



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.

Maestría y Doctorado en Ciencias de la Producción y de la Salud Animal.

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública.

Epidemiología Veterinaria.

**ANÁLISIS DE FRECUENCIA DE ALGUNAS PARASITOSIS EN CONEJOS DE
ENGORDE EN UNIDADES DE PRODUCCIÓN DE TIPO FAMILIAR
DE LA REGIÓN SUR-ORIENTE DEL ESTADO DE MÉXICO.**

TESIS.

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE: MAESTRO EN CIENCIAS.

PRESENTA.

Obed Salaan Ladrón de Guevara Aguilar.

Tutor Principal.

Dr. Juan José Pérez Rivero Cruz y Celis.
FMVZ UNAM.

Comité Tutorial.

Dr. Mario Pérez Martínez.
FMVZ UNAM.

Dr. Fernando Iván Flores Pérez.
Maestría y Doctorado en Ciencias de la Producción y de la Salud Animal

México D.F. a 23 de Enero del 2015.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS.

Mis más sinceros agradecimientos al Posgrado de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, por darme la oportunidad de realizar mis estudios dentro del Programa de Maestría en Ciencias de la Producción y de la Salud Animal.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (**CONACYT**), por la Beca de Posgrado que me fue proporcionada, la cual me permitió realizar los estudios de Maestría en Ciencias.

También quiero dar las gracias a la Coordinación de Estudios de Posgrado (**CEP**), por el apoyo que me fue otorgado por medio del Programa de Apoyo a los Estudios de Posgrado (**PAEP**).

Especial reconocimiento merece el interés mostrado por mi trabajo y las sugerencias recibidas del Dr. Juan José Pérez Rivero Cruz y Celis, quien sin su asesoría, paciencia y confianza depositadas en mí, el presente trabajo no hubiese sido posible.

Quisiera hacer extensiva mi gratitud al comité tutorial conformado por el Dr. Mario Pérez Martínez y el Dr. Fernando Ívan Flores Pérez por las aportaciones, sugerencias y asesorías proporcionadas para la realización del presente documento.

Por último pero no menos importante, a la Dra. Evangelina Romero Callejas y a su equipo de investigación del laboratorio de Diagnóstico Parasitológico de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM, por las instrucciones y recursos proporcionados para el análisis de muestras.

A todos ellos, muchas gracias.

Índice.	Página.
1. INTRODUCCIÓN.	1
2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE ALGUNAS ENFERMEDADES PARASITARIAS GASTROINTESTINALES FRECUENTES EN LOS CONEJOS.	2
2.1. Coccidiosis.	4
2.1.1. Patogenia de la coccidiosis.	5
2.2. Nematodos.	7
2.2.1. <i>Strongyloides papillosus</i> .	8
2.2.2. Epidemiología de <i>Strongyloides papillosus</i> .	10
2.2.3. Patogenia de <i>Strongyloides papillosus</i> .	11
2.2.4. Control de <i>Strongyloides papillosus</i> .	11
2.3. Oxiuriasis.	12
2.3.1. Ciclo biológico de <i>P. ambiguus</i> .	13
2.3.2. Patogenia <i>P. ambiguus</i> .	13
2.3.3. Diagnóstico <i>P. ambiguus</i> .	13
2.3.4. Control <i>P. ambiguus</i> .	14
2.4. Resistencia a endoparásitos debida a la edad del huésped.	14
2.5. Diagnóstico parasitológico.	15
2.6. Examen coproparasitoscópico.	15
2.7. Cuantificación de Ooquistes y huevos.	16
2.8. Técnica coproparasitoscópica de flotación.	16
2.9. Técnica microscópica cuantitativa de McMaster.	17
3. OBJETIVO GENERAL.	18
3.1. Objetivos Específicos.	18
4. HIPÓTESIS.	18
5. MATERIAL Y MÉTODOS.	19
5.1. Lugar de Estudio.	19
5.2. Animales y tipo de granjas.	21
5.3. Tamaño de muestra.	23
5.4. Obtención de muestras para su estudio.	24
5.5. Metodología de la Técnica de Flotación.	24
5.6. Metodología de la Técnica de McMaster.	26
5.7. Análisis Morfométrico de los ooquistes.	28
6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.	29

7. RESULTADOS.	30
7.1. Frecuencia de los diferentes endoparásitos	30
7.2. Carga de ooquistes por gramo de heces.	33
7.3 Morfometría de ooquistes de <i>Eimeria</i> .	34
8. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.	38
8.1 Conclusión.	43
REFERENCIAS.	44
ANEXOS.	49

Resumen.

La cunicultura en México es una actividad que ha evolucionado en los últimos años; sin embargo, existen enfermedades parasitarias que pueden generar pérdidas económicas para los productores, sin dejar de mencionar la poca información que existe respecto a estos problemas. Se examinaron 1 399 muestras de heces de conejos domésticos (*Oryctolagus cuniculus*), provenientes del sur-oriente del Estado de México, en específico de tres granjas de los municipios de Amecameca, Cocotitlan y Temamatla, una granja por cada municipio. El estudio se hizo durante las cuatro estaciones del año correspondiente al 2013. Para determinar la frecuencia de conejos infectados con endoparásitos y las cargas parasitarias, se analizaron las muestras por medio de las técnicas de flotación y de McMaster. La frecuencia global fue de 40.1% de conejos parasitados en todo el año por distintos tipos de endoparásitos, de los cuales los más frecuentes fueron los pertenecientes al género *Eimeria* con una frecuencia global de 48%, seguida por 11% de frecuencia de *Strongyloides* y por último 10% de conejos parasitados por huevos de la familia oxyuridae. Los resultados del presente estudio indican que los animales diagnosticados presentaban infecciones mixtas. Respecto a la época del año, la frecuencia de parasitosis más alta se encontró en la época de invierno con 89% en el municipio de Amecameca, los parásitos encontrados pertenecen al género *Eimeria*, ocurriendo en la época de primavera la menor frecuencia de parásitos con el 17%, en donde además de ooquistes se diagnosticó huevos de *Strongyloides*. Por lo cual, se recomienda continuar con la vigilancia epidemiológica para poder establecer programas de prevención y control adecuados.

Palabras Clave: *Eimeria*, conejos (*Oryctolagus cuniculus*), parásito.

Abstract.

Rabbit production in Mexico is an activity that has evolved in recent years, but there are parasitic diseases that can cause economic losses for producers, not to mention the little information that exists on these issues. 1 399 stool samples of domestic rabbits (*Oryctolagus cuniculus*), from the south-east of the Estado de México, specifically three farms from each in the municipalities of Amecameca, Cocotitlan and Temamatla. The study was done during the four seasons of the year corresponding to 2013 to determine the rate of infection with endoparasites and parasitic in rabbits, samples; were analyzed by flotation and McMaster techniques. The overall rate was 40.1% of parasitized rabbits throughout the year for different types of endoparasites, of which the most frequent were those belonging to the genus *Eimeria* with an overall rate of 48%, followed by 11% of *Strongyloides* and finally 10% of parasitized rabbits with eggs of oxyuridae family worms. The results of this study indicate that animals diagnosed had mixed infections; regard season of the year, the higher frequency of parasitism was detected in the winter time with 89% in the municipalitie of Amecameca, the parasites found were *Eimeria* oocyst, being in the spring time the lower frequency of parasites, was found in 17%, where in addition to eggs *Strongyloides*, also oocysts were found. Therefore, it is recommended to continue the surveillance program to establish appropriate prevention and control.

Keywords: *Eimeria*, rabbits (*Oryctolagus cuniculus*), parasite.

1. INTRODUCCIÓN.

La cunicultura es una industria creciente en México (Pérez-Martínez y Betancourt, 2010). Ha tenido una evolución particularmente rápida durante los últimos años y desafortunadamente, afronta varios problemas que evitan su buen desarrollo (Berdeja, 1994). Las enfermedades parasitarias en las granjas cunícolas ocupan un lugar importante como causa de pérdidas económicas. En el caso de las parasitosis, la mayoría de ellas presentan cuadros de tipo crónico en donde los parásitos causan daños que en muchas ocasiones pasan desapercibidos tales como retardo en el crecimiento o baja ganancia de peso (Olivares *et al.*, 2001). Muchos problemas actuales acerca de las enfermedades pueden ser resueltos mediante el estudio de las poblaciones animales tomando como referencia la historia natural de las enfermedades, su impacto y distribución en las diferentes poblaciones (Thrusfield, 2005).

La cunicultura en México es una actividad para la que hasta el momento no existe información nacional suficiente que permita determinar su importancia económica y social. La producción cunícola se desarrolla en la actualidad en tres sistemas, según la Asociación Nacional de Cunicultores (2013). Existen tres tipos de producción de conejo en el país, el primero es el denominado sistema familiar o de traspatio en el cual se encuentra el 80 % de la población animal. El número de animales por unidad de producción oscila entre los 10 y 20 reproductores y su producción está destinada al autoconsumo, cabe mencionar que en este tipo de unidad de producción se carece de tecnificación. El segundo, llamado sistema semi industrial, constituye el 15 % de la población cunícola. En este sistema se cuenta con un mínimo de 50

hembras; se lleva un manejo reproductivo, productivo y sanitario controlado. Su producción se comercializa, generalmente, por medio de intermediarios o de manera directa a clientes. El tercer sistema es el industrial que corresponde al 5 % de la población, se proporciona un manejo de mayor nivel de tecnificación en el aspecto reproductivo, productivo y sanitario.

2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE ALGUNAS ENFERMEDADES PARASITARIAS GASTROINTESTINALES FRECUENTES EN LOS CONEJOS.

Los parásitos son más antiguos que el hombre. Los primeros nematodos aparecieron con los insectos, los cestodos con los crustáceos, y los protozoarios quizá son más antiguos que los helmintos (Ocadíz, 2003).

La relativa falta de patogenicidad de los parásitos contemporáneos y la correspondiente ineficiencia de los mecanismos de defensa del hospedero, son pruebas elocuentes de la perfecta relación entre parásito y hospedero, como se puede ver en nuestros días (Ocadíz, 2003).

En el Cuadro 1. Se muestran los endoparásitos más comunes localizados en el tracto gastrointestinal en los conejos.

Cuadro 1. Parásitos gastrointestinales que afectan a los conejos (*Oryctolagus cuniculus*).

Tubo Digestivo/Sección afectada	Helmintos		Protozoarios	
	Parásito	(Súper)Familia	Parásito	Familia
Estómago	<i>Graphidium strigosum</i> . <i>Obeliscoides cuniculi</i> .	Trichostrongyloidea (N) Trichostrongyloidea (N)		
Intestino delgado	<i>Trichostrongylus retortaeformis</i> . <i>Trichostrongylus calcaratus</i> . <i>Trichostrongylus colubriformis</i> . <i>Trichostrongylus vitrinus</i> . <i>Nematodirus leporis</i> . <i>Strongyloides papillosus</i> . <i>Cittotaenia ctenoides</i> . <i>Cittotaenia variables</i> . <i>Cittotaenia pectinata</i> . <i>Paranoplocephala cuniculi</i> . <i>Masgovoyia ctenoides</i> .	Trichostrongyloidea (N) Trichostrongyloidea (N) Trichostrongyloidea (N) Trichostrongyloidea (N) Trichostrongyloidea (N) Rhabditoidea (N) Anoplocephalidae (C) Anoplocephalidae (C) Anoplocephalidae (C) Anoplocephalidae (C) Anoplocephalidae (C)	<i>Eimeria fluorescens</i> . <i>Eimeria exigua</i> . <i>Eimeria intestinalis</i> . <i>Eimeria irresidua</i> . <i>Eimeria magna</i> . <i>Eimeria media</i> . <i>Eimeria perforans</i> . <i>Eimeria vejdvovskyi</i>	Eimeriidae (A) Eimeriidae (A) Eimeriidae (A) Eimeriidae (A) Eimeriidae (A) Eimeriidae (A) Eimeriidae (A) Eimeriidae (A) Eimeriidae (A)
Ciego y Colon	<i>Passalurus ambiguus</i> . <i>Passalurus nonannulatus</i> . <i>Dermatoxys veligera</i> . <i>Trichuris leporis</i> .	Oxyuroidea (N) Oxyuroidea (N) Oxyuroidea (N) Trichuroidea (N)	<i>Eimeria piriformis</i> . <i>Eimeria coecicola</i> . <i>Eimeria flavescens</i> . <i>Entamoeba cuniculi</i> . <i>Retortamonas cuniculi</i> .	Eimeriidae (A) Eimeriidae (A) Eimeriidae (A) Entamoebidae (S) Retortamonadoridae (M)

La diferentes literales muestran el tipo de parásito al que corresponde (N) Nematodo, (C) Cestodo, (A) Apicomplexa, (S) Sarcodina, (M) Monocercomonoides. Cuadro modificado de Taylor *et al.*, 2007.

2.1. Coccidiosis.

La coccidiosis es una enfermedad parasitaria causada por protozoarios del género *Eimeria*, la cual produce morbilidad y mortalidad variada en diversas especies animales, por lo que ocasiona pérdidas económicas importantes en la industria pecuaria. Las infecciones pueden ser masivas y generalmente se manifiestan en forma aguda, principalmente en individuos recién destetados que, aunado a la situación de estrés post destete, son más susceptibles a infectarse (Pérez-Martínez y Betancourt, 2010).

Las eimerias son introducidas al sistema digestivo por vía oral con el alimento o con el agua contaminada. Esta infección afecta principalmente hígado e intestino delgado y grueso (Castellanos *et al.*, 2010).

Los agentes causales de esta enfermedad son esporozoarios, es decir parásitos que carecen de cilios y flagelos tienen a la vez una reproducción sexuada y asexuada. Éstos se agrupan en un gran número de familias, entre ellas la Eimeriidae, que se caracterizan por un desarrollo independiente de los gametos machos y hembras. Casi todos los coccidios del conejo forman parte del género *Eimeria*, es decir presentan cuatro esporocistos con dos esporozoitos cada uno. Una de sus principales características es la presencia del oocisto, el cual es una estructura evolucionada para su dispersión y resistente al medio exterior (Quiroz, 1984; Lebas *et al.*, 1996). Más aspectos de la coccidiosis se muestran en el Anexo 2.

2.1.1. Patogenia de la coccidiosis.

La coccidiosis es una enfermedad frecuente de conejos jóvenes y ha sido observada especialmente en granjas de reproducción y crianza donde la sanidad es deficiente (Soulsby, 1968). La semiología es muy variable, ya que puede ser de tipo clínico o subclínico. La enfermedad se hace evidente por la disminución de los índices productivos y reproductivos. De acuerdo al tipo de *Eimeria* y de la carga parasitaria esta parasitosis presenta elevada morbilidad y mortalidad (Berdeja, 1994).

Las infecciones por coccidios en conejos son frecuentes; estas representan pérdidas económicas importantes en los distintos niveles de producción dado que es una enfermedad que prevalece principalmente en conejos de 7 a 11 semanas de edad, evidenciando signos clínicos como deficiencia en el crecimiento, baja ganancia de peso, letargia, anorexia, diarrea la cual puede contener sangre y moco, distensión abdominal, prolapso rectal y en ocasiones la muerte la cual se presenta en un periodo de 10 días (Pérez-Martínez y Betancourt, 2010).

El papel patógeno que ejercen los coccidios es variado, lo que depende fundamentalmente de la especie de *Eimeria*, la edad de los animales afectados y de la carga parasitaria. Uno de los factores más importantes en esta parasitosis es que causa lesiones entéricas debido a que ejerce una acción traumática y tóxica sobre la mucosa intestinal, generando mala absorción de los nutrientes y reducción de los rendimientos. Los hallazgos a la necropsia revelan descamación de la mucosa intestinal así como distensión; en el caso de presentar coccidiosis hepática, el hígado presenta nódulos de 1 a 3 mm de diámetro los cuales tienen una

coloración blanca o amarilla y se pueden observar expuestos a la superficie hepática (Saunders y Davies, 2005).

Los diferentes tipos de Eimeria, así como su localización y patogenicidad se muestran en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Principales coccidias y su capacidad patogénica en el conejo; cuadro adaptado de (Quiroz, 1984; Lebas *et al.*, 1996; Kavičarová *et al.*, 2008; El-Shahawi *et al.*, 2012).

Especies	Forma del ooquiste	Tamaño promedio del ooquiste (µm)	Patogenicidad	Localización
<i>Eimeria intestinalis</i>	Piriforme	22-30 x 16-21	Alta	Yeyuno e íleon
<i>E. vej dovskyi</i>	Alongada y ovoide	25-38 x 16-22	Baja	Íleon
<i>E. coecicola</i>	Alongada y ovoide	27-40 x 15-22	Muy baja	Ciego
<i>E. stiedai</i>	Elipsoide	30-41 x 15-24	Moderada-Alta	Conductos Biliares
<i>E. media</i>	Elipsoide y ovoide	25-35 x 15-20	Moderada	Yeyuno e íleon
<i>E. perforans</i>	Elipsoide y rectangular	15-27 x 11-17	Baja	Duodeno-Yeyuno
<i>E. magna</i>	Ovoide	31-42 x 20-28	Moderada	Yeyuno e íleon
<i>E. exigua</i>	Esférica o subesférica	10-18 x 11-16	Baja	Íleon
<i>E. irresidua</i>	Ovoide en forma de barril	31-44 x 20-27	Moderada	Yeyuno e íleon
<i>E. piriformis</i>	Piriforme	25-33 x 16-21	Moderada	Colon

<i>E. flavescens</i>	Ovoide	25-35 x 18-24	Alta	Ciego-Colon
----------------------	--------	---------------	------	-------------

2.2. Nematodos.

El conejo doméstico puede verse afectado por diferentes especies de helmintos que parasitan los órganos internos. Dentro de esta clasificación se encuentran los nematodos los cuales son parásitos de cuerpo cilíndrico, incluyen entre otros a los trichostrongílidos y a los oxiuros (Rosell, 2000; Bowman, 2011).

Los siguientes nematodos son localizados generalmente en el intestino de los conejos: *Trichostrongylus retortaeformis* y *Nematodirus leporis* 10 a 25 mm, (*Trichostrongyloidea*), *Strongyloides papillosus* (6 mm; *Rhabditida*), (*Passalurus ambigús* (11 mm; *Oxyurida*), *Trichuris leporis* (*Trichinelloidea*), *Obeliscoides cuniculi* y *Graphidium strigosum* (18 a 20 mm; *Trichostrongyloidea.*, Bowman, 2011).

Las infecciones parasitarias más frecuentes son las oxiuriasis, las estrogilosis y la infección por trichostrongílidos. Todas ellas se presentan con mucha más tasa en el conejo silvestre, en comparación con el conejo doméstico; sin embargo, en este último también tienen importancia (Rosell, 2000).

2.2.1. *Strongyloides papillosus*.

Son nematodos que pueden encontrarse en la mucosa intestinal de conejos y otros mamíferos domésticos y silvestres, el nematodo hembra partenogenética (esto significa que producen huevos los cuales se desarrollan sin la necesidad de ser fecundados por el parásito macho), mide de 3.5 mm a 6 mm de largo y 50 a 65 μm de ancho, su cuerpo es largo y filiforme y notablemente más delgado en la región cefálica. La boca se encuentra rodeada de 4 labios y 4 papilas, poseen esófago largo y con apariencia cilíndrica además de útero anfidelfo y una vulva en el último tercio del cuerpo, rodeada de labios poco notables y cola corta, cónica y truncada posteriormente (Liébano *et al.*, 2011).

El macho de vida libre mide de 700 a 825 μm de largo, presenta gruesas espículas arqueadas y está provisto de un gobernáculo. Las hembras de *S. papillosus* en vida libre miden de 640 a 1200 μm de largo, el útero es anfidelfo, a menudo son vivíparas y los huevos embrionados miden alrededor de 42 a 48 por 23 a 30 μm . Los huevos producidos por las hembras partenogenéticas son de forma elipsoidal con cascarón delgado y miden de 40 a 60 por 20 a 26 (Liébano *et al.*, 2011).

S. papillosus, puede habitar en regiones cálidas y húmedas de todo el mundo, principalmente en países con clima tropical, el órgano diana de este parásito es el intestino delgado, sin embargo se pueden hallar estadios inmaduros en la piel, sangre y pulmones. Solo las hembras adultas partenogenéticas son parasitarias, mientras que los adultos sexualmente activos de vida libre viven en el exterior, principalmente en los pastos o superficies húmedas (Liébano *et al.*, 2011).

El ciclo de vida de este parásito se puede describir desde que las hembras partenogénicas que viven en la mucosa del intestino delgado ovopositan huevos embrionados los cuales son excretados por los huéspedes a través de las heces, contaminando los pastos o superficies principalmente húmedas. Cada huevo contiene una larva desarrollada la cual eclosionará a L-1 (larva-1), rhabditiforme, lo anterior tiene lugar en un lapso de 6 horas, a unos 27°C. Las larvas L-1 pueden desarrollarse directamente a larvas infectantes (ciclo homogónico) o a machos y hembras de vida libre que originarán, posteriormente, larvas infectantes (ciclo heterogónico; Cordero *et al.*, 2001., Liébano *et al.*, 2011).

La primer muda inicia de 7 a 10 horas después de la eclosión, una vez llegada la muda de L-1 a L-2 se encontrarán cambios estructurales menores, los cuales tienen lugar en el esófago, el cual se alarga y pierde progresivamente su aspecto rhabditiforme, posteriormente muda a L-3 infectante y filariforme. Esto tiene lugar al cabo de 26-28 horas (Cordero *et al.*, 2001; Bowman, 2009; Liébano *et al.*, 2011).

A diferencia del ciclo homogónico, en el ciclo heterogónico la L-1 muda a L-2 rhabditiforme en 7 a 10 horas, observándose un cambio del primordio genital el cual empieza a alargarse; la segunda muda a L-2 rhabditiforme tiene lugar al cabo de 14 a 16 horas. En ese momento comienza la diferenciación sexual. La larva 3 (L-3) rhabditiforme se origina en 21 horas y los adultos rhabditiformes en 28 horas. Este ciclo sólo origina una generación de machos y hembras de vida libre los cuales producirán huevos no embrionados.

La diferencia entre los huevos producidos en el ciclo heterogónico es que éstos no se desarrollarán como adultos de vida libre, sólo mudan a L-2 rhabditiformes y éstas a L-4 filariformes, infectantes y semejantes a las del ciclo homogónico (Cordero *et al.*, 2001; Bowman, 2009).

2.2.2. Epidemiología de *Strongyloides papillosus*.

Se encuentra principalmente en países tropicales y subtropicales, así como en climas templados, donde se les puede encontrar en las regiones más cálidas, húmedas y sombrías (Cordero *et al.*, 2001).

Esta parasitosis puede encontrarse mayormente en animales juveniles, entre estos se encuentran bovinos, ovinos y conejos (Cordero *et al.*, 2001).

Las larvas infectantes de *S. papillosus* carecen de vaina y eso las hace sensibles a condiciones climáticas adversas. El calor y la humedad permiten el desarrollo y la acumulación de gran número de larvas infectantes. Esto tiene gran importancia en las diversas explotaciones donde se alojan un gran número de animales en espacios reducidos y con malas condiciones de higiene (Cordero *et al.*, 2001).

Es importante mencionar que la duración del desarrollo de vermes favorece a la enfermedad, por lo que los animales jóvenes principalmente, son aquellos que eliminarán gran cantidad de huevos larvados, contribuyendo a incrementar la intensidad de la infección (Cordero *et al.*, 2001).

La sobrevivencia del parásito se puede ver afectada por la desecación la cual podría destruirlos en cuestión de 5 a 10 minutos; también las variaciones de temperatura

podrían afectarlos, puesto que a una temperatura de 40°C las larvas mueren, mientras que a 3°C quizá podrían sobrevivir un par de días. Algunos agentes químicos también pueden destruir a estos parásitos, por ejemplo el lisol al 1%, el sulfato de cobre al 10% o el yodo al 1% destruye las larvas casi al instante. Los medios ácidos también los destruye rápidamente (Cordero *et al.*, 2001; Bowman, 2009).

2.2.3. Patogenia de *Strongyloides papillosus*.

Las infecciones pueden cursar asintomáticas y relativamente poco manifiestas, sin embargo las infecciones masivas pueden generar enfermedad clínica. Dentro de los trastornos físicos se puede observar alteraciones en la digestión y absorción en la porción del duodeno y yeyuno; esto significa que el animal tendrá problemas en la conversión alimenticia y un marcado retraso en el crecimiento y pérdida de peso. Los *Strongyloides* adultos a partir de su acción tóxica por productos de secreción y excreción lesionan la mucosa y favorecen la penetración de bacteria patógenas causales de infecciones secundarias (Cordero *et al.*, 2001; Bowman, 2009).

2.2.4. Control de *Strongyloides papillosus*.

Es imprescindible mantener una adecuada higiene de las instalaciones para evitar la generación de humedad; se debe de tener extrema precaución con los pastos proporcionados en la dieta (Cordero *et al.*, 2001; Bowman, 2009).

El tratamiento puede hacerse empleando febendazol (5mg/kgPV) e ivermectina (0.2mg/KgPV) o eprinomectina en una dosis de (0.2mg/kgPV) de acuerdo a lo reportado por Cordero *et al.*, 2001 y Bowman, 2009.

2.3. Oxiuriasis.

La parasitosis por oxiúridos en conejos es muy común, aunque estos parásitos en los conejos de laboratorio se consideran relativamente no patógenos, las infecciones son generalmente consideradas como asintomáticas, estas infecciones pueden conducir a resultados erróneos en la investigación biomédica (Lytvynets *et al.*, 2013).

La oxiuriasis está descrita en la mayoría de los países donde se cría el conejo en cautiverio. De todos los helmintos es el de mayor interés práctico, por su prevalencia y por los perjuicios que ocasiona (Lytvynets *et al.*, 2013).

El oxiúrido más importante en los conejos es el *Passalurus ambiguus* el cual es un nematodo pequeño (4-5 mm los machos y 9-11 mm las hembras). Los huevos son eliminados en las heces, aseguran la infección de otros animales al mismo tiempo que la sobreinfección del hospedador, mediante la cecotrofia. Los huevos evolucionan en 24 a 48 horas. Las larvas de *Passalurus ambiguus* invaden la mucosa del ciego, provocando su irritación y el resto del intestino grueso, incluido el ano. Esto favorece que se produzcan infecciones análogas por otros parásitos *Eimeria*; *Cryptosporidium* o bacterias como *Escherichia coli* (Rosell, 2000).

2.3.1. Ciclo biológico de *Passalurus ambiguus*.

Este tipo de parásitos son monoxenos (parásito que cumple su ciclo evolutivo en un solo hospedador). Las hembras depositan los huevos en las paredes del recto o

sobre la masa fecal; los cuales evolucionan al cabo de 24 a 48 horas desarrollándose la larva infectante. El contagio se lleva a cabo de manera directa, por la vía oral, entre animales, a través de los alimentos o por autoinfección (Cordero *et al.*, 2001; Bowman, 2009 Liébano *et al.*, 2011).

Al ser ingeridos los huevos, eclosionan en el ciego y las larvas penetran facultativamente en las criptas de la mucosa, e incluso intramuralmente; posteriormente las larvas mudan a larva 4. El periodo de prepatencia es alrededor de 56 a 61 días (Bowman, 2009; Cordero *et al.*, 2001).

2.3.2. Patogenia *P. ambiguus*.

Ocurren inflamaciones en la mucosa, debido a la acción traumática que ejercen las larvas, con lo cual dan paso a infecciones secundarias por otros agentes patógenos, pueden surgir signos como diarrea, estreñimiento, menor crecimiento de los animales y caquexia (Cordero *et al.*, 2001).

2.3.3. Diagnóstico *P. ambiguus*.

Se observan utilizando métodos coprológicos de flotación, pero es preciso no disgregar las heces y dejarlas en la solución salina durante media hora, ya que las hembras eliminan los huevos al final de la deposición sobre la masa fecal (Cordero *et al.*, 2001).

2.3.4. Control *P. ambiguus*.

Si existe algún animal positivo a oxiurosis en la unidad de producción, necesariamente deben tratarse todos los animales; para hacerlo pueden emplearse

fármacos como bencimidazol carbamatos como fenbendazol (25ppm/5 días en el alimento, de 5 a 20 mg/KgPV/ 3 a 5 días), mebendazol (20 mg/KgPV), o febantel (10 mg/KgPV, una sola dosis). Para un completo control es imprescindible evitar el contacto de los animales con las heces contaminadas, higiene y desinfección con cloro y evitar la acumulación de suciedad (Cordero *et al.*, 2001).

2.4. Resistencia a endoparásitos debida a la edad del huésped.

Las razones subyacentes a la resistencia a las parasitosis por la edad de los individuos son desconocidas. Se ha sugerido que este fenómeno es una indicación de que la relación hospedero-parásito no es del todo conocida. Por lo tanto, mientras que los parásitos pueden desarrollarse en animales inmaduros, estos probablemente aún no se han podido adaptar por completo a los huéspedes adultos (Taylor *et al.*, 2007).

Es importante precisar que podemos encontrar huéspedes resistentes a distintos parásitos debido a su edad, así como también es posible encontrar parásitos que parecen haber desarrollado un mecanismo en contra de esa resistencia (Taylor *et al.*, 2007). En un estudio realizado en China se encontró que el factor edad si contribuye en la prevalencia de coccidiosis en conejos domésticos dado que los conejos jóvenes tuvieron una menor resistencia o menor inmunidad a diferencia de los conejos adultos. También se menciona que el factor de raza no tiene un efecto significativo sobre la prevalencia de coccidiosis en conejos (Jing *et al.*, 2012).

2.5. Diagnóstico parasitológico.

El diagnóstico parasitológico depende de varios factores, como la adecuada colección de muestras, transporte al laboratorio y el método de evaluación empleado. El diagnóstico de los distintos estadios de los parásitos puede realizarse en heces, sangre, esputo, o inclusive muestras de raspado de piel (Besne *et al.*, 2006). Algunos de los factores importantes a considerar en el diagnóstico parasitológico son la edad del hospