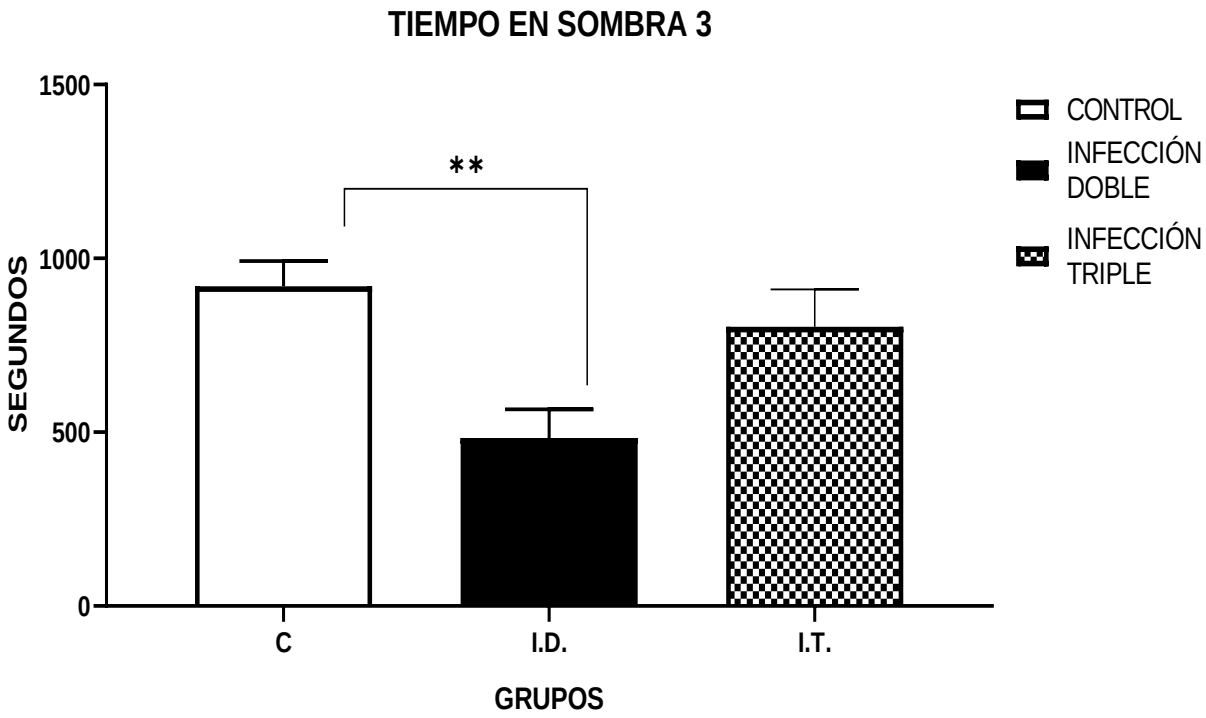


Figura 14. A) Tiempo de permanencia expuesto a la sombra en ovinos sin infección, con infección natural doble e infección natural triple durante el día. Los datos muestran ± SEM, * P ≤ 0.05, prueba Kruskal-Wallis Test.

Por otra parte, al analizar esta variable a través del tiempo durante las seis semanas del experimento, el grupo control mostró diferencias significativas con respecto al grupo de infección natural doble y sin deferencias significativa versus infección natural triple. En la evaluación del periodo de permanencia en un lugar de sombra en la pradera a través de los diferentes horarios de observación se encontró que a las 8 h fue el horario de observación donde se encontró diferencia significativa mostrando el grupo control mayor permanencia en sombra 17.7 % versus grupos de infección natural doble 4.5 % y triple 8.8 % (Figura 14 B).

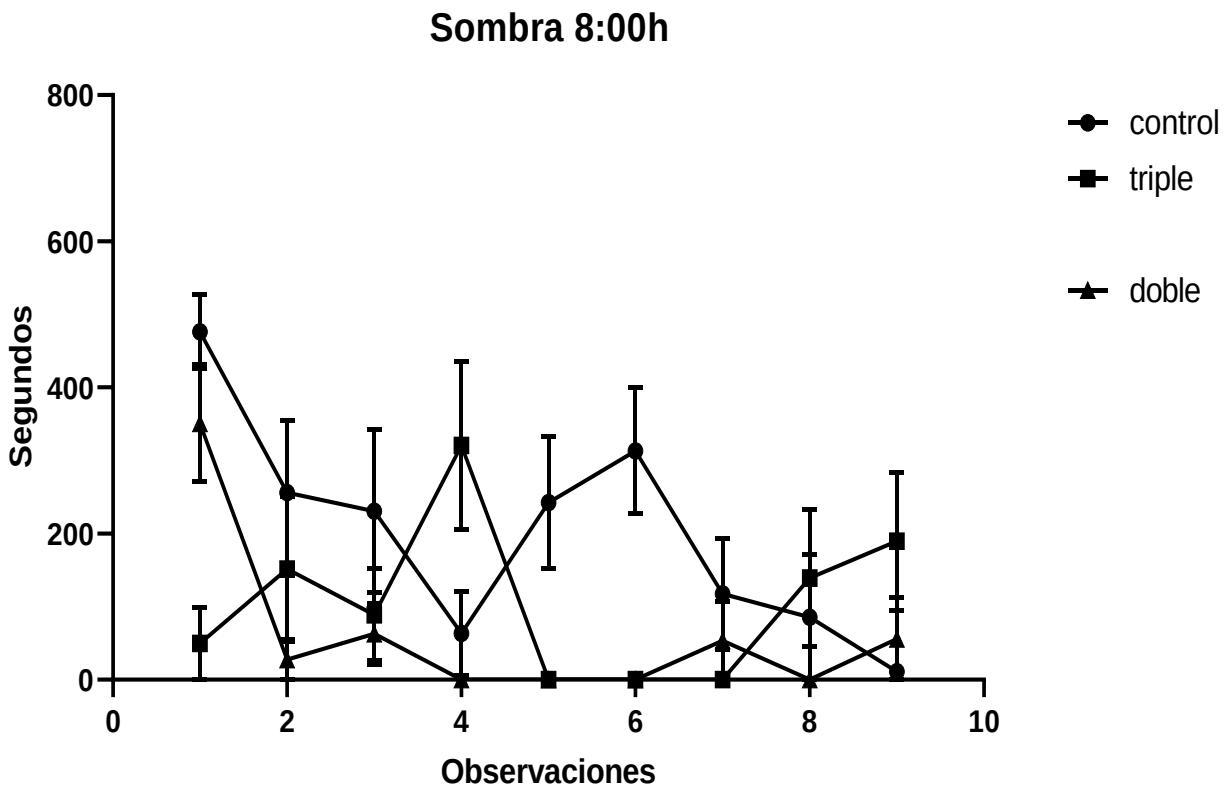


Figura 14. B) Tiempo de permanencia expuesto a la sombra en ovinos sin infección, con infección natural doble e infección natural triple en la observación de las 8 h. Los datos muestran ± SEM, * P ≤ 0.05, prueba Kruskal-Wallis Test.

Con respecto a la evaluación del tiempo que los ovinos de los diferentes grupos que pastorearon en pradera no se encontró diferencia significativa, grupo control 30.8% con un tiempo de 1409 s ± 68 E.E., grupo de infección natural doble 29.3% con 1405 s ± 82 E.E. y grupo de infección natural triple 29% con 1397 s ± 86 E.E. (Figura 15) .

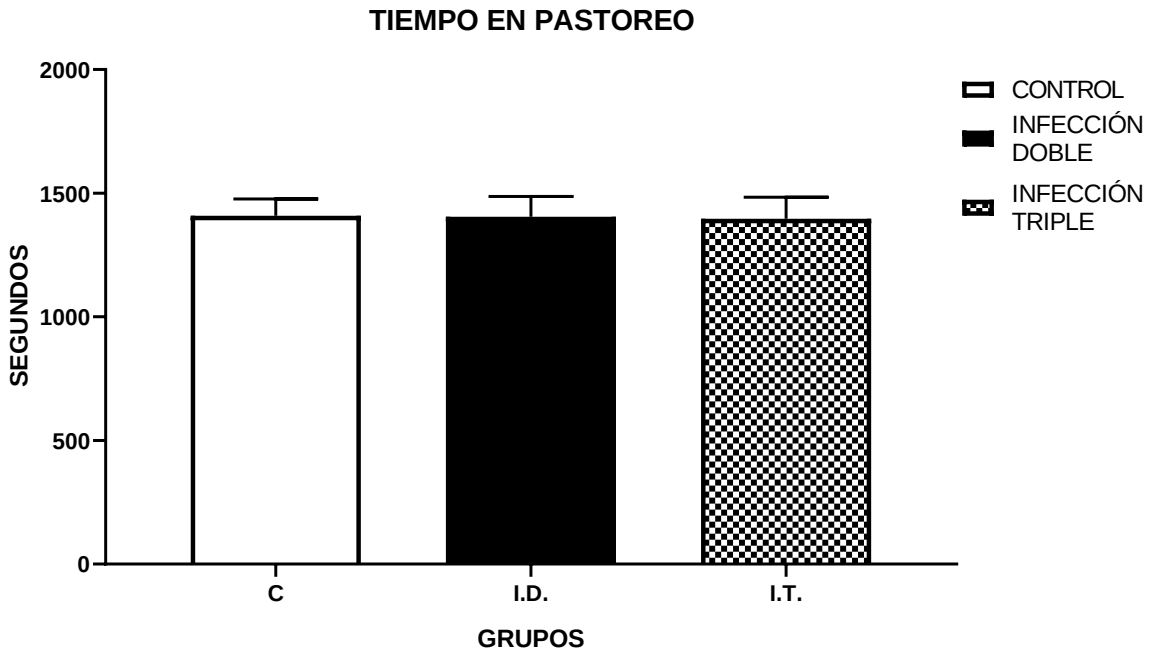


Figura 15. Periodo en el cual permanecieron cosechando forraje en la pradera los ovinos sin infección, con infección natural doble e infección natural triple durante el día. Los datos muestran ± SEM, * P ≤ 0.05, prueba Kruskal-Wallis Test.

Para el análisis del tiempo que los animales permanecieron caminando se observó que el grupo con la infección natural doble tuviera un 2.7% con un tiempo 127 s ± 07 E.E., permanecieron caminando el doble del tiempo con respecto al grupo control que mostró un 1.8% con un tiempo de 76 s ± 08 E.E., por otra parte, el grupo de infección natural triple presentó en un 2.5% con un tiempo de 122 s ± 07 E.E. *versus* el grupo control 1.8% con un tiempo de 76 s ± 08 E.E. (P≤0.05) (Figura 16 A).

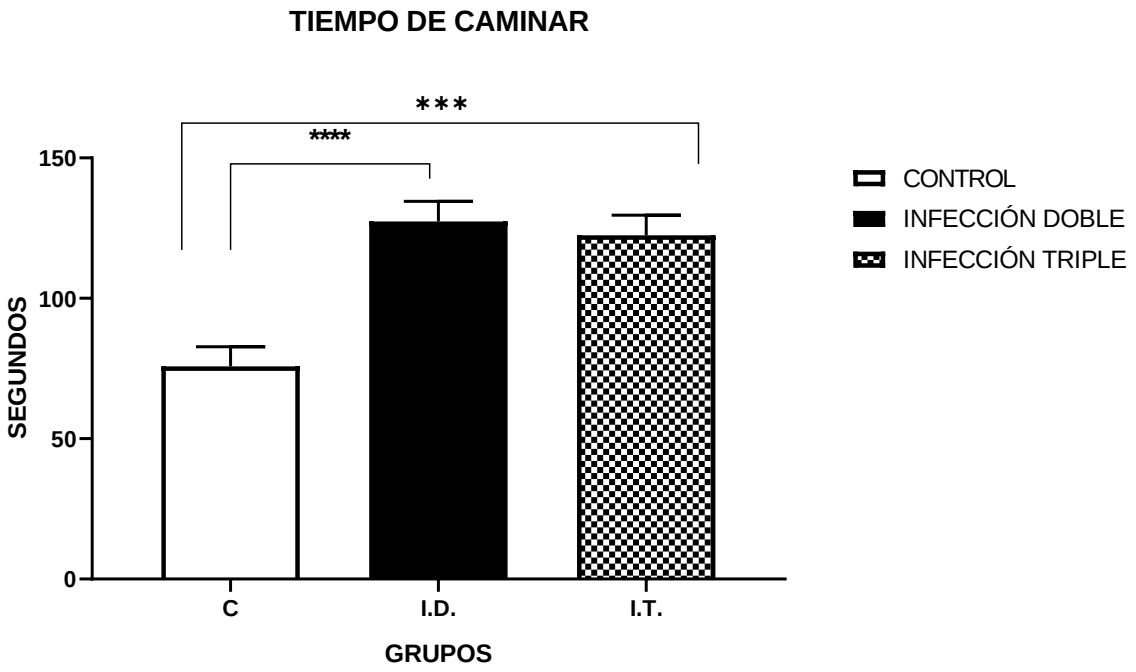


Figura 16. A) Periodo en el cual los ovinos sin infección, con infección natural doble e infección natural triple desplazaron moviendo las cuatro patas en la pradera durante el día. Los datos muestran ± SEM, * P ≤ 0.05, prueba de Kruskal-Wallis Test.

Al analizar esta variable a través del tiempo durante las seis semanas del experimento, el grupo control mostró diferencias con respecto al grupo de infección natural doble y grupo de infección natural triple. A través de la evaluación del tiempo que los animales permanecieron caminando las 8 h fue el horario de observación donde se encontró diferencia significativa mostrando el grupo control menor actividad de caminata 0.42 % versus el grupo de infección natural doble 3.4 % y grupo de infección natural triple 3.0 % (Figura 16 B).

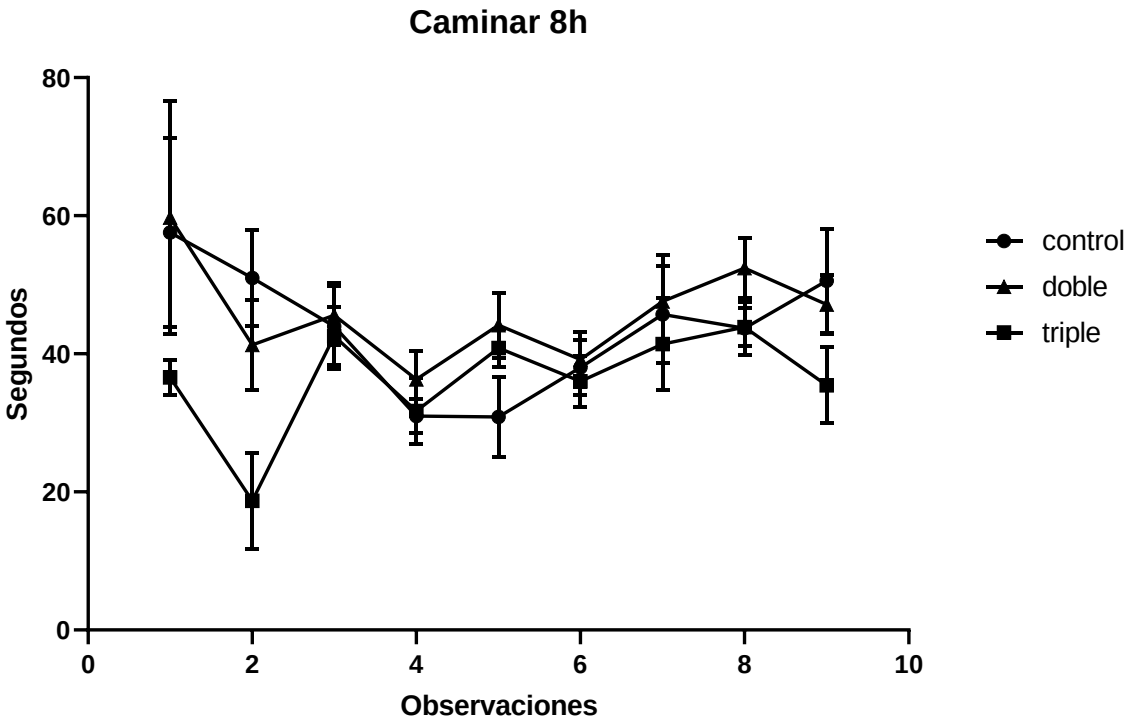


Figura 16. B) Periodo en el cual los ovinos sin infección, con infección natural doble e infección natural triple desplazaron moviendo las cuatro patas en la pradera durante la observación de las 8 h. Los datos muestran ± SEM, * P ≤ 0.05, prueba de Kruskal-Wallis Test.

Con respecto al tiempo de rumia, se encontró que los animales pertenecientes al grupo control permanecieron 8.6% con un tiempo de 190 s ± 51 E.E., no tienen una diferencia significativa al tiempo que permanecieron pastoreando los animales de los grupos de infección natural doble 7.2% con 239 s ± 64 E.E. y de infección natural triple 6.5% con 186 s ± 60 E.E. (Figura 17).

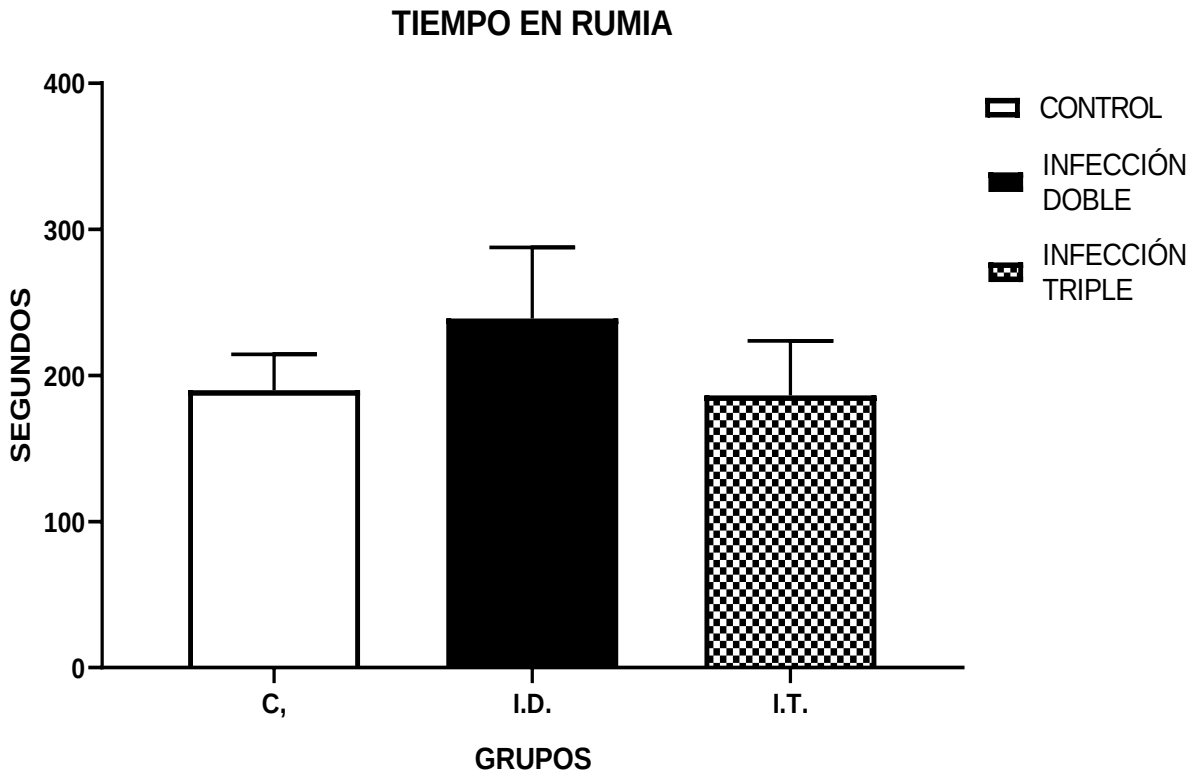


Figura 17. Periodo en el cual los ovinos sin infección, con infección natural doble e infección natural triple mientras realizaron la rumia durante el día. Los datos muestran ± SEM, * P ≤ 0.05, prueba de Kruskal-Wallis Test.

Al contrastar el tiempo que los animales permanecieron con una proximidad mayor a un metro entre ellos se observó que el grupo con la infección natural triple presentó un 9.6% con un tiempo 464 s ± 55 E.E., con respecto al grupo control que mostró una diferencia de 3.1% y 119 s ± 17 E.E., de igual manera el grupo de infección natural doble mostró un 7.1% y un 342 s ± 41 E.E. versus el grupo control que mostró una cuarta parte con un 3.1% y 119 s ± 17 E.E. (P≤0.05) (Figura 18 A).

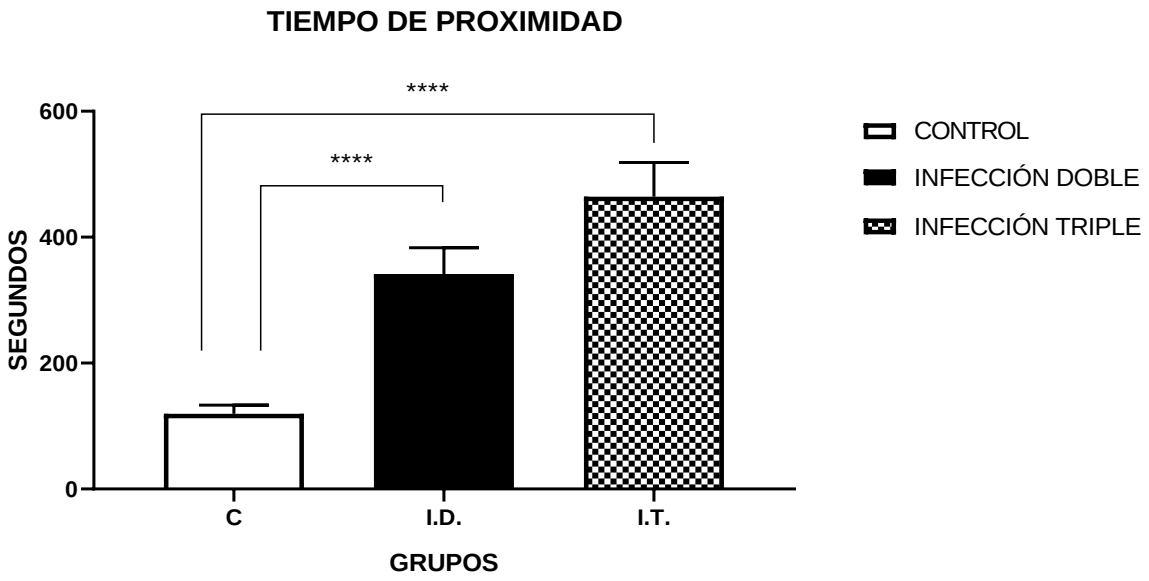


Figura 18. A) Periodo en el cual los ovinos sin infección, con infección natural doble e infección natural triple permanecieron a una distancia mayor de un metro durante el día. Los datos muestran ± SEM, * P ≤ 0.05, prueba de Kruskal-Wallis Test.

Cabe mencionar que fue la única variable de proximidad que mostró diferencia significativa durante los tres horarios de muestreos, al analizar la variable de proximidad entre ovinos a través del tiempo durante las seis semanas del experimento, el grupo control mostró diferencia significativa con respecto a los grupos de infección natural doble e infección natural triple durante los tres horarios de observación. Mediante la evaluación del periodo de proximidad mayor a un metro entre ellos a las 8 h, se encontró diferencia significativa mostrando el grupo control menor distanciamiento con un 3.8% vs grupo de infección natural doble 9 % y el grupo de infección natural triple 12.2 % (Figura 18 B).

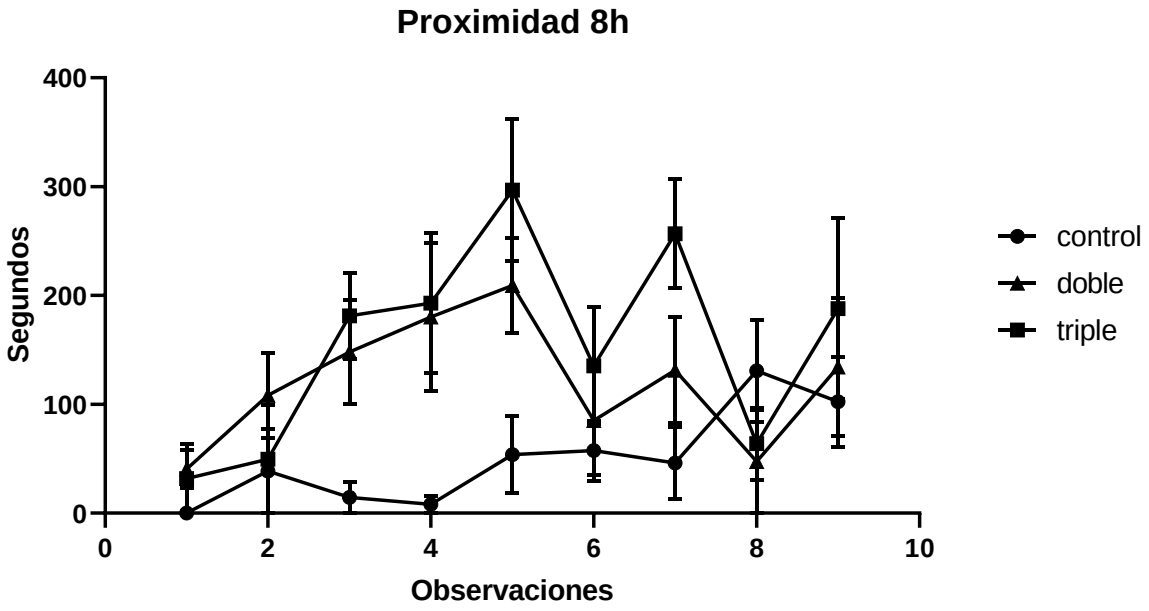


Figura 18. B) Periodo en el cual los ovinos sin infección, con infección natural doble e infección natural triple permanecieron a una distancia mayor de un metro durante la observación de las 8 h. Los datos muestran ± SEM, * P ≤ 0.05, prueba de Kruskal-Wallis Test.

Mediante la evaluación del periodo de proximidad mayor a un metro entre ellos a las 12 h, se encontró diferencia significativa mostrando el grupo control menor distanciamiento con un 2.5 % versus el grupo de infección natural doble 6.9 % y grupo de infección natural triple 10.3 % (Figura 18 C).

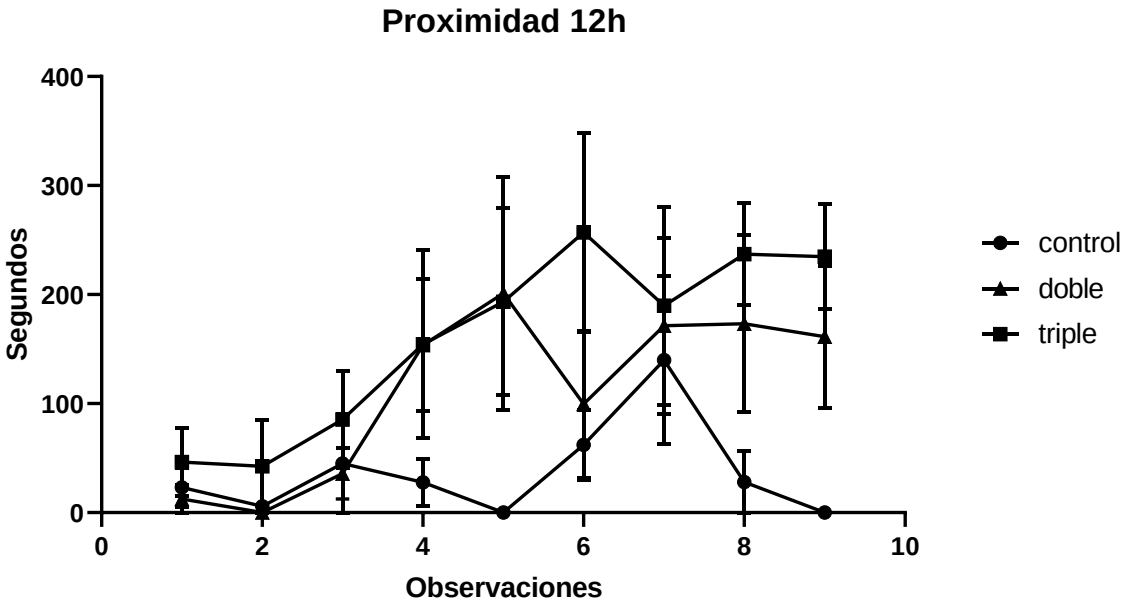


Figura 18. C) Periodo en el cual los ovinos sin infección, con infección natural doble e infección natural triple permanecieron a una distancia mayor de un metro durante la observación de las 12h. Los datos muestran ± SEM, * P ≤ 0.05, prueba de Kruskal-Wallis Test.

Mediante la evaluación del periodo de proximidad mayor a un metro entre ellos a las 12 h, se encontró diferencia significativa mostrando el grupo control menor distanciamiento con un 3 % versus grupo de infección natural doble 5.5 % y grupo de infección natural triple 7.3 % (Figura 18 D).

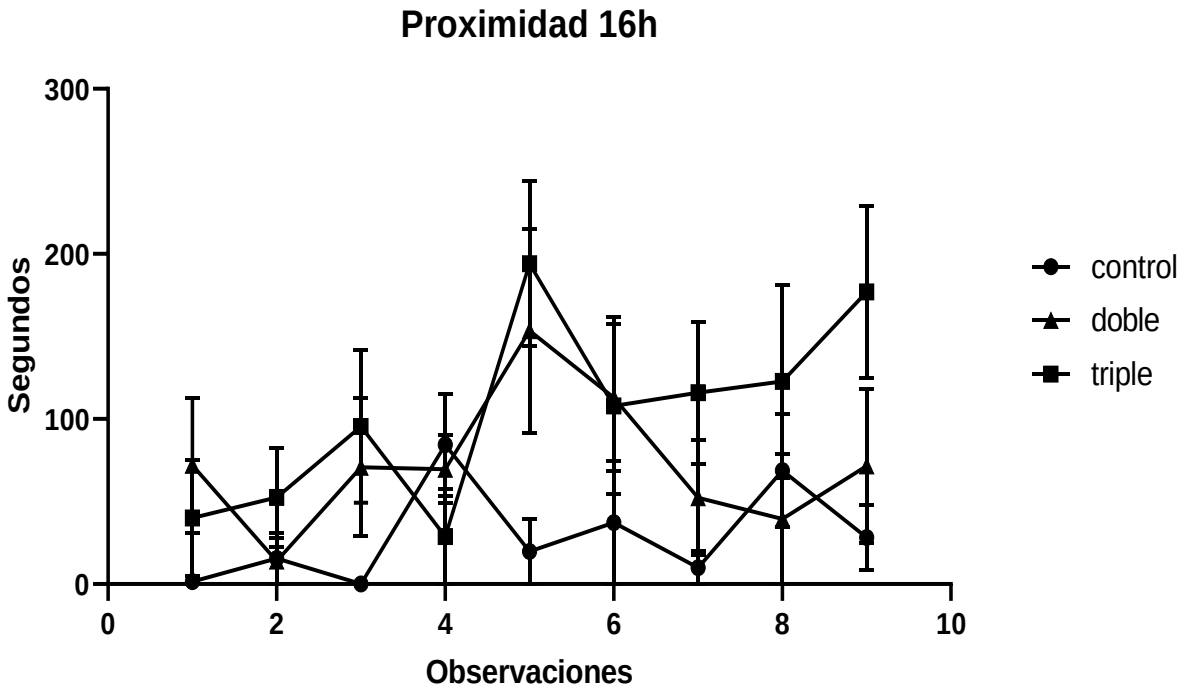


Figura 18. D) Periodo en el cual los ovinos sin infección, con infección natural doble e infección natural triple permanecieron a una distancia mayor de un metro durante la observación de las 16h. Los datos muestran ± SEM, * P ≤ 0.05, prueba de Kruskal-Wallis Test.

Al analizar el tiempo que los animales permanecieron parados se observó que el grupo con la infección natural doble tuviera un 5.3% con un tempo 230 s ± 40 E.E., muy cercano al doble con respecto al mostrado por el grupo control que mostró un 3.2% y 105 s ± 20 E.E., de igual manera el grupo de infección natural triple presentó un incremento con 6.3% y un 204 s ± 59 E.E. versus el grupo control que mostró un 3.2% y 105 s ± 20 E.E. (P≤0.05) (Figura 19 A).

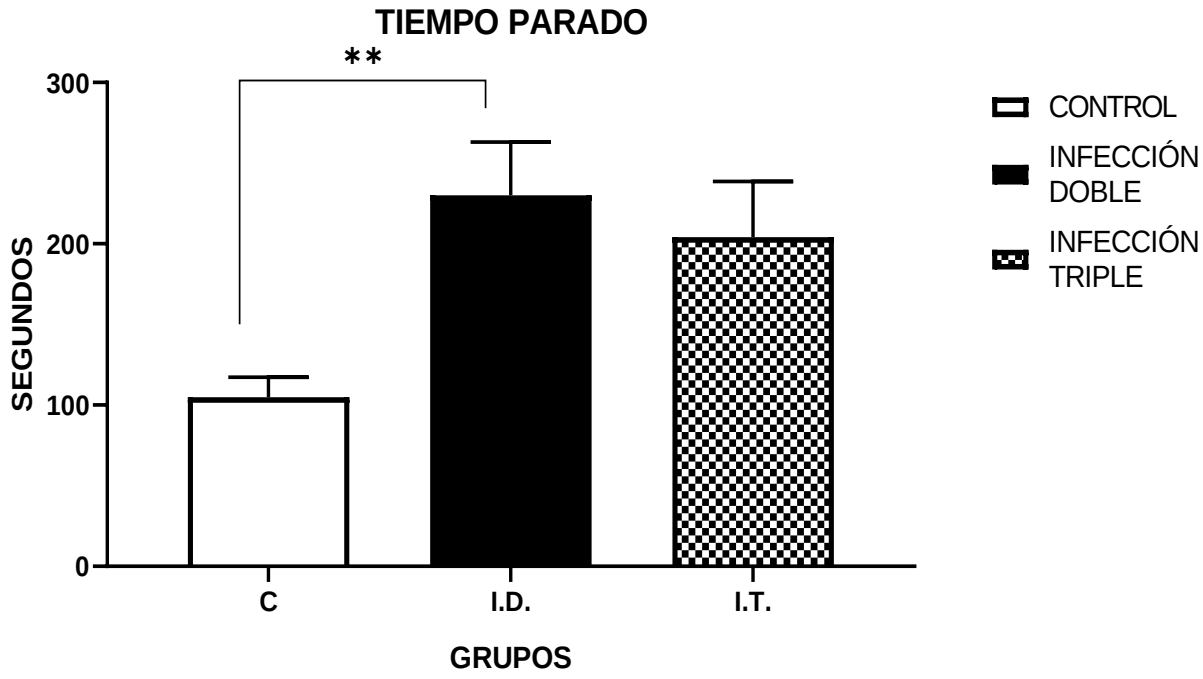


Figura 19. A) Periodo en el cual los ovinos sin infección, con infección natural doble e infección natural triple permanecieron sobre sus cuatro patas durante el día. Los datos muestran ± SEM, * P ≤ 0.05, prueba de Kruskal-Wallis Test.

Por otra parte, al analizar esta variable a través del tiempo durante las seis semanas del experimento, el grupo control no mostró diferencias con respecto a los grupos de infección natural doble e infección natural triple. En la evaluación del periodo que permanecieron parados sobre sus cuatro patas a través de los diferentes horarios de observación se encontró que a las 12 h fue el horario de observación donde se encontró diferencia significativa mostrando el grupo control menor permanencia en parado 2.4 % versus los grupos de infección natural triple 6.1 % e infección natural doble 7.7 % (Figura 19 B).

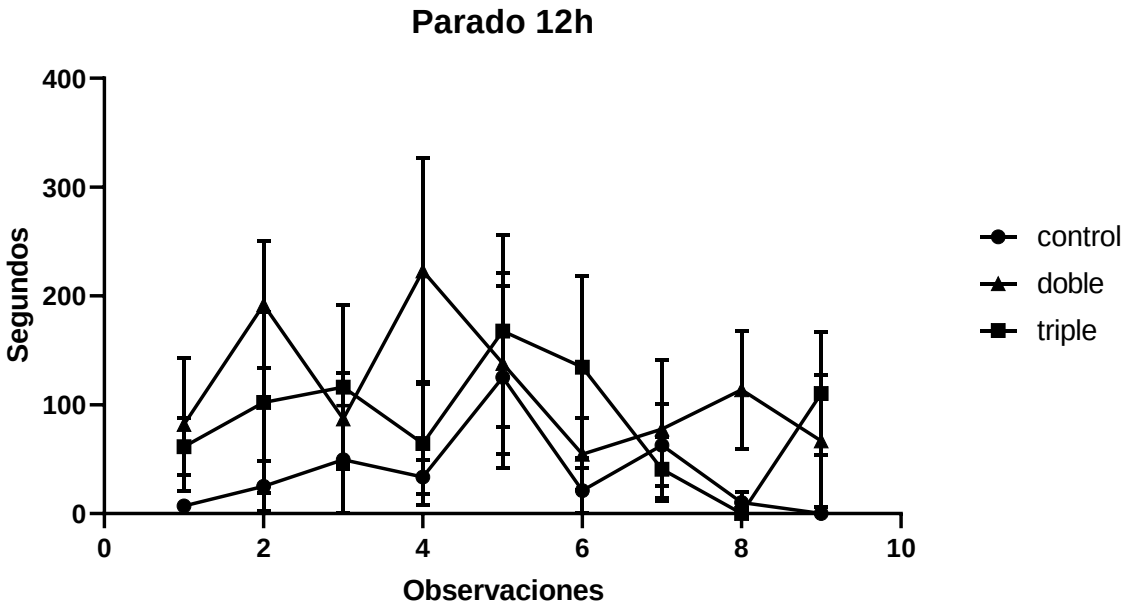


Figura 19. B) Periodo en el cual los ovinos sin infección, con infección natural doble e infección natural triple permanecieron sobre sus cuatro patas durante la observación de las 12h. Los datos muestran ± SEM, * P ≤ 0.05, prueba de Kruskal-Wallis Test.

En el caso del tiempo que los animales permanecieron echados se encontró que los animales pertenecientes al grupo control permanecieron el 7.7 % con un tempo 51 s ± 20 E.E., que resultó con una diferencia significativa versus a los grupos de infección natural doble e infección natural triple que no mostraron esta actividad en los horarios de 8:00 h y 12 h(P≤0.05) (Figura 20 A).

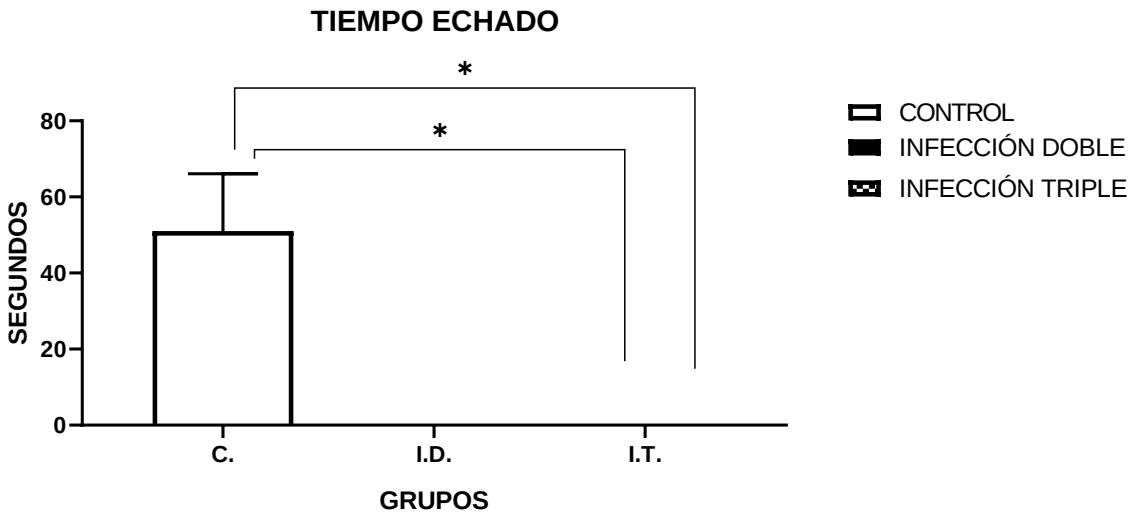


Figura 20. A) Periodo en el cual los ovinos sin infección, con infección natural doble e infección natural triple permaneció en cualquier posición de reposo durante el día. Los datos muestran ± SEM, * P ≤ 0.05, prueba de Kruskal-Wallis Test.

Por otra parte, al analizar esta variable a través del tiempo durante las seis semanas del experimento, el grupo control mostró diferencias significativas con respecto al grupo de infección natural doble e infección natural triple. En la evaluación del periodo de permanencia echados a través de los diferentes horarios de observación se encontró que a las 16 h fue el horario de observación donde la diferencia significativa respecto al grupo control fue mayor la permanencia de ovinos echados en un 5.1 % versus los grupos de infección natural doble 1.4 % e infección natural triple 1.3 % (Figura 20 B).

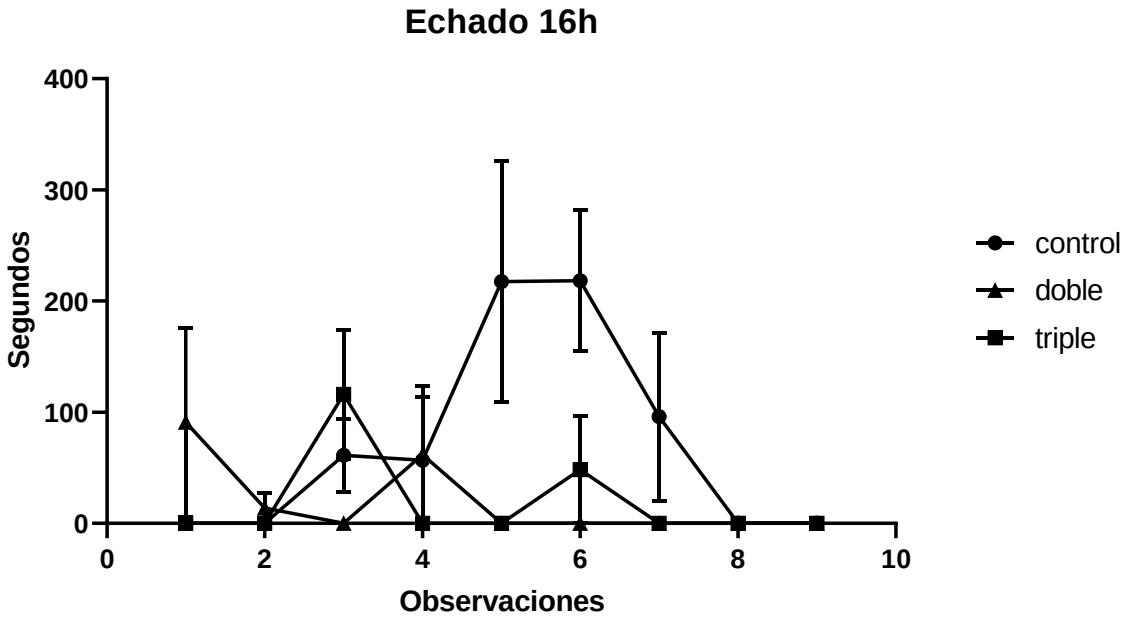


Figura 20. B) Periodo en el cual los ovinos sin infección, con infección natural doble e infección natural triple permaneció en cualquier posición de reposo durante la observación de las 16h. Los datos muestran ± SEM, * P ≤ 0.05, prueba de Kruskal-Wallis Test.

Evaluación de las conductas (frecuencia que realizan actividades como, pastoreo, caminar, rumia, echado, parado) mientras presentan una infección natural de parásitos gastrointestinales.

En el análisis de frecuencia de pastoreo se encontró una similitud en el número de episodios de cosecha de forraje realizados grupo control μ 13 ± 0.62 E.E. grupo de infección natural doble μ 13 ± 0.57 E.E. y grupo de infección natural triple μ 13 ± 0.59 E.E. (P≤0.05) (Figura 21).

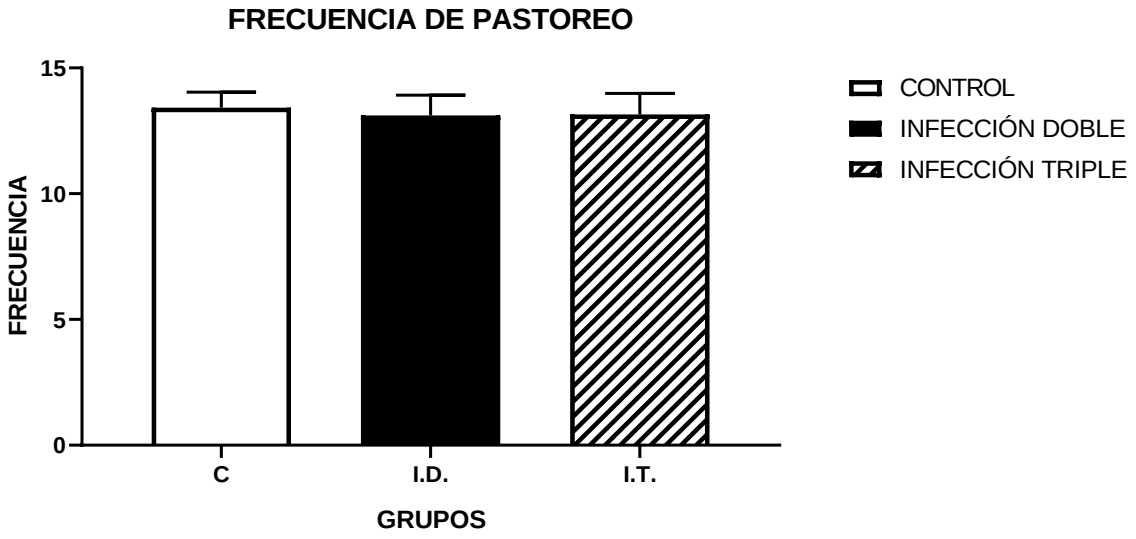


Figura 21. Frecuencia en la cual el animal cosecha el forraje. Los datos muestran ± SEM, * P ≤ 0.05, prueba ANOVA, Kruskal-Wallis Test.

En el análisis de frecuencia de caminar se encontró una similitud en el número de episodios de desplazamiento realizados por grupo control μ 12 ± 0.47 E.E. grupo de infección natural doble μ 12 ± 0.46 E.E. y grupo de infección natural triple μ 12 ± 0.45 E.E. (P≤0.05) (Figura 22).

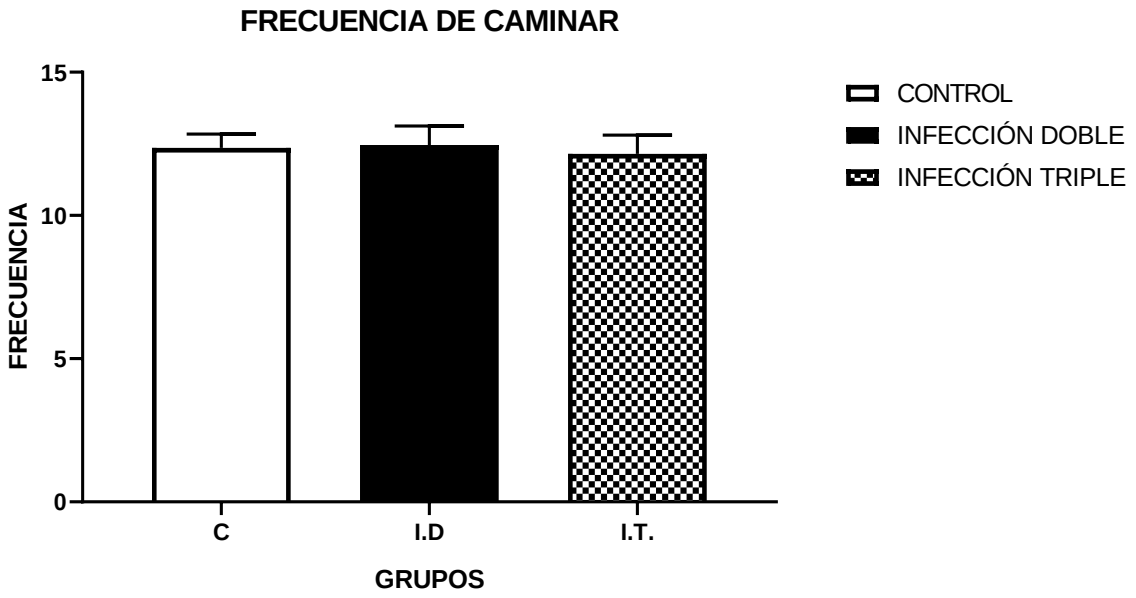


Figura 22. Frecuencia en la cual el animal se desplazaba de lugar. Los datos muestran ± SEM, * P ≤ 0.05, prueba ANOVA, Kruskal-Wallis Test.

Respecto al análisis de frecuencia de la rumia se encontró una similitud en el número de episodios que practico la rumia el grupo control μ 0.5 ± 0.12 E.E. grupo de infección natural doble μ 1 ± 0.13 E.E. y grupo de infección natural triple μ .6 ± 0.11 E.E. (P≤0.05) (Figura 23).

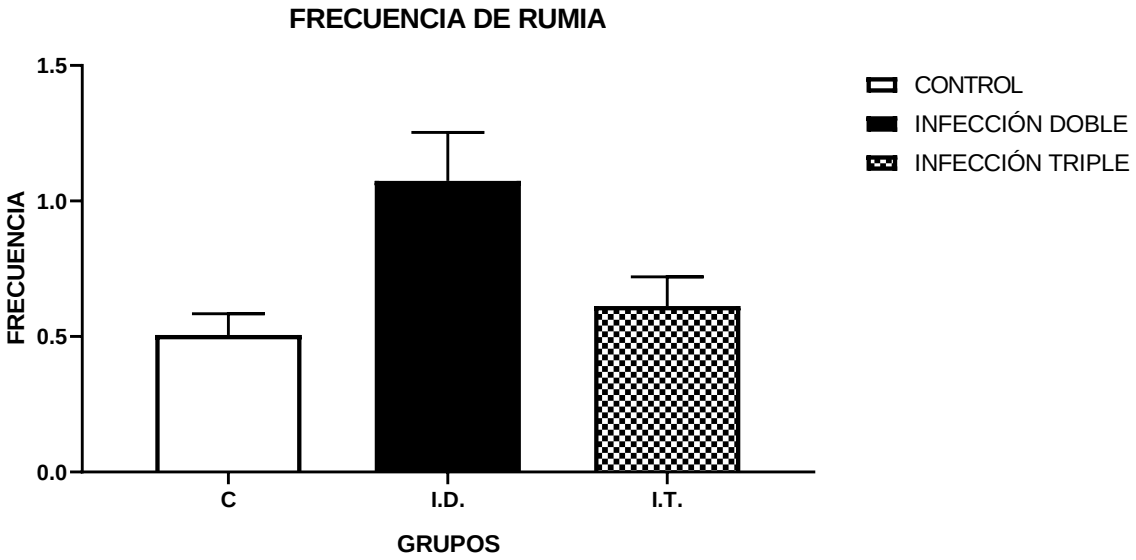


Figura 23. Frecuencia en la cual el animal mastica bolos regurgitados. Los datos muestran ± SEM, * P ≤ 0.05, prueba ANOVA, Kruskal-Wallis Test.

Por otro lado, al analizar la frecuencia de echado se encontró una diferencia el grupo control mostro una μ 0.35 ± 0.14 E.E. y el grupo de infección natural triple μ 0.44 ± 0.10 E.E versus el grupo de infección natural doble que fue nula (P≤0.05) (Figura 24).

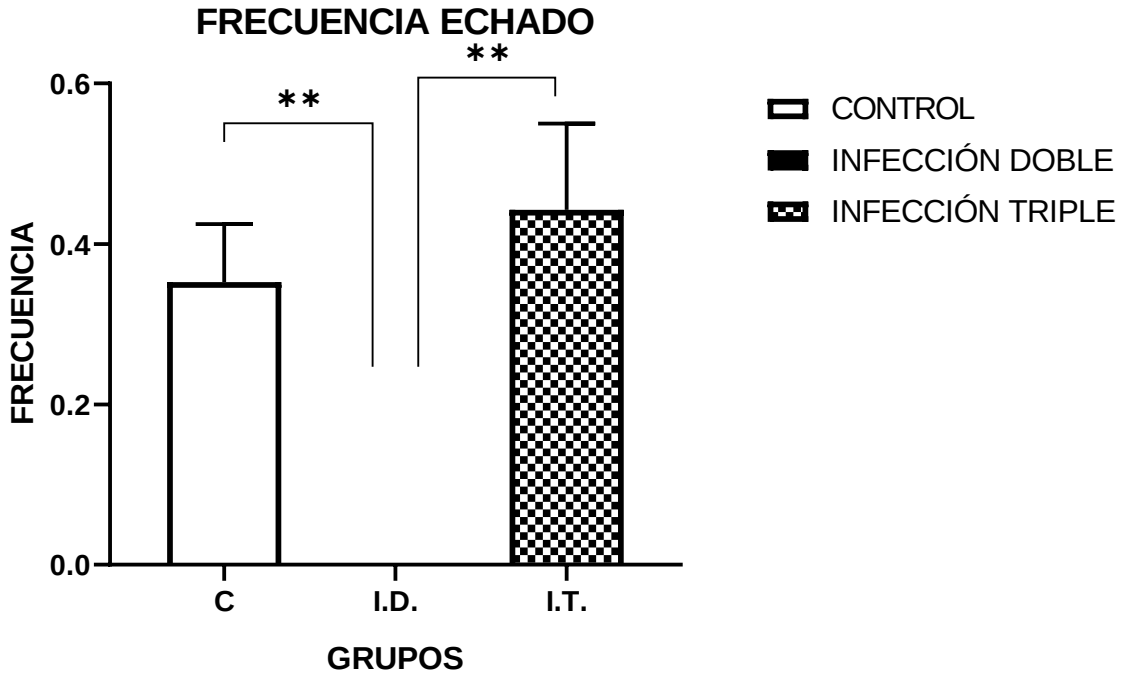


Figura 24. Frecuencia con la cual el animal permaneció descansando en cualquier posición de reposo. Los datos muestran ± SEM, * P ≤ 0.05, prueba ANOVA, Kruskal-Wallis Test.

Al analizar la frecuencia de parado se encontró una similitud en el número de episodios que se encontró sostenido en sus cuatro patas realizados por los diferentes grupos de ovinos grupo control μ 1.2 ± 0.19 E.E. grupo de infección natural doble μ 1.8 ± 0.16 E.E. y grupo de infección natural triple μ 1.6 ± 0.24 E.E (P≤0.05) (Figura 25).

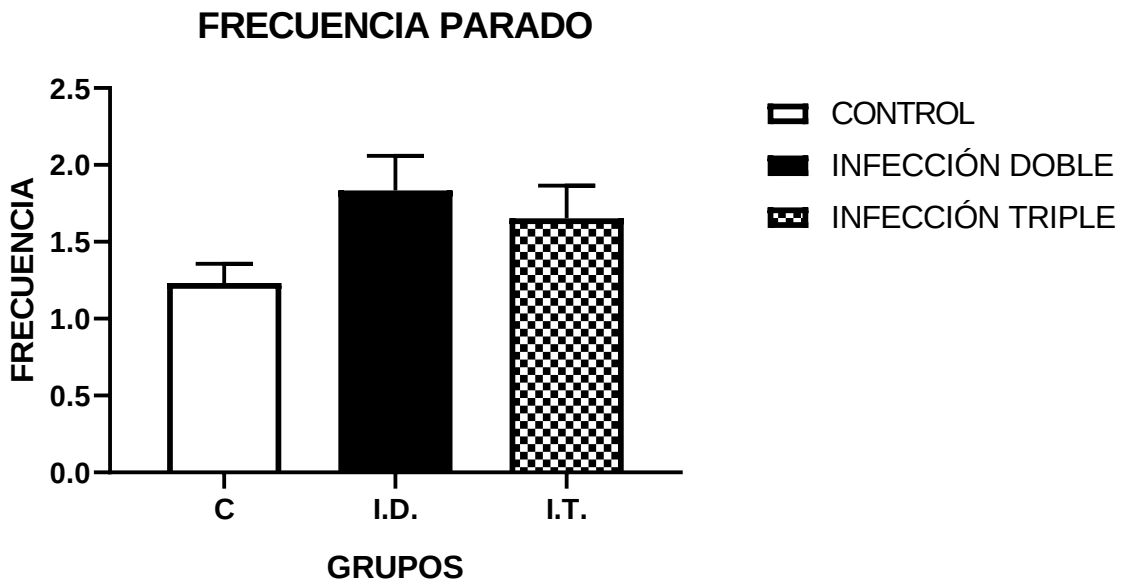


Figura 25. Frecuencia con la cual el animal permanece sostenido en sus cuatro patas. Los datos muestran ± SEM, * P ≤ 0.05, prueba de Kruskal-Wallis Test.

Carga parasitaria en ovinos

Al contrastar las cargas parasitarias de los grupos de infección natural doble y triple mediante los HPG al inicio mitad y final del experimento se observó que las cargas parasitarias no tuvieron diferencia significativa durante los diferentes muestreos. Infección natural doble en el primer muestreo µ 3978.57, en el segundo muestreo µ 4321.43 y para el tercer muestreo µ 4478.57, mientras que el grupo de infección natural triple presento en el primer muestreo µ 5407.14, en el segundo muestreo µ 6321.43 y para el tercer muestreo µ 5114.29 (P≤0.05) (Figura 26).

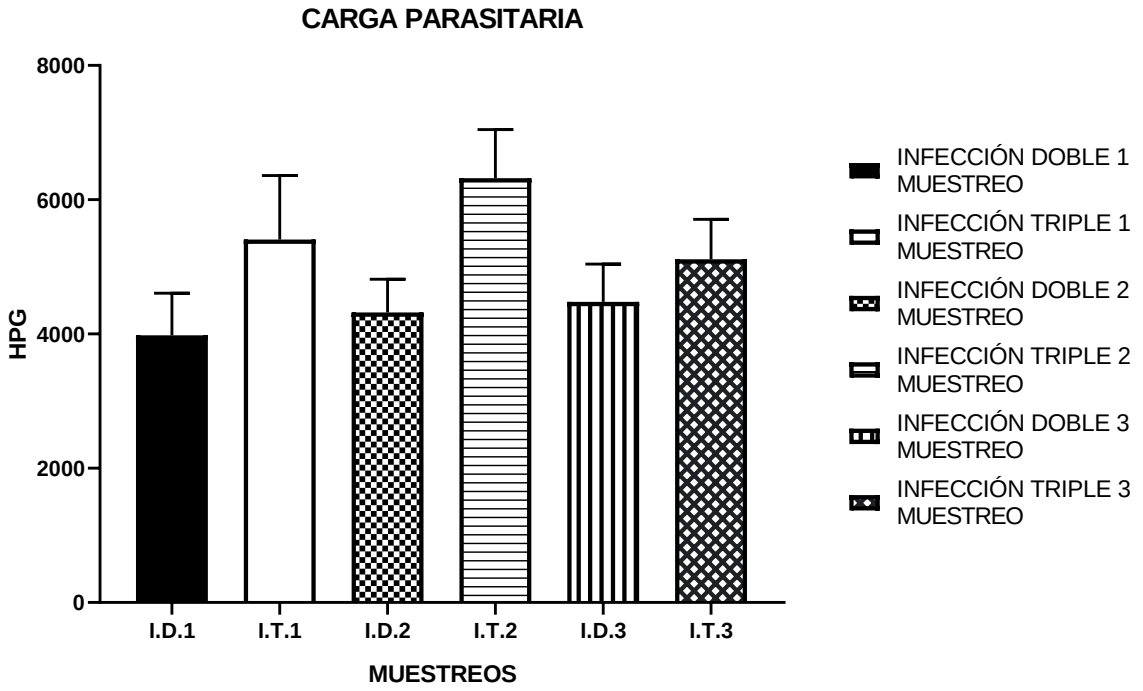


Figura 26. Carga parasitaria en ovinos durante el experimento. los datos se muestran. Los datos muestran ± SEM, * P ≤ 0.05, prueba ANOVA, Kruskal-Wallis Test

Con respecto a la carga parasitaria de los ovinos se encontró que la mayor prevalencia de género la obtuvo el *H. contortus* en ambos grupos con un 54 % en el grupo de infección natural doble y un 41.56 % en el grupo de infección natural triple, seguidos de genero *Strongylus* sp. el cual se presentó con un 41.08 % para el grupo de infección natural doble y un 33.08% para el grupo de infección natural triple, finalmente el género *Coccidia* sp. presentó con un 4.92 % en el grupo de infección natural doble y con un 25.36 % para el grupo de infección natural triple (Figura 27).

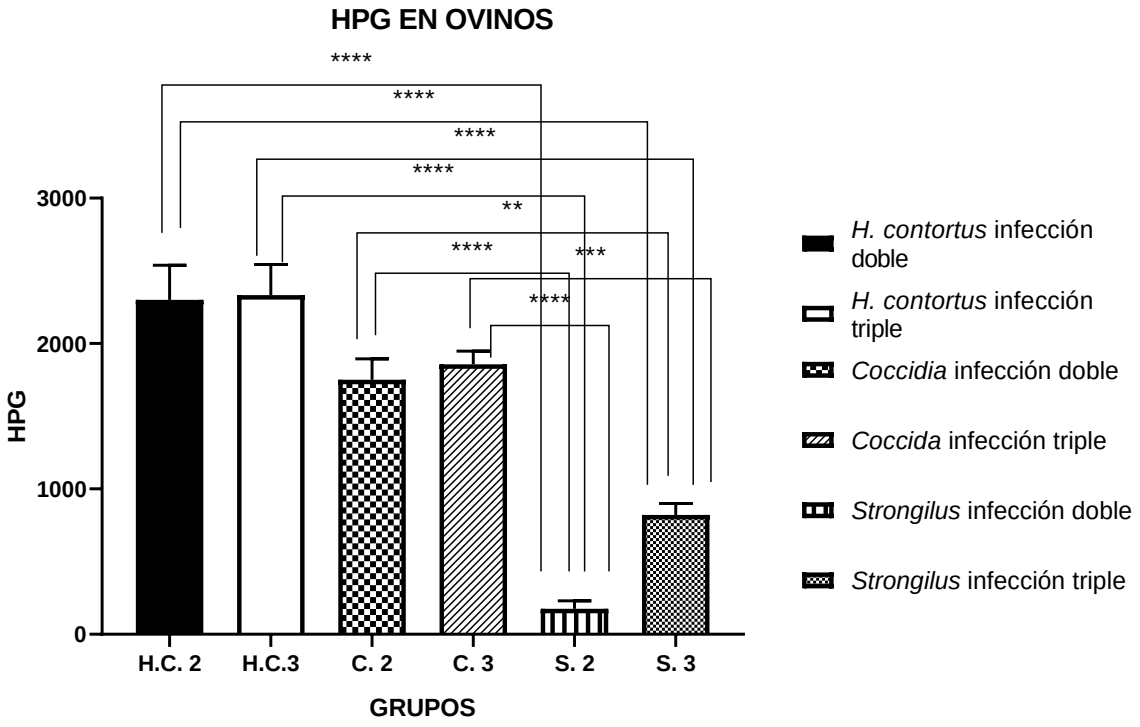


Figura 27. HPG en ovinos durante el experimento. Los datos muestran ± SEM, * P ≤ 0.05, prueba ANOVA**,** Kruskal-Wallis Test

Respecto al análisis de ganancia de peso que mostraron los ovinos durante las seis semanas del experimento el grupo control presentó una ganancia de peso μ 5.8 ± 0.4 E.E. con una diferencia al grupo de infección natural triple del 55% menor que solo tuvo una ganancia de peso de μ 2.6 ± 0.8 E.E., el grupo de infección natural doble una ganancia menor del 24% μ 4.4 ± 0.6 E.E. sin diferencia significativa versus grupo control, (P≤0.05) (Figura 28).

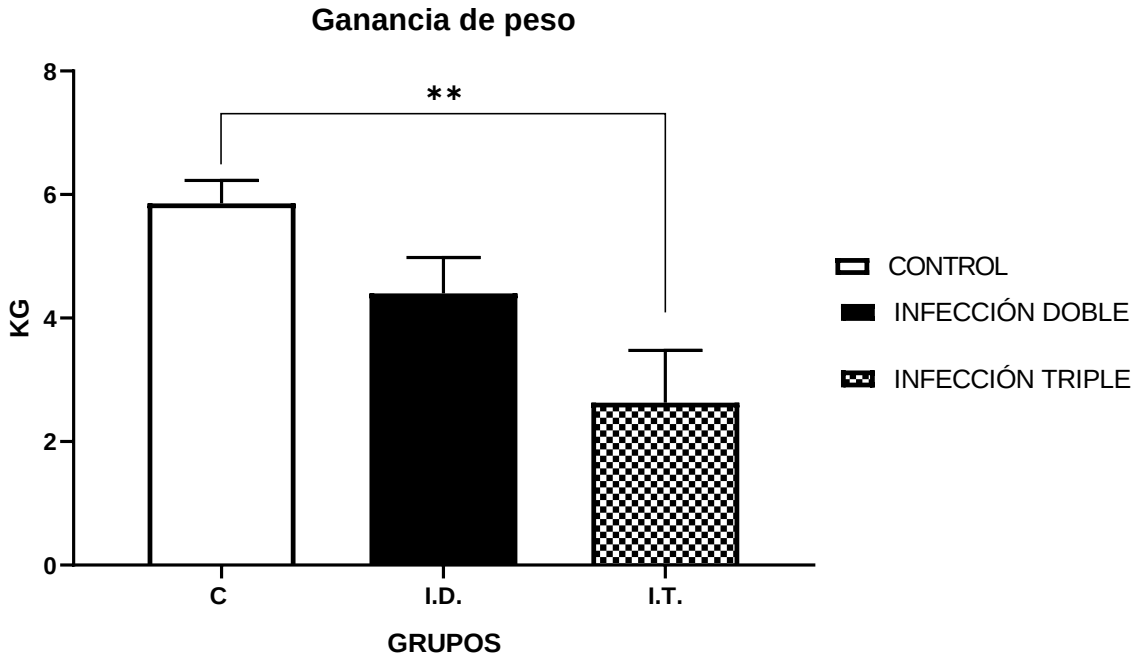
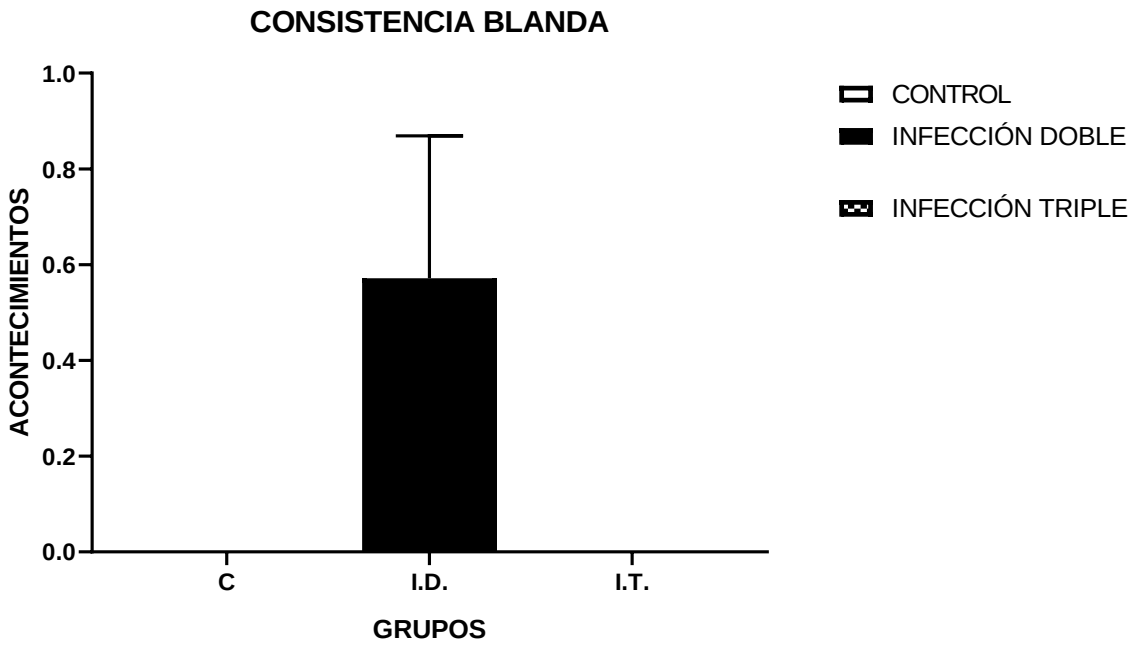


Figura 28. Ganancia de peso en ovinos durante el experimento. Los datos muestran ± SEM, * P ≤ 0.05, prueba ANOVA, Kruskal-Wallis Test.

Consistencia de heces en ovinos

Se realizo el análisis de la consistencia de heces para el caso de heces blandas el grupo de infección natural doble mostró μ 0.57 ± 0.29 E.E versus los otros grupos que no mostraron esta consistencia (P≤0.05) (Figura 29).



.

Figura 29. Consistencia blanda de heces en ovinos durante el experimento. Los datos muestran ± SEM, * P ≤ 0.05, prueba ANOVA, Kruskal-Wallis Test.

En el caso de la consistencia de heces firmes el grupo control mostró $\bar{x}$ 2 ± 0.37 E.E., y el grupo de infección natural doble mostro μ 1.14 ± 0.55 E.E mientras que el grupo de infección natural triple presento μ 1.42 ± 0.48 E.E. (P≤0.05) (Figura 30).

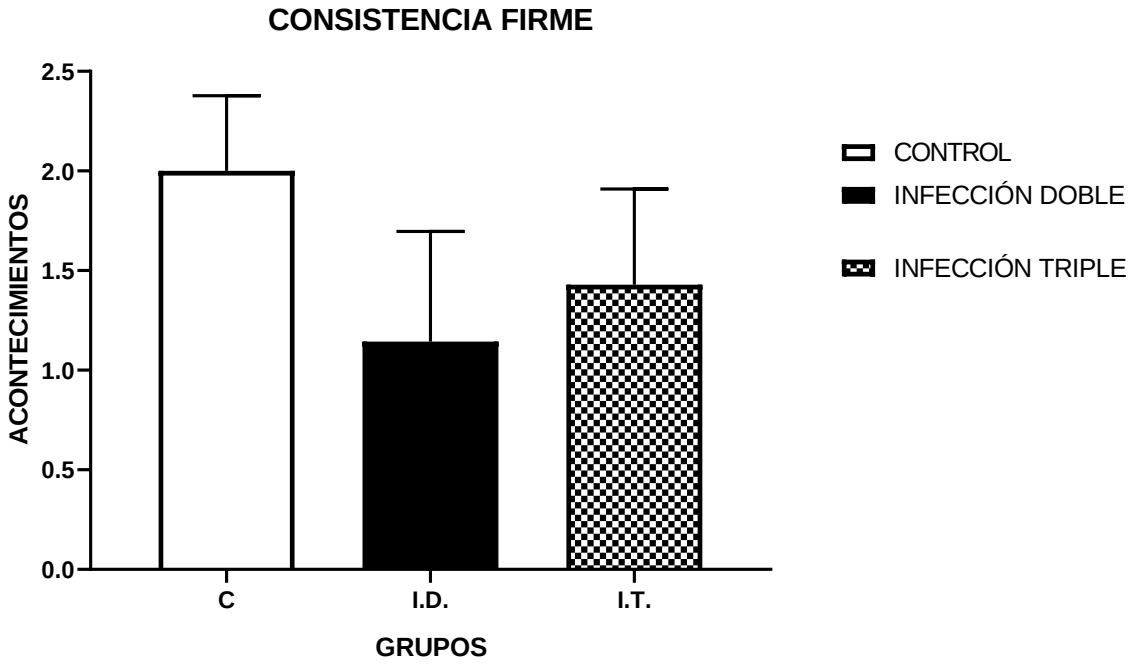


Figura 30. Consistencia firme de heces en ovinos durante el experimento. Los datos muestran ± SEM, * P ≤ 0.05, prueba ANOVA, Kruskal-Wallis Test.

Con respecto a la consistencia de heces duras el grupo control mostró μ 0.71 ± 0.35 E.E., y el grupo de infección natural doble mostro μ 1.28 ± 0.42 E.E mientras que el grupo de infección natural triple presento μ 1.42 ± 0.48 E.E. (P≤0.05) (Figura 31).

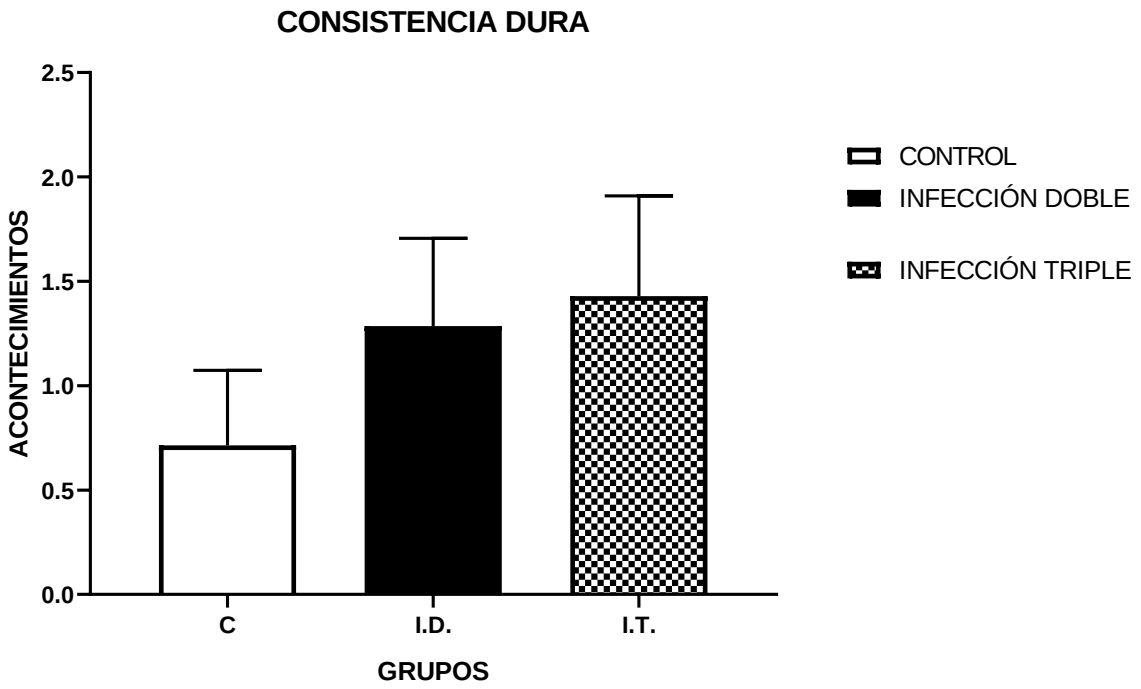


Figura 31. Consistencia dura de heces en ovinos durante el experimento. Los datos muestran ± SEM, * P ≤ 0.05, prueba ANOVA, Kruskal-Wallis Test.

9. Discusión

Los hongos comestibles del género *Pleurotus* spp., han mostrado actividad *in vitro* antiparasitaria importante, particularmente contra nematodos de importancia agropecuaria, el presente estudio se centró en evaluar el efecto del extracto de SDH de *P. djamor in vitro* que presente mayor efecto ovicida y larvicida sobre *H. contortus.* En los resultados del presente estudio muestran que el extracto de SDH de *P. djamor* presenta una actividad ovicida de 96.46% a una concentración de 2500 µg/mL y una actividad larvicida de un 23.49% a una concentración de 5000 µg/mL mientras que en un estudio realizado por Lara-Vergara (2019), notifica el efecto del extracto hidroalcohólico de diferentes mezclas de sustratos sin hongo con mayor inhibición de eclosión de huevos de *H. contortus* de un 77.99% a una concentración de 3600 µg/mL a 48 h post tratamiento, y una mortalidad de larvas infectantes de *H. contortus* L_3 sin vaina con un 91% a una concentración de 3600 µg/mL a 72 h post tratamiento. Los tres insumos pasto pangola, olote de maíz, pulpa de café están compuestos por productos de tipo lignocelulósicos para lograr el crecimiento de hongo, también están formados por metabolitos secundarios independientes, en el caso de la pulpa de café que está compuesta por taninos, azúcares, y polifenoles (López *et al*. 2011), que se han notificado como metabolitos secundarios con actividad ovicida y larvicida que podrían estar relacionados con el extracto hidroalcohólico que tuvieron mayor actividad ovicida en el presente estudio (T2).

Experimento 1

Prueba de eclosión

Respecto a la inhibición de eclosión de *H. contortus* el efecto más alto por extractos hidroalcohólicos del SDH de *P. djamor* fue el tratamiento dos (T2) y hasta 96,46% en la concentración 2500 µg/mL a 48 h. Sin embargo, Díaz-Rodríguez (2015) reporta actividad de inhibición de la eclosión de huevos de *H. contortus in vitro* a las 48 h post tratamiento desde una concentración de 500 µg/mL con una mezcla diseñada para el SDH *P. djamor* con pasto *Pangola* (*Digitaria decumbens)*, viruta de Primavera (*Roseodendron donell-smithii*) estéril y un mayor porcentaje de pulpa

de café (Coffea arábica), obtuvo el 99.39 % de inhibición de la eclosión de huevos de *H. contortus;* los porcentajes altos con relación al efecto nematicida en la presente investigación podrían sugerir al insumo que se utilizó de la *viruta de Primavera* (*Roseodendron donell-smithii*).

Por otro lado, en un estudio realizado por Páez-León (2018), quien de igual manera realizó la evaluación de SDH del hongo *P. ostreatus* (cepa HEMIM-50), y el SDH utilizado fue paja de trigo, obteniendo un 83.67% de inhibición de eclosión de *H. contortus* a 72 h post tratamiento con una concentración de 20 000 µg/mL, lo cual indica qué también el *P. ostreatus* (cepa HEMIM-50) posee efecto nematicida a concentraciones más altas ya que en el presente estudio el SDH de *P. djamor* presentó la actividad con una concentración de 2500 µg/mL en el tratamiento T2.

Mortalidad de larvas

En el presente estudio el mayor efecto larvicida utilizando los extractos hidroalcohólicos del SDH de *P. djamor* con la concentración 5000 µg/mL a las 72 h el tratamiento cinco (T5) presentó un 23.49 %, Páez-León (2018) reporta un porcentaje larvicida L_3 del 68.19% a 72 h para *H. contortus* a una concentración de 1,250 µg/mL mediante la evaluación de SDH del hongo *P. ostreatus* (cepa HEMIM-50), se han realizado diversos estudios del género *Pleurotus*, *P. ostreatus, P. florida, P. sajor-caju P. eryngii, y P. cornucopiae* (Hibbett y Thorn 1994; Heydari *et al*., 2006; Okorie *et al.,* 2011) atribuyendo la actividad nematicida a las hifas que produce el hongo y que estas generan toxinas (nematotoxinas), Heydari *et al.* (2006) mencionan la capacidad nematicida de estas toxinas y que la expresión de los síntomas varía dependiendo de la especie de hongo y del tiempo de exposición (hongo-nematodo).

Es importante destacar que la mezcla diseñada para el SDH de *P. djamor* que se utilizó en la presente investigación consiste en olote, pasto Pangola, pulpa de café y en un estudio realizado por Díaz-Rodríguez (2015) reporta una actividad larvicida *in vitro* contra *H. contortus* (L_3) de SDH *P. djamor* (cepa ECS-0123) diseñado con la

mezcla de olote, pasto Pangola (*Digitaria decumbens*), *viruta de Primavera* (*Roseodendron donell-smithii*) estéril con un porcentaje equitativo de los diferentes compuestos obteniendo el 43.62% de mortalidad en larvas L_3 sin vaina de *H. contortus* a las 72 h post tratamiento a una concentración de 2500 µg/mL, mientras que el tratamiento con la mezcla equitativa de olote que muestra actividad superior a la observada en el presente trabajo; por otra parte, en un estudio notificado por Arellano (2012), quien por primera vez se informa que el Dehidro α-Lapachona tiene actividad antitermita de la madera seca. El efecto antialimentario de los extractos obtenidos por maceración fue mayor en los extractos de hexano, de los que se aislaron, purificaron e identificaron tres compuestos principales mediante técnicas espectroscópicas: Lupeol, Beta-Sitosterol y Dehidro α-Lapachona.

En comparación con el estudio realizado por Rodríguez- Bamáca (2014) quien evaluó cuatro cepas de *P. djamor* (ECS-0123, ECS-0127, ECS-0142 y ECS-0143) con los extractos hidroalcohólicos de basidiomas y con una cepa de *H. contortus* susceptible a ivermectina, para identificar su actividad larvicida *in vitro* contra *H. contortus* (L_3), notificó una actividad larvicida del 95% con la (cepa ECS-0123) mientras que en el presente estudio este efecto larvicida fue bajo; sin embargo, dicha actividad está presente en el SDH de *P. djamor*.

Experimento 2

Los cambios de comportamiento causados por los endoparásitos tienen su origen en la inducción de la anorexia, se ha planteado la hipótesis que la anorexia permite al huésped volverse más selectivo en su dieta; por ejemplo, cuando a los herbívoros parasitados se les ofreció elegir entre pastos no contaminados y contaminados con heces (Cooper *et al*., 2000, Hutchings *et al.,* 2002).También hay evidencia para la hipótesis de que los animales parasitados se vuelven más selectivos a elegir entre dos alimentos que diferían en el contenido de proteínas (Kyriazakis *et al*., 1994, Kyriazakis *et al*., 1996).

En el presente estudio se observó que tanto una doble infección como una triple infección natural de parásitos gastrointestinales poseen el efecto de incrementar el tiempo que el animal permanece caminando, lo cual es similar a lo reportado por Grant *et al*. (2020a) quienes evaluaron el comportamiento expresivo de ovejas con infecciones naturales de parásitos gastrointestinales a través de imágenes de video recopiladas en potrero, las cuales se compararon antes y después de un tratamiento antihelmíntico, utilizando 28 ovinos merinos adultos ambos sexos, el grupo tratado fue con 0.2 mg de moxidectina /kg de p.v., se observaron focalmente 22 días en un horario de 7 h y 12 h notificado mayor actividad motriz para los animales con infecciones naturales.

En la presente investigación se encontró que de acuerdo con el tiempo que los animales permanecieron parados el grupo con la infección natural doble como de infección natural triple tuviera un periodo muy cercano al doble con respecto al mostrado por el grupo control.

De acuerdo con Högberg *et al.* (2019) notifican las diferencias en las infecciones por NGI tuvieron efectos sobre los patrones de actividad en corderos, han sugerido que una reducción en la actividad en los novillos como en corderos de pastoreo está relacionada con un daño de la mucosa, con efectos patológicos similares en el huésped (Sutherland y Scott, 2010). Esto resalta la posibilidad de una conexión entre el daño de la mucosa inducido por nematodos en el abomaso y la desviación en los patrones de actividad del huésped.

Por su parte Rojas-Hernandez *et al*. (2007) reportan a través de un estudio para conocer la prevalencia de (NGI) y sus géneros en ovinos en pastoreo, en Guerrero, México, en el cual se tomaron muestras de 219 ovinos mayores de 4 meses en 16 hatos y se determinó la cuenta de (HPG) usando la técnica de Mcmaster modificada y se realizaron coprocultivos para identificar el género de los NGI, observando que los géneros con mayor prevalencia fueron *Haemonchus* spp., *Cooperia* spp., y

Trichostrongylus spp. y en menor cantidad *Strongyloides* spp., con diferencias significativas en la prevalencia.

En otro estudio lo reportado por Ensuncho-Hoyos *et al*. (2014), quienes determinaron la prevalencia y grado de infección de NGI en ovinos de pelo en pastoreo de cuatro municipios de Córdoba, Colombia, evaluando 174 animales, la técnica empleada fue la de Mcmaster, el recuento de huevos fue expresados como (HPG). Además, realizando coprocultivos para recuperación de larvas L_3 a través de la técnica de Corticelli y Lai para la identificación del género del nematodo, siendo los géneros predominantes *Haemonchus* spp., *Trichostrongylus* spp., *Cooperia* spp., *Oesophagostomun* spp., y en menor prevalencia *Strongyloides* spp.

Finalmente, Zapata *et al.* (2016) realizaron un estudio en Antioquia, Colombia para determinar la prevalencia de NGI en sistemas de producción de ganado ovino y caprino, se tomó un total de 302 animales de diversas razas, ambos sexos y diferentes edades, la carga parasitaria se determinó a través de (HPG), la obtención de larvas L_3 se implementó la técnica de cultivo Corticelli y Lai, en el cual se observó alta prevalencia de infección por Tricostrongilidos, siendo *H. contortus*, *Teladorsagia* (*Ostertagia*) *circumcincta* y *Trichostrongylus* spp. los parásitos más frecuentes.

Por otra parte, se ha notificado las perdidas en la producción pecuaria ocasionada por NGI en el caso de la variable ganancia de peso evaluada, el presente trabajo se observó una merma durante las seis semanas del experimento, el grupo control presentó una ganancia de peso µ 5.8 a diferencia al grupo de infección natural triple con un peso µ 2.6 y el grupo de infección natural doble con un peso µ 4.4, la ganancia de peso en los ovinos con infección natural de parásitos gastrointestinales de hasta un 55% menor en la infección natural triple *versus* grupo control.

De acuerdo con la variable ganancia de peso, en el presente estudio se observó que los grupos de infección natural tanto doble como triple tuvieron menos ganancia de peso versus el grupo control esto puede ser atribuido a lo reportado por Nari *et*

al. (1987) que los parásitos gastrointestinales reducen el consumo voluntario, determinando así mismo una mala digestibilidad y absorción de nutrientes.

Respecto a la evaluación de consistencia de heces en el presente estudio no se encontró una diferencia significativa dentro de los grupos, lo cual es similar a lo reportado por Grant *et al*. (2020b), quienes evaluaron la consistencia de heces y no hubo variación entre ovejas anémicas y no anémicas por infección de parásitos pre y post tratamiento antihelmíntico.

Asimismo desarrollar estrategias de diagnóstico temprano que detecte animales con problemas de salud específicamente a infección de parásitos gastrointestinales a través de la observación del cambio de comportamiento que contribuya a implementación de medidas de control sustentables de estas infecciones como realizar el HPG a animales en específico y brindar un tratamiento dirigido con una alternativa de control potencial como podría ser el SDH de *P. djamor* que se demostró que posee actividad nematicida y de esta manera reducir el uso indiscriminado de productos químicos (antihelmínticos) que ha generado el problema de la resistencia antihelmintica y minimizar la contaminación de mantos acuíferos y el daño a organismos benéficos como los escarabajos estercoleros.

10. Conclusiones

1.- El extracto hidroalcohólico de SDH de *P. djamor in vitro* que presentó mayor efecto ovicida (48 h) fue la concentración 2,500 µg/mL el tratamiento dos (T2) 96.46 %

2.- El extracto hidroalcohólico de SDH de *P. djamor in vitro* que presentó mayor efecto larvicida (72 h) fue la concentración 5,000 µg/mL el tratamiento cinco (T5) 23.49 %

3.- La CL_{50} del extracto hidroalcohólico del SDH de *P. djamor* que inhibió la eclosión de huevos de *H. contortus* fue 840.96.

4.- Respecto a la cuantificación de los cambios conductuales, las infecciones naturales con parásitos gastrointestinales tanto dobles como triples tuvieron una influencia en variables como caminar, proximidad, echado, parado y tiempo en sombra, mientras que en variables como pastoreo, rumia y tiempo en sol no se encontró algún cambio

Perspectivas

Las perspectivas del presente estudio son inicialmente el estudio químico biodirigido del extracto hidroalcohólico (T5) utilizando diferentes técnicas cromatográficas como son: Columna abierta, cromatográfia en capa fina (TLC) y cromatografía de alta resolución (HPLC), posteriormente utilizar técnicas espectroscópicas como la Resonancia magnética nuclear por H^1 y C^{13} para identificar los compuestos secundarios de la actividad nematicida.

XI. Literatura citada

AOAC (1980) Official Methods of Analysis, 13th Edition, Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, 376-384.

Arellano García, Silvia Hortensia (2012) Estudio comparativo de los compuestos extraíbles de Tabebuia donnell-smithii Rose y Tabebuia rosea (Bertol.) DC y su efecto disuasivo antitermita. Tesis, maestría en ciencias y tecnología de la madera, universidad michoacana de san nicolas de hidalgo, morelia, michoacan pag. 1-43

Arizmendi López M, Aguilar Marcelino L, Mendoza de Gives P, Sánchez JE, López Arellano ME, González Cortázar M, Zamilpa Álvarez A (2014) In vitro activity of Pleurotus ostreatus compounds against *Haemonchus contortus* infective larvae (L3). In: 13th International Congress of Parasitology ICOPA XIII. Cd. de México, México.

Barriga, O. (2002) Las enfermedades parasitarias de los animales domésticos en América Latina. Ed Germinal. Chile. 183 p

Bejarano J. (2016) Caracterización fisicoquímica del sustrato agotado de Pleurotus ostreatus (Orellana) y sus potencialidades agroindustriales. Tesis de grado. Santiago de Cali: Universidad San Buenaventura Cali.

Besier RB, Kahn LP, Sargison ND, Van Wyk JA. (2016) Diagnosis, treatment and management of *Haemonchus contortus* in small ruminants. Adv Parasitol 93: 181-238. doi: 10.1016/bs.apar.2016.02.024

Blackwell, M. (2011) The Fungi: 1, 2, 3 ... 5.1 million species? American Journal of Botany 98:426-438.

Boa, E. (2004) Los hongos silvestres comestibles; perspectiva global de su uso e importancia para la población. FAO, Roma.

Bojkovski, D., Stuhec, I., Kompan, D., Zupan, M. (2014) The behavior of sheep and goats co-grazing on 21 pasture with different types of vegetation in the karst region. Journal Animal Sci. 92, 2752–2758.

Brown CC, Baker DC, Barker 1K. (2007) Alimentary system. En: Jubb, Kennedy, and PaLmer's Pathology of domestic animals. Sa. ed. Philadelphia, Ed. Saunders, pp. 240-241.

Campos, R. R.; Herrera, D. R.; Quiroz, R. H. & Olazarán, J. S. (1990) Resistencia de *Haemonchus contortus* a los bencimidazoles en ovinos de México. Técnica Pecuaria Mexico 28: 30-34.

Castells, D. (2004) Epidemiologia y control de nematodos gastrointestinales de ovinos en el Uruguay. Instituto nacional de investigación agropecuaria Uruguay. Serie de actividades de difusión no. 359.pp 3-1

Chan-Pérez J.I., Torres-Acosta J.F.J., Sandoval-Castro C.A., Hoste H., Castañeda-Ramírez G.S., Vilarem G., Mathieu C., (2016) *In vitro* susceptibility of ten *Haemonchus contortus* isolates from different geographical origins towards acetone:water extracts of two tannin rich plants, Veterinary Parasitology, Volume 217.

Chang ST and Wasser S. (2012) The role of culinary-medicinal mushrooms on human welfare with a pyramid model for human health. International Journal Med Mushr. 14:95–134.

Chapman HD, Barta JR, Blake D, Gruber A, Jenkins M, Smith NC, Suo X, Tomley FM (2013) A selective review of advances in coccidiosis research. Adv Parasitol 83:93–171

Chapman HD (2014) Milestones in avian coccidiosis research: a review. Poult Sci 93:501–511

Clauss, M., Lechner-Doll, M., y Streich, W. J. (2003) Diversificación rumiante como adaptación a las características fisicomecánicas de la forraje. *Oikos* 102, 253-262.

Cooper J, Gordon IJ, Pike AW. (2000) Estrategias para evitar las heces por el pastoreo de ovejas. Applied Animal Behaviour Science*,* 69, 15–33

Cordero del Campillo. M., Rojo, F., Martinez, A., Sanchez, M., Hernandez, S., Navarrete, I., Diez, P., Quiroz, H & Carvalho, M. (1999) Parasitología veterinaria. McGraw-hill.Interamericana. España.

Díaz-Rodríguez E., (2015) "Evaluación *in vitro* de extractos hidroalcohólicos del sustrato agotado del hongo *Pleurotus djamor* en contra de huevos y larvas infectantes de *Haemonchus contortus*", en Ingeniería en Biotecnología,págs. 1-104, Universidad Politécnica del Estado de Morelos. Tesis de Licenciatura. Jiutepec, Morelos, México.

Dillard KJ, Saari SA, Anttila M. (2007) *Strongyloides* stercoralis infection in a Finnish kennel. Acta Vet Scand.49:37

Drudge, J. H.; Lyons, E. T. & Tolliver, S. C. (1977) Resistance of equine strongyles to thiabendazole: critical test two strains. Veterinary medicine, small animal clinician 72 (3):433-438.

Espinoza- Moreno, J.; Centurión-Hidalgo, D.; Vera-Cuspinera, G.G.; Pérez-Castañeda, E.; Zaragoza-Vera, C.V.; Martinéz-Martinéz, S.; Mendoza-Gives, p.; Gonzales-Cortázar, M. (2016) Actividad Antihelmíntica *In Vitro* de Tres Especies Vegetales Utilizadas Tradicionalmente en Tabasco, México. Polibotanica. Vol. 41 pp 91-100.

Ensuncho-Hoyos C, Castellano-Coronado A, Maza-Ángulo L, Bustamante- Yánez M, Vergara-Garay O. (2014) Prevalencia y grado de infección de nematodos gastrointestinales en ovinos de pelo en pastoreo de cuatro municipios de Cordoba, Colombia. Revista Cientifica LUZ 24: 414-420.

Esteban-Ballestero, M., Rojo- Vázquez, FA., Martínez-Valladares, M. (2018) Factores que favorecen el desarrollo de la resistencia a los antihelmínticos en el ganado ovino. Asis Veterinaria Albeitar 2147: 4-5.

Flores-Pérez I., Hallal-Calleros C., Cervantes-Pacheco B.J., Alba-Hurtado F., Orihuela A., Castro-del-Campo N., Acevedo-Ramírez P., Ortiz-López B., Jiménez-Leyva D., Barajas-Cruz R. (2019) Respuesta conductual y productiva a la infección experimental con larvas en etapa 3 de *Haemonchus contortus* en pantorrillas de toro. Experimental Parasitology 197:1–8.

Gaitán, R., D., Salmones, R. y G. Mata (2006) Manual práctico del cultivo de setas: aislamiento, siembra y producción, 1era. ed., 2a. reimp. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Ver., México, pp 56.

Ganeshpurkar, A., Bhadoriya, S. S., Pardhi, P., y Rai, G. (2012) Investigation of anthelmintic potential of oyster mushroom Pleurotus Florida. Indian Journal of Pharmacology, 44(4), 539–541.

Garibay-Orijel, R., F. Ruan-Soto, E. Estrada-Martínez (2010) El conocimiento micológico tradicional, motor para el desarrollo del aprovechamiento de los hongos

comestibles y medicinales. In: Martínez-Carrera, D. (ed.), Hacia un desarrollo sostenible del sistema de producción-consumo de los hongos comestibles y medicinales en Latinoamérica: avances y perspectivas en el siglo XXI, Red Latinoamericana de Hongos Comestibles y Medicinales, México, D.F. pp. 243-270.

Gebresilassie L, Tadele AB. (2015) Prevalence of ovine haemonchosis in wukro, ethiopia. Journal Parasitolo. Res. doi: 10.1155/2015/635703.

Genier, HLA; Soares, FEF; Queiroz, JH; Gouveia, AS; Araújo, JV; Braga, FR; Pinheiro, IR; Kasuya, MCM. (2015) Activity of the fungus *Pleurotus ostreatus* and of its proteases on *Panagrellus* sp. larvae. African Journal of Biotechnology 14: 1497-1503.

Gilleard, J.S. (2013) *Haemonchus contortus* as a paradigm and model to study anthelmintic drug resistance. Parasitology. 140, 1506-1522.

González-Garduño R, Cordova PC, Torres HG, Mendoza de Gives P, Arece GJ. (2011) Prevalencia de parásitos gastrointestinales en ovinos sacrificados en un rastro de Tabascos, México Veterinaria. Mexico. 42(2):125-135

González-Garduño R., López-Arellano M.E., Ojeda-Robertos N., Liébano-Hernández E. & Mendoza-de Gives P. (2014) Diagnóstico *in vitro* y en campo de resistencia antihelmíntica en nematodos gastrointestinales de pequeños rumiantes. Archivos de Medicina Veterinaria. 46: 399-405.

Grant, E. P., Wickham, S. L., Anderson, F., Barnes, A. L., Fleming, P. A., & Miller, D. W. (2020a) Behavioural assessment of sheep is sensitive to level of gastrointestinal parasite infection. Applied Animal Behaviour Science, 223, 104920.

Grant, E. P., Wickham, S. L., Anderson, F., Barnes, A. L., Fleming, P. A., & Miller, D. W. (2020b) Behavioural assessment of sheep is sensitive to level of

gastrointestinal parasite 44 infection. Applied Animal Behaviour Science, 223, 104920.

González-Pech P.G., Ventura-Cordero J., Torres-Fajardo R.A., Jaimez-Rodríguez P.R., Torres-Acosta J.F.J., Sandoval-Castro C.A. (2021) Comparing the browsing behavior of inexperienced kids versus adult goats on heterogeneous vegetation, Applied Animal Behaviour Science, Volume 236,105240, ISSN 0168-159.

Hart B. L. (2011) Behavioural defences in animals against pathogens and parasites: parallels with the pillars of medicine in humans. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B* 366, 3406– 3417.

Hernández, BA. (2011) Estudio de la respuesta inmune frente a *Haemonchus contortus* en dos razas de ovinos canarias. Tesis de Doctorado. Salud Animal. Universidad de las Palmas de Gran Canaria Facultad de Veterinaria. Arosco. 10-27

Hernández, VJN (2015) interacción parasito-hospedador entre nematodos gastrointestinales y razas ovinas canarias papel de los linfocitos T y o los eosinófilos. Tesis de Doctorado de Doctorado. Salud Animal. Universidad de las Palmas de Gran Canaria 51-82

Hofmann, R.R. (1973) The Ruminant Stomach: Stomach Structure and Feeding Habits of East African Game Ruminants. East African Literature Bureau, Nairobi, Kenya.

Hoste, H., Torres-Acosta, J.F.J., Quijada, J., Chan- Pérez, I., Dakheel, M.M., Kommuru, D.S., Mueller-Harvey, I. y Terrill, T.H., (2016) Interacciones entre nutrición e infecciones con *Haemonchus contortus* y relacionados nematodos gastrointestinales en pequeños Rumiantes. En: R.B. Gasser y G. Von Sansón-Himmelstjerna, eds vol. 93 de Avances en Parasitología, págs. 239-351.

Heydari, R.;Pourjam, E. y Goltapeh, E. M. (2006) Antagonistic effect of some species of *Pleurotus* on the root-knot nematode, Meloidogyne javanica *in vitro*. Plant Pathology Journal, 5, 173-177

Hibbett, D. y Thorn, R. (1994) Nematode-trapping in *Pleurotus tuberregium*. Mycologia, 696-699.

Hogberg *N.,* L. Lidfors, A. Hessle, K. Arvidsson Segerkvist, A. Herlin, J. Höglund (2019) Efectos del parasitismo de nematodos en los patrones de actividad en el ganado de pastoreo de primera temporada Veterinario Parasitol. X, Artículo 100011

Huicochea-Medina M, Aguilar ML, Mendoza de Gives P, Sánchez JE, López AME, González CM, Zamilpa AA, González GR, Reyes GDE. (2015) Actividad antihelmíntica *in vitro* de extractos hidroalcohólicos del micelio de los hongos comestibles *Pleurotus ostreatus* y *P. eryngii* en contra del nematodo parásito de ovinos *Haemonchus contortus* (L3). Memorias del XXXIX Congreso Nacional e Internacional de Buiatría. 211-216. Puebla, México.

Hutchings MR, Gordon IJ, Kyriazakis I, Robertson E, Jackson F. (2002) Pastoreo en ambientes heterogéneos: las distribuciones infra y supraparasitarias determinan las decisiones de pastoreo herbívoro. *Oecolagia*, 132, 453–460.

Jabbar, A.; Iqbal, Z.; Kerboeuf, D., (2006) Muhammad, G.; Khan, M. N. & Afaq, M. Antihelmintic resistance: the stay of play revisited. *Life Sci*. 79:2413-2431.

Jaimez-Rodríguez, P. R., Gonzalez-Pech, P. G., Ventura-Cordero, J., Brito, D. R. B., Costa-Junior, L. M., Sandoval-Castro, C. A., and Torres-Acosta, J. F. J. (2019) The worm burden of tracer kids and lambs browsing heterogeneous vegetation is influenced by strata harvested and not total dry matter intake or plant life form. Tropical Animal Health Production (accepted). Accessed May 9, 2019.

Joachim A, Altreuther G, Bangoura B, Charles S, Daugschies A, Hinney B, Lindsay DS, Mundt HC, Ocak M, Sotiraki S (2018) W A V P guideline for evaluating the efficacy of anticoccidials in mammals (pigs, dogs, cattle, sheep). Veterinary Parasitology 253:102–119

Kobayashi I, Kajisa M, Farid AS, Yamanaka A, Horii Y. (2009) Paralytic ileus and subsequent death caused by enteric parasite, *Strongyloides papiyosus*, in Mongolian.

Kyriazakis I, Oldham JD, Coop RL, Jackson F. (1994) El efecto de la infección subclínica por nematodos intestinales en la selección de la dieta de las ovejas en crecimiento. British Journal of Nutrition*,* 72, 665–677.

Lara Vergara I. (2019) Evaluación *in vitro* de extractos hidroalcohólicos de diferentes mezclas de insumos para el cultivo del hongo *Pleurotus spp*., contra *Haemonchus contortus* págs. 1-96, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Tesis de Licenciatura. Cuernavaca, Morelos, México.

Li, G. H, Wang, X. B., Zheng, L. J, Li, L., Huang, R, Zhang, K. Q (2007) Nematicidal metabolites from the fungus *Pleurotus ferulae* Lenzi. Ann Microbiology. 57: 527-529.

Li, H.G., Zhang, K. (2014) Nematode-toxic and their nematicidal metabolites. In: Nematode-Trapping Fungi: Fugal Diversity Research. (Eds. Zhang, K., Hyde, K.D.) Mushroom Foundation. Yunnan, China. pp. 313-375.

Liébano E, López-Arellano M, Mendoza-de Gives P, Aguilar Marcelino L., (2011): Manual of Diagnostic for the identification of larvae of Gastrointestinal Nematodes in Ruminants. [In Spanish]. National Center for Disciplinary Research in Veterinary Parasitology. Morelos, México: INIFAP. Special Handbook No. 2, pp. 1–48

Lippi, E.; Leal, Marta L. R.; Minervino, A. H. H.; Aires, Adelina R.; Coop, R. L.; Jackson, F. (2013) Effects of parasitism on cellular immune response in sheep experimentally infected with *Haemonchus contortus*. *Vet. Parasitol*. 196:230-234.

López, A.T., Reyes, VML., Rodríguez, H.R., Aguilar G.N.C. (2011) La pulpa de café, un residuo Fuente de antioxidantes polifenólicos. Cienciacierta (25)

Lucas AS, Swecker WS, Lindsay DS, Scaglia G, Neel JP, Elvinger FC, Zajac AM (2014) A study of the level and dynamics of Eimeria populations in naturally infected, grazing beef cattle at various stages of production in the mid-Atlantic USA. Veterinay Parasitology 202: 201–206

Martínez–Carrera, D., P. Morales, M. Sobal, M. Bonilla, W. Martínez, (2007). México ante la globalización en el siglo XXI: El sistema de producción–consumo de los hongos comestibles. *In:* Sánchez, J.E., D. Martínez–Carrera, G. Mata, H. Leal (eds.), El cultivo de setas *Pleurotus* spp. en México. El Colegio de la Frontera Sur, Tapachula. pp. 209–224.

Martínez-Carrera, D., A. Larqué-Saavedra, A. Tovar Palacio, N. Torres, M.E. Meneses, M. Sobal Cruz, P. Morales Almora, M. Bonilla Quintero, H. Escudero Uribe, I. Tello-Salgado, T. Bernabé-González, W. Martínez Sánchez, Y. Mayett, (2016) Contribución de los hongos comestibles, funcionales y medicinales a la construcción de un paradigma sobre la producción, la dieta, la salud y la cultura en el sistema agroalimentario de México. In: Martínez-Carrera, D. , J. Ramírez Juárez (eds.), Ciencia, tecnología, innovación en el sistema agroalimentario de México. COLPOS-AMC-CONACyT-UPAEP-IMINAP. Texcoco. Pp. 581-640.

Martínez, O. M. C. (2010) Mecanismo de acción de las plantas ricas en taninos sobre la población adulta de nemátodos gastrointestinales de pequeños rumiantes. Tesis en co-tutela presentada para obtener el grado de Doctor en Ciencias Agropecuarias. Francia: Université de Toulouse.

McLeod, R.S. (1995) Costs of major parasites to the Australian livestock industries. International Journal for Parasitology 25, 1363-1367.

Medina, P., Guevara, F., La, M., Ojeda, N., Reyes, E.,(2014) Resistencia antihelmintica en ovinos: una revisión de informes del sureste de México y alternativas disponibles para el control de nematodos gastrointestinales. Pastos y Forraje*,* 37 (3): 257-263.

Mehlhorn, H. (2004) Encyclopedic Reference of Parasitology, 2nd ed. SpringerVerlag Heidelberg.

Méndez-Ortiz, F.A., Sandoval-Castro, C.A., Ventura-Cordero, J., (2019) *Gymnopodium floribundum* forraje como modelo para la evaluación in vivo del valor nutracéutico contra *Haemonchus contortus*. Tropical Animal Health and Production 51**,** 1591–1599.

Mendoza de Gives, P. (2019) Introducción de estrategias de control de nematodos gastrointestinales en ovino. Área de Helmintología. XI Congreso Nacional de Parasitología Veterinaria. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Salud Animal e Inocuidad del INIFAP. Boulevard Paseo Cuauhnahuac No. 8534, Col. Progreso, Jiutepec, Mor. CP. 62550.

Mitlöhner F. M., Morrow-Tesch J. L., Wilson S. C., Dailey J. W., McGlone J. J., (2001) Behavioral sampling techniques for feedlot cattle, Journal of Animal Science, Volume 79, Issue 5.

Molento, B. M.; Fortes, Fernanda S.; Pondelek, Deborah A. S.; Borges, F. de A.; Chagas, Ana C. de S.; Torres, J. F. J. P. (2011) Challenges of nematode control in ruminants: Focus on Latin America. Veterinary Parasitology. 180 (12):126-132.

Nakamura Y, Tsuji N, Taira N, Hirose H. (1994) Parasitic females of *Strongyloides papitlosus* as a pathogenetic stage for sudden cardiac death in infected lambs. Journal of Veterinary Medical Science. 56:723-7.

Nari A. (1987) Enfoque epidemiológico sobre el diagnóstico y control de resistencia a antihelminticos en ovinos. Edit. Hemisferio Sur. Montevideo. Uruguay. 60p

Nieto D, Robles F, Piña AB. (2016) Utilización de residuos agrícolas y agroindustriales en el cultivo y producción del hongo comestible seta (*Pleurotus* spp.). Revista Internacional de Contaminación Ambiental; 32: p. 141-151

Okorie, C.; Ononuju, C. y Okuwujiako, I. (2011) Management of Meloidogyne incognita with *Pleurotus ostreatus* and *P. tuberregium* in Soybean. International Journal of Agriculture and Biology (Pakistan), 00, 401–405

Páez-León, S.Y., (2018) Actividad nematicida de extractos de sustrato agotado de *Pleurotus ostreatus* y *Moringa oleífera* contra nematodos de importancia agropecuaria. Tesis de licenciatura, Ingeniero en Biotecnología. Universidad Politecnica del Estado de Morelos. INIFAP. 10-43.

Palizi, P., Goltapeh, M.E., Pourjam, E., Safaie, N. (2009) Potential of Oyster Mushrooms for the Biocontrol of Sugarbeet nematode (Heterodera Schantii). Journal of Plant Protection Research, 49 (1) 27-34.

Pérez-Moreno, J.; Lorenzana-Fernández, A.; Carrasco-Hernández, V. y Yescas-Pérez, A. 2010) Los hongos comestibles silvestres del parque nacional Izta-Popo, Zoquiapan y anexos. Colegio de Postgraduados, SEMARNAT, CONACYT. Montecillo, Texcoco, Estado de México. 167 p.

Pineda-Alegría J.A., Sánchez-Vázquez J.E., González-Cortazar, (2017) "El hongo comestible *Pleurotus djamor* produce metabolitos con actividad letal contra el

nematodo parásito *Haemonchus contortus*", Journal of Medicinal Food, vol. 20, nº 12, pp. 1184-1192.

Plan rector sistema producto ovinos, (2016) Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, actualización 2016 (con base en resultados de la reunión de planeación estratégica. plan_rector_ovinos2016.pdf.pdf (uno.org.mx).

Quimio HT (2002). Tropical Mushroom Cultivations. p.161. Raper AC (1976).The biology and breeding potential of Agaricus bitorquis . Mushroom Science IX (Part I), 1-10, Proceeedings of the Ninth International Scientific Congress on the Cultivation of Edible Fungi,Tokyo.

Ramirez-Barquin, S. (2020) Evaluación del extracto hidroalcohólico del hongo comestible *Pleurotus ostreatus* contra *Hymenolepis nana* utilizando ratones como modelo in vivo de estudio. Tesis de Licenciatura. Instituto Politécnico Nacional. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. CDMX. México. pp 1-53.

Retama-Flores C., Torres-Acosta J.F.J., Sandoval-Castro C.A., Aguilar-Caballero A.J., Cámara-Sarmiento R., Canul-Ku H.L., (2012) Maize supplementation of Pelibuey sheep in a silvopastoral system: fodder selection, nutrient intake and resilience against gastrointestinal nematodes, Animal, Volume 6, Issue 1, Pages 145-153.

Rinaldi, L.; Hendrickx, G.; Cringoli, G.; Biggeri, A.; Ducheyne, E.; Catelan, D.; Morgan, E.; Wi - lliams, D.; Charlier, J., von Samson-Himmelst - jerna, G. & Vercruysse, J. (2015) Mapping and modeling helminth infections in ruminants in Europe: experience from GLOWORM. Geospatial Health, 9: 257-259.

Rinker, D.L. (2002) Handling and using “spent” mushroom substrate around the world. In: SÁNCHEZ, J.E.; HUERTA, G.; MONTIEL, E., Mushroom biology and

mushroom products. Cuernavaca: Universidad Autónoma del Estado de Morelos. p.43-60

Rinker D, Woo S. (2015) El sustrato gastado (residual) de hongos ostra. Canada: Universidad de Guelph.

Rodríguez-Bámaca, S. B. (2014) Actividad de extractos de cuatro cepas de *Pleurotus djamor* contra larvas infectantes del nemátodo parásito de ovinos *Haemonchus contortus.* Universidad Autónoma de Chiapas, Centro de Biociencias, Tesis de Licenciatura, Tapachula.

Rodríguez-Gómez (2016) Actividad ovicida y larvicida *in vitro* del extracto hidro-alcoholico de *Acacia cochliacantha* en *Haemonchus contortus*. Como requisito parcial para obtener el Título de Ingeniero Agrónomo Zootecnista. Centro Universitario UAEM Temascaltepec. Universidad Autónoma Del Estado De México. R. I. Rodríguez-Vivas, L. Grisi, A. A. Pérez de León et al., "Evaluación del impacto económico potencial de los parásitos del ganado bovino en México", Revisión. Revista Mexicana Ciencia Pecuaria, vol. 8, pp. 61-74, 2017.

Rodríguez-Vivas R, Gris L, Pérez de León A, Silva V, Torres-Acosta J, Fragoso-Sánchez H, Romero-Salas D, Rosario C, Saldierna F, García CD (2017b) Potential economic impact assessment for cattle parasites in Mexico. Review. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias 8:61–74

Rodríguez-Vivas, R.I., Cob-Galera, L.A., (2005) Técnicas Diagnosticasen Parasitología Veterinaria. Segunda edición. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, México. Pp 39-108.

Rojas, M. (2004) Nosoparasitosis de los Rumiantes Domésticos Peruanos. 2da Ed. Perú. 44p

Rojas HS, (2007) Gutiérrez SI, Olivares PJ, Valencia A, María T. Prevalencia de nematodos gastrointestinales en ovinos en pastoreo en la parte alta del mpio. de Cuetzala del Progreso, Guerrero-México. REDVET. Revista electrónica de Veterinaria. 3(9):1-7.

Royse, D.J., J.E. Sánchez, (2017) Producción mundial de setas *Pleurotus* spp. con énfasis en países iberoamericanos. In: Sánchez, J.E. , D. Royse (eds.). La biología, el cultivo y las propiedades nutricionales y medicinales de las setas *Pleurotus* spp. El Colegio de la Frontera Sur. Tapachula, pp. 17-25.

Salmones, D. (2017) *Pleurotus djamor*, un hongo con potencial aplicación biotecnológica para el neotrópico. Revista mexicana de micología, *46*, 73-85.

Shariat H.S, Farid H., Kavianpour M., (1994) Un estudio de la actividad antihelmíntica de extracto acuoso de *Pleurotus eryngii* sobre *Syphacia obvelata* y *Hymenolepis nana.* Journal of Sciences, Islam. Irán, 5 (1994), págs. 19-22

Shoop WL, Michael BF, Eary CH, Haines HW. (2002) Transmammary transmission of *Strongyloides stercoralis* in dogs. Journal Parasitology. 88:536- 9.

Sutherland I., Scott I., (2010) I. Sutherland**,** I. Scott Nematodos gastrointestinales de ovinos y bovinos: biología y control (1ª ed.), Wiley-Blackwell (2010).

Szyszka, O., Kyriazakis, I., (2013) What is the relationship between level of infection and 567 'sickness behaviour' in cattle? Applied Animal Behaviour Science | Journal . 147, 1-10.

Taylor Ma, Coop RL, Wall Richard L., (2015) Veterinary parasitplogy*. 4° ed.* Wiley-Blackwell*.* 313-349.

Taylor MA, Coop RL, Wall RL (2016) Veterinary parasitology. Wiley Blackwell, Chichester

Toledo M. (2015) Residuos de maíz y quinua como potenciales sustratos para el cultivo de *Pleurotus ostreatus*. tesis de grado. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Tomczuk K, Grzybek M, Szczepaniak K, Studzińska M, DemkowskaKutrzepa M, Roczeń-Karczmarz M, Klockiewicz M (2015) Parasitol Resanalysis of intrinsic and extrinsic factors influencing the dynamics of bovine *Eimeria* spp. from central-eastern Poland. Veterinary Parasitology 214:22–28

Torres–Acosta JFJ, Dzul–Canche U, Aguilar–Caballero AJ, Rodríguez–Vivas RI. (2003) Prevalence of benzimidazole resistant nematodes in sheep flocks in Yucatan, Mexico. Veterinary Parasitology;(114):33–42

Torres-Fajardo R.A., González-Pech P.G, Ventura-Cordero J., Ortíz-Ocampo G.I., Sandoval-Castro C.A., Torres-Acosta J.F.J., (2018) Feed resource selection of Criollo goats is the result of an interaction between plant resources, condensed tannins and Haemonchus contortus infection, Applied Animal Behaviour Science, Volume 208, Pages 49-55.

Torres, J. F.; Cámara, R.; Pérez, M.; Soto, N.; Chan-Pérez, J. I. & Aguilar, A. J. (2011) Parásitos resistentes a los desparasitantes en los rebaños ovinos: ¿Cómo podemos controlarlos ahora? En: Memorias XVI Congreso Nacional de Producción ovina y VIII Seminario Internacional de Producción de Ovinos en el Trópico. Villahermosa, México.

Torres-Acosta J.F., Mendoza-de-Gives P., Aguilar-Caballero A. J., Cuéllar-Ordaz J.A., (2012) "Resistencia antihelmíntica en granjas ovinas: actualización de la

situación en el continente americano", Parasitología Veterinaria, vol. 189, nº 1, pp. 89-96.

Urquhart, G.; Armour, J.; Duncan, J. Dunn, A.; Jennings, F. (2001) Veterinary parasitology. 2da Ed. Blackwell Science. Reino Unido. 307p.

Villalba, J.J., Miller, J., Hall, J.O., Clemensen, A.K., Stott, R., Snyder, D., Provenza, F.D., (2013) Preference for tanniferous (Onobrychis viciifolia) and non-tanniferous (Astragalus cicer) forage plants by sheep in response to challenge infection with *Haemonchus contortus*. Small Rumin. Res. 112, 199–207.

Ventura-Cordero, J, González-Pech, PG, Jaimez-Rodriguez, PR, Ortíz- Ocampo, GI, Sandoval-Castro, CA and Torres-Acosta, JFJ (2017) Gastrointestinal nematode infection does not affect selection of tropical foliage by goats in a cafeteria trial. Tropical Animal Health and Production 49, 97–104.

Ventura-Cordero J., González-Pech P.G., Jaimez-Rodriguez P.R., Ortiz-Ocampo G.I., Sandoval-Castro C.A., Torres-Acosta J.F.J., (2018) Feed resource selection of Criollo goats artificially infected with *Haemonchus contortus*: nutritional wisdom and prophylactic self-medication, Animal, Volume 12, Issue 6.

Waller, P.J., Thamsborg, S.M., (2004) Nematode control in “green” ruminant production systems. Trends Parasitology. 20, 493–497.

Zapata, SR., Velásquez, VR., Herrera. OLV., Ríos, OL., Polanco, EDN., (2016) prevalencia de nematodos gastrointestinales en sistemas de producción Ovina y Caprina bajo Confinamiento, Semiconfinamiento y Pastoreo en municipios de Antioquia, Colombi. Revista investigaciones veterinario Perú, 27 (2): 344-354.

Zaralenga DS, Hoberg EP,Tuo W, (2016) The identification of *Haemonchus* species and dignosis of haemonchosis. Adv. Parasitol. 93:145-180.

Apéndices

Los resultados de la inhibición de la eclosión de huevos de *H. contortus* utilizando los extractos hidroalcohólicos del SDH de *P. djamor* para los tratamientos evaluados a las 48 h se muestran en las Cuadros 1 al 10.

CUADRO 1. Porcentajes de inhibición de la eclosión de huevos de *H. contortus* por efectos de diferentes concentraciones de extractos hidroalcohólicos de SDH (Tratamiento 1).

Tratamiento	**Concentración (µg/mL)**	**Inhibición (%) ± desviación estándar**
PBS	5000	8.97 ± 4.57^{ab}
Extracto SDH	312.5	6.31 ± 4.^{a}
	625	8.20± 4.57^{ab}
	1250	16.58 ± 4.57^{ab}
	2500	19.29 ± 4.57^{b}
	5000	37.85 ± 4.57^{c}
Tiabendazol	5000	100 ± 4.57^{d}

P ≤ 0.05; letras iguales en la misma columna indican que los valores no difieren estadísticamente, según la prueba de comparación de medias. n=7 (siete pozos).

CUADRO 2.- Porcentajes de inhibición de la eclosión de huevos de *H. contortus* por efectos de diferentes concentraciones de extractos hidroalcohólicos de SDH (Tratamiento 2).

Tratamiento	Concentración (µg/mL)	Inhibición (%) ± desviación estándar
PBS	5000	13.32 ± 3.25[a]
Extracto SDH	312.5	29.21 ± 3.25[b]
	625	38.83 ± 3.25[c]
	1250	81.58 ± 3.25[d]
	2500	96.46 ± 3.25[e]
	5000	94.27 ± 3.25[e]
Tiabendazol	5000	100 ± 3.25[e]

P ≤ 0.05; letras iguales en la misma columna indican que los valores no difieren estadísticamente, según la prueba de comparación de medias. n=7 (siete pozos).

CUADRO 3.- Porcentajes de inhibición de la eclosión de huevos de *H. contortus* por efectos de diferentes concentraciones extractos hidroalcohólicos de SDH (Tratamiento 3).

Tratamiento	Concentración (µg/mL)	Inhibición (%) ± desviación estándar
PBS	5000	10.57 ± 6.52[a]
Extracto SDH	312.5	41.34 ± 6.52[c]
	625	12.28 ± 6.52[a]
	1250	16.53 ± 6.52[ab]
	2500	35.26 ± 6.52[bc]
	5000	0 ± 6.52[a]
Tiabendazol	5000	100 ± 6.52[d]

P ≤ 0.05; letras iguales en la misma columna indican que los valores no difieren estadísticamente, según la prueba de comparación de medias. n=7 (siete pozos).

CUADRO 4.- Porcentajes de inhibición de la eclosión de huevos de *H. contortus* por efectos de diferentes concentraciones extractos hidroalcohólicos de SDH (Tratamiento 4).

Tratamiento	Concentración (µg/mL)	Inhibición (%) ± desviación estándar
PBS	5000	11.51 ± 2.61[a]
Extracto SDH	312.5	10.79 ± 2.61[a]
	625	8.96 ± 2.61[a]
	1250	10.83 ± 2.61[a]
	2500	23.58 ± 2.61[b]
	5000	100 ± 2.61[c]
Tiabendazol	5000	100 ± 2.61[c]

P ≤ 0.05; letras iguales en la misma columna indican que los valores no difieren estadísticamente, según la prueba de comparación de medias. n=7 (siete pozos).

CUADRO 5.- Porcentajes de inhibición de la eclosión de huevos de *H. contortus* por efectos de diferentes concentraciones extractos hidroalcohólicos de SDH (Tratamiento 5).

Tratamiento	Concentración (µg/mL)	Inhibición (%) ± desviación estándar
PBS	5000	12.72 ± 2.41[a]
Extracto SDH	312.5	12.74 ± 2.41[a]
	625	19.18 ± 2.41[a]
	1250	27.35 ± 2.41[b]
	2500	44.78 ± 2.41[c]
	5000	80.76 ± 3.41[d]
Tiabendazol	5000	100 ± 2.41[e]

P ≤ 0.05; letras iguales en la misma columna indican que los valores no difieren estadísticamente, según la prueba de comparación de medias. n=7 (siete pozos).

CUADRO 6.- Porcentajes de inhibición de la eclosión de huevos de *H. contortus* por efectos de diferentes concentraciones extractos hidroalcohólicos de SDH (Tratamiento 6).

Tratamiento	Concentración (µg/mL)	Inhibición (%) ± desviación estándar
PBS	5000	12.46 ± 3.60[a]
Extracto SDH	312.5	10.94 ± 3.60[a]
	625	13.57 ± 3.60[a]
	1250	27.18 ± 3.60[b]
	2500	44.24 ± 3.60[c]
	5000	88.72 ± 3.60[d]
Tiabendazol	5000	100 ± 3.60[e]

P ≤ 0.05; letras iguales en la misma columna indican que los valores no difieren estadísticamente, según la prueba de comparación de medias. n=7 (siete pozos).

CUADRO 7.- Porcentajes de inhibición de la eclosión de huevos de *H. contortus* por efectos de diferentes concentraciones extractos hidroalcohólicos de SDH (Tratamiento 7).

Tratamiento	Concentración (µg/mL)	Inhibición (%) ± desviación estándar
PBS	5000	11.85 ± 2.59[a]
Extracto SDH	312.5	12.53 ± 2.59[a]
	625	12.14 ± 2.59[a]
	1250	14.4 ± 2.59[a]
	2500	14.39 ± 2.59[a]
	5000	27.67 ± 2.59[b]
Tiabendazol	5000	100 ± 2.59[c]

P ≤ 0.05; letras iguales en la misma columna indican que los valores no difieren estadísticamente, según la prueba de comparación de medias. n=7 (siete pozos).

CUADRO 8.- Porcentajes de inhibición de la eclosión de huevos de *H. contortus* por efectos de diferentes concentraciones extractos hidroalcohólicos de SDH (Tratamiento 8).

Tratamiento	Concentración (µg/mL)	Inhibición (%) ± desviación estándar
PBS	5000	14.57 ± 3.05[a]
Extracto SDH	312.5	10.64 ± 3.05[a]
	625	12.48 ± 3.05[a]
	1250	16.72 ± 3.05[a]
	2500	16.78 ± 3.05[a]
	5000	59.88 ± 3.05[b]
Tiabendazol	5000	100 ± 3.05[c]

P ≤ 0.05; letras iguales en la misma columna indican que los valores no difieren estadísticamente, según la prueba de comparación de medias. n=7 (siete pozos).

CUADRO 9.- Porcentajes de inhibición de la eclosión de huevos de *H. contortus* por efectos de diferentes concentraciones extractos hidroalcohólicos de SDH (Tratamiento 9).

Tratamiento	Concentración (µg/mL)	Inhibición (%) ± desviación estándar
PBS	5000	10.84 ± 2.01[a]
Extracto SDH	312.5	11.81 ± 2.01[a]
	625	9.8 ± 2.01[a]
	1250	8.74 ± 2.01[a]
	2500	9.89 ± 2.01[a]
	5000	86.85 ± 2.01[b]
Tiabendazol	5000	100± 2.01[c]

P ≤ 0.05; letras iguales en la misma columna indican que los valores no difieren estadísticamente, según la prueba de comparación de medias. n=7 (siete pozos).

CUADRO 10.- Porcentajes de inhibición de la eclosión de huevos de *H. contortus* por efectos de diferentes concentraciones extractos hidroalcohólicos de SDH (Tratamiento 10).

Tratamiento	Concentración (µg/mL)	Inhibición (%) ± desviación estándar
PBS	5000	14.08 ± 3.60[ab]
Extracto SDH	312.5	10.04 ± 3.60[a]
	625	9.81 ± 3.60[a]
	1250	24.32 ± 3.60[b]
	2500	23 ± 3.60[b]
	5000	71.3 ± 3.60[c]
Tiabendazol	5000	100 ± 3.60[d]

P ≤ 0.05; letras iguales en la misma columna indican que los valores no difieren estadísticamente, según la prueba de comparación de medias. n=7 (siete pozos).

Los resultados de la mortalidad de L_3 de *H. contortus* utilizando los extractos hidroalcohólicos del SDH de *P. djamor* para los tratamientos evaluados a las 72 h se muestran en las Cuadros 11 al 20.

CUADRO 11.- Porcentajes de mortalidad de L_3 de *H. contortus* por efectos de diferentes concentraciones extractos hidroalcohólicos de SDH (Tratamiento 1).

Tratamiento	Concentración (µg/mL)	Inhibición (%) ± desviación estándar
PBS	5000	0 ± 0.15^{a}
Extracto SDH	312.5	0 ± 0.15^{a}
	625	0 ± 0.15^{a}
	1250	0 ± 0.15^{a}
	2500	0.71 ± 0.15^{b}
	5000	0 ± 0.15^{a}
Levamisol	60 000	100 ± 0.15^{c}

$P \leq 0.05$; letras iguales en la misma columna indican que los valores no difieren estadísticamente, según la prueba de comparación de medias. n=7 (siete pozos).

CUADRO 12.- Porcentajes de mortalidad de L_3 de *H. contortus* por efectos de diferentes concentraciones extractos hidroalcohólicos de SDH (Tratamiento 2).

Tratamiento	Concentración (µg/mL)	Inhibición (%) ± desviación estándar
PBS	5000	0 ± 0.53[a]
Extracto SDH	312.5	0 ± 0.53[a]
	625	0 ± 0.53[a]
	1250	0.29 ± 0.53[a]
	2500	3.59 ± 0.53[b]
	5000	2.19 ± 0.53[b]
Levamisol	60 000	100 ± 0.53[c]

P ≤ 0.05; letras iguales en la misma columna indican que los valores no difieren estadísticamente, según la prueba de comparación de medias. n=7 (siete pozos).

CUADRO 13.- Porcentajes de mortalidad de L_3 de *H. contortus* por efectos de diferentes concentraciones extractos hidroalcohólicos de SDH (Tratamiento 3).

Tratamiento	Concentración (µg/mL)	Inhibición (%) ± desviación estándar
PBS	5000	0 ± 0.33[a]
Extracto SDH	312.5	0 ± 0.33[a]
	625	0 ± 0.33[a]
	1250	0 ± 0.33[a]
	2500	0.59 ± 0.33[a]
	5000	0.85 ± 0.33[a]
Levamisol	60 000	100 ± 0.33[b]

P ≤ 0.05; letras iguales en la misma columna indican que los valores no difieren estadísticamente, según la prueba de comparación de medias. n=7 (siete pozos).

CUADRO 14.- Porcentajes de mortalidad de L_3 de *H. contortus* por efectos de diferentes concentraciones extractos hidroalcohólicos de SDH (Tratamiento 4).

Tratamiento	Concentración (µg/mL)	Inhibición (%) ± desviación estándar
PBS	5000	0 ± 0.18^{a}
Extracto SDH	312.5	0 ± 0.18^{a}
	625	0 ± 0.18^{a}
	1250	0.38 ± 0.18^{ab}
	2500	0.66 ± 0.18^{bc}
	5000	1.03 ± 0.18^{c}
Levamisol	60 000	100 ± 0.18^{d}

P ≤ 0.05; letras iguales en la misma columna indican que los valores no difieren estadísticamente, según la prueba de comparación de medias. n=7 (siete pozos).

CUADRO 15.- Porcentajes de mortalidad de L_3 de *H. contortus* por efectos de diferentes concentraciones extractos hidroalcohólicos de SDH (Tratamiento 5).

Tratamiento	Concentración (µg/mL)	Inhibición (%) ± desviación estándar
PBS	5000	1.42 ± 1.78^{a}
Extracto SDH	312.5	2.24 ± 1.78^{a}
	625	13.92 ± 1.78^{b}
	1250	15.98 ± 1.78^{bc}
	2500	20.33 ± 1.78^{cd}
	5000	23.49 ± 1.78^{d}
Levamisol	60 000	100 ± 1.78^{e}

P ≤ 0.05; letras iguales en la misma columna indican que los valores no difieren estadísticamente, según la prueba de comparación de medias. n=7 (siete pozos).

CUADRO 16.- Porcentajes de mortalidad de L_3 de *H. contortus* por efectos de diferentes concentraciones extractos hidroalcohólicos de SDH (Tratamiento 6).

Tratamiento	Concentración (µg/mL)	Inhibición (%) ± desviación estándar
PBS	5000	1.42 ± 2.80[a]
Extracto SDH	312.5	9.22 ± 2.80[b]
	625	2.58 ± 2.80[ab]
	1250	4.33 ± 2.80[ab]
	2500	6.52 ± 2.80[ab]
	5000	4.13 ± 2.80[ab]
Levamisol	60 000	100 ± 2.80[c]

P ≤ 0.05; letras iguales en la misma columna indican que los valores no difieren estadísticamente, según la prueba de comparación de medias. n=7 (siete pozos).

CUADRO 17.- Porcentajes de mortalidad de L_3 de *H. contortus* por efectos de diferentes concentraciones extractos hidroalcohólicos de SDH (Tratamiento 7).

Tratamiento	Concentración (µg/mL)	Inhibición (%) ± desviación estándar
PBS	5000	0 ± 0.37[a]
Extracto SDH	312.5	0.20 ± 0.37[a]
	625	0 ± 0.37[a]
	1250	0.72 ± 0.37[ab]
	2500	1.08 ± 0.37[ab]
	5000	1.81 ± 0.37[b]
Levamisol	60 000	100 ± 0.37[c]

P ≤ 0.05; letras iguales en la misma columna indican que los valores no difieren estadísticamente, según la prueba de comparación de medias. n=7 (siete pozos).

CUADRO 18.- Porcentajes de mortalidad de L_3 de *H. contortus* por efectos de diferentes concentraciones extractos hidroalcohólicos de SDH (Tratamiento 8).

Tratamiento	Concentración (µg/mL)	Inhibición (%) ± desviación estándar
PBS	5000	0 ± 1.41^{a}
Extracto SDH	312.5	1.79 ± 1.41^{ab}
	625	7.49 ± 1.41^{cd}
	1250	4.69 ± 1.41^{bc}
	2500	5.16 ± 1.41^{bc}
	5000	11.30 ± 1.41^{d}
Levamisol	60 000	100 ± 1.41^{e}

P ≤ 0.05; letras iguales en la misma columna indican que los valores no difieren estadísticamente, según la prueba de comparación de medias. n=7 (siete pozos).

CUADRO 19.- Porcentajes de mortalidad de L_3 de *H. contortus* por efectos de diferentes concentraciones extractos hidroalcohólicos de SDH (Tratamiento 9).

Tratamiento	Concentración (µg/mL)	Inhibición (%) ± desviación estándar
PBS	5000	1.42 ± 0.99^{a}
Extracto SDH	312.5	0.45 ± 0.99^{a}
	625	5.68 ± 0.99^{b}
	1250	4.76 ± 0.99^{b}
	2500	3.45 ± 0.99^{b}
	5000	5.74 ± 0.99^{b}
Levamisol	60 000	100 ± 0.99^{c}

P ≤ 0.05; letras iguales en la misma columna indican que los valores no difieren estadísticamente, según la prueba de comparación de medias. n=7 (siete pozos).

CUADRO 20.- Porcentajes de mortalidad de L_3 de *H. contortus* por efectos de diferentes concentraciones extractos hidroalcohólicos de SDH (Tratamiento 10).

Tratamiento	Concentración (µg/mL)	Inhibición (%) ± desviación estándar
PBS	5000	0.79 ± 0.84[a]
Extracto SDH	312.5	1.02 ± 0.84[a]
	625	2.03 ± 0.84[a]
	1250	2.19 ± 0.84[a]
	2500	3.16 ± 0.84[a]
	5000	1.58 ± 0.84[a]
Levamisol	60 000	100 ± 0.84[b]

P ≤ 0.05; letras iguales en la misma columna indican que los valores no difieren estadísticamente, según la prueba de comparación de medias n=7 (siete pozos)

Cuernavaca, Morelos, 30 de agosto de 2021.

Asunto: Voto Aprobación de Tesis.

MTRO. JESÚS EDUARDO LICEA RESÉNDIZ
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS.
P R E S E N T E.

Por medio del presente informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis titulado: **"EFECTO NEMATICIDA DE EXTRACTOS DEL SUSTRATO DEGRADADO (SDH) DE *Pleurotus djamor in vitro* Y COMPORTAMIENTO DE OVINOS CON INFECCIONES NATURALES DE PARÁSITOS GASTROINTESTINALES."** que presenta el: **I. P. A. JAIME CRISTÓBAL HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ,** mismo que fue desarrollado bajo mi Co-dirección con la **DRA. LILIANA AGUILAR MARCELINO** y que servirá como requisito parcial para obtener el grado de **Maestro en Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural**, lo encuentro satisfactorio, por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que el alumno continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento y agradeciendo de antemano su valiosa colaboración, quedo de usted.

Atentamente
Por una humanidad culta

DR. FERNANDO IVÁN FLORES PÉREZ
Comité Evaluador

C.i.p. Archivo

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

FERNANDO IVAN FLORES PEREZ | Fecha:2021-10-15 10:26:40 | Firmante

CeuVdl2XJtG37SokfHNo1k4zQXKHIGJkw/jyBqSz895+KlrTNy0MtdEw3Bmlk9HKxQvd/8H4PyYGY/2MsKbWQFEeiwyxXXC1zJMbWZaIXVEmkBR5CkkcLlVnG5AcHfqbQbsDKzrqJvhK8GGytaFZz+duQ6JCZX7QBptebu8bhJsuQfAbAtif+HWv71JuNcdb1BgGoDGssN0GNPZ1+jLDswCSzdCfzaLKxmGRx6bpxeXGmS8OO1Cf2t/cfzj1ZOJkOlNl7f4L6ozQGP5veebv/OqGvRaDKhOn9/6Y11dfNMFunnkh5o2M/54mR98F7Kry0puJkq4AUZoVf1hur6N2sQ==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:

z7OjSKfcq

https://efirma.uaem.mx/noRepudio/OyEO0lmlfMTj2ggB2MRF8GE9xhqMz0dX

Cuernavaca, Morelos, 30 de agosto de 2021.

Asunto: Voto Aprobación de Tesis.

MTRO. JESÚS EDUARDO LICEA RESÉNDIZ
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS.
P R E S E N T E.

Por medio del presente informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis titulado: **"EFECTO NEMATICIDA DE EXTRACTOS DEL SUSTRATO DEGRADADO (SDH) DE *Pleurotus djamor in vitro* Y COMPORTAMIENTO DE OVINOS CON INFECCIONES NATURALES DE PARÁSITOS GASTROINTESTINALES."** que presenta el: **I. P. A. JAIME CRISTÓBAL HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ,** mismo que fue desarrollado bajo la Co-dirección del **DR. FERNANDO IVÁN FLORES PÉREZ** y la **DRA. LILIANA AGUILAR MARCELINO** y que servirá como requisito parcial para obtener el grado de **Maestro en Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural**, lo encuentro satisfactorio, por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que el alumno continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento y agradeciendo de antemano su valiosa colaboración, quedo de usted.

Atentamente
Por una humanidad culta

DR. VIRGINIO AGUIRRE FLORES
Comité Evaluador

C.i.p. Archivo

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

VIRGINIO AGUIRRE FLORES | Fecha:2021-10-15 12:52:50 | Firmante

b9oGF5rtPLqLhZ30P8XdTUyJBe5cW805FA60P/wSTe7pBjim1Gkwb/rahRj9vCoHsu0xit5CXQaFudkjmWJEFtMjKAaZHVGyZ7NglsFvdW59wcYgkouDq9J5yax2gndkxa4+N1dIR
MnCIxhhYpt+lzO7839wXzasfrnRH3vRHNZei2a1fRUBlT2/ZIQRcCQVsFvl6d7r1ad3yx+Cj23xVOooQHV1rRmr5ii7V938OlSq6kDaVc8B48mk/qzHDTyLIjhA50jigVdCvofm5yIoji9/5z
bU29qN0k1pptKG/EJcf/TCRfcst8SFnYM2oHjKHy/n4V77TfOxfzIlM8iVtw==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:

2cu7HN60I

https://efirma.uaem.mx/noRepudio/lYQvZUYBe1MGSEYFhtgTXxfP34Bxd2cw

Cuernavaca, Morelos, 30 de agosto de 2021.

Asunto: Voto Aprobación de Tesis.

MTRO. JESÚS EDUARDO LICEA RESÉNDIZ
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS.
P R E S E N T E.

Por medio del presente informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis titulado: **"EFECTO NEMATICIDA DE EXTRACTOS DEL SUSTRATO DEGRADADO (SDH) DE *Pleurotus djamor in vitro* Y COMPORTAMIENTO DE OVINOS CON INFECCIONES NATURALES DE PARÁSITOS GASTROINTESTINALES."** que presenta el: **I. P. A. JAIME CRISTÓBAL HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ,** mismo que fue desarrollado bajo la Co-dirección del **DR. FERNANDO IVÁN FLORES PÉREZ** y la **DRA. LILIANA AGUILAR MARCELINO** y que servirá como requisito parcial para obtener el grado de **Maestro en Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural**, lo encuentro satisfactorio, por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que el alumno continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento y agradeciendo de antemano su valiosa colaboración, quedo de usted.

Atentamente
Por una humanidad culta

DRA. CLAUDIA HALLAL CALLEROS
Comité Evaluador

C.i.p. Archivo

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

CLAUDIA HALLAL CALLEROS | Fecha:2021-10-16 07:45:24 | Firmante

GnO8vhZu3yAZnRjToIUmf0rfac+HkNeJB1MWejFzEHHe+pmAGv4mPNJolTZyYDbGYyhDMKQRNlIIpspn+/g+GmykUA5YmkRRQkwP3+pncAxYCv1Qle+ZlgGOxFwJO0AvA9iS/+QIxJ0tfssxDEabDYZAhWNynZb58K2IDdMY6s8inrOGNxPuEa36zIKQQoaqdQ0CE+weeTAhHi4IJNhe32xv0x06hBUFNjWo5pstJa+AoAsdSNLDudUYb2CH+kORVPJoFWyOGEPShJpfi5rFjHAV8hZtMf3qr7n1VhywgZeJoPnKB72QpAtEP9eMFe6dWhAxaTo/6N0Sb11jWMrx2w==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:

lQzVrTxwJ

https://efirma.uaem.mx/noRepudio/81O0gsW0dF758rUog9SpOymyXZdCnQgI

Cuernavaca, Morelos, 30 de agosto de 2021.

Asunto: Voto Aprobación de Tesis.

MTRO. JESÚS EDUARDO LICEA RESÉNDIZ
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS.
P R E S E N T E.

Por medio del presente informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis titulado: **"EFECTO NEMATICIDA DE EXTRACTOS DEL SUSTRATO DEGRADADO (SDH) DE *Pleurotus djamor in vitro* Y COMPORTAMIENTO DE OVINOS CON INFECCIONES NATURALES DE PARÁSITOS GASTROINTESTINALES."** que presenta el: **I. P. A. JAIME CRISTÓBAL HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ,** mismo que fue desarrollado bajo la Co-dirección del **DR. FERNANDO IVÁN FLORES PÉREZ** y la **DRA. LILIANA AGUILAR MARCELINO** y que servirá como requisito parcial para obtener el grado de **Maestro en Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural**, lo encuentro satisfactorio, por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que el alumno continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento y agradeciendo de antemano su valiosa colaboración, quedo de usted.

Atentamente
Por una humanidad culta

DR. JOSÉ AGUSTÍN ORIHUELA TRUJILLO
Comité Evaluador

C.i.p. Archivo

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

JOSE AGUSTIN ORIHUELA TRUJILLO | Fecha:2021-10-15 17:18:59 | Firmante

EN97b131lb8oxCk4Kh5F8EFEbqe1xzLRWJjXtqCUBiVZW07ZizLV4Ym/A1v+p2jLH/8KJOSGYJPh57QgoR1KJqwFqXCfcpG5nueYMAfLbhJIpy+M3mPv1HQdJXz7dK3GDbyet7X
D1Pl2IgJSxx4HokAalXmvBA9GXNRZC7H1ZPQBHgjgmAFp4AzHtsrfoIDEQqE3A0FVQD7SUJFHbhuvhdXLw+N2Fjog/RrcGGqeTflVsdc8DOF9B1WQXPuaralbXuLux5vVzS1C0i
R8mPUL3tNsMBMg/2rjFYCJ/VxBK+vlyqOclE8Hi/MAgY4HV2eSrwxlm4hayTbfagXGhBPgFg==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:

csExWvYzI

https://efirma.uaem.mx/noRepudio/7I7aUVuQv4Uk6Vc1QN2LnrInFd1J1nOh

Cuernavaca, Morelos, 30 de agosto de 2021.

Asunto: Voto Aprobación de Tesis.

MTRO. JESÚS EDUARDO LICEA RESÉNDIZ
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS.
P R E S E N T E.

Por medio del presente informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis titulado: **"EFECTO NEMATICIDA DE EXTRACTOS DEL SUSTRATO DEGRADADO (SDH) DE *Pleurotus djamor in vitro* Y COMPORTAMIENTO DE OVINOS CON INFECCIONES NATURALES DE PARÁSITOS GASTROINTESTINALES."** que presenta el: **I. P. A. JAIME CRISTÓBAL HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ,** mismo que fue desarrollado bajo la Co-dirección del **DR. FERNANDO IVÁN FLORES PÉREZ** y la **DRA. LILIANA AGUILAR MARCELINO** y que servirá como requisito parcial para obtener el grado de **Maestro en Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural**, lo encuentro satisfactorio, por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que el alumno continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento y agradeciendo de antemano su valiosa colaboración, quedo de usted.

Atentamente
Por una humanidad culta

DR. PEDRO GERALDO GONZÁLEZ PECH
Comité Evaluador

C.i.p. Archivo

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

PEDRO GERALDO GONZÁLEZ PECH | Fecha:2021-10-15 13:00:52 | Firmante

NsSpYVBmj228YI01TPMB5Nx/wWXYuVBqmhIOvWGBSWiQGPdfgV9zw7TR9V0IIPs2XWYQfHw3gOpSjBTvd1hpg+yxIvlEC4muxzjtoaya8+QIa6VwFo6LZ44IjQ+fHxGVFjxWmhctJsghhXRXZzND1WeLFJOQ9Ap8h+FKpfZG7I1nCU2pFrmCOYtaRGwWeWvZnTZtDgRbMvNY8jqV8arBE7YXRlsZV5nVplnBJtB22gxHB8ARQv99tCF2Z7pcImBoTUP3DxTMfeDur2KoNnhKh0zJlzK7itgmPDq7FjRFhu3cijuvXyEfqMvU1dbcT1BZ0nJl5xaAhFnxUHBIUSeJeg==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:

leug4GJFp

https://efirma.uaem.mx/noRepudio/JGlaOgnHUgFolGwIPTFHu5RQzxmQpc1c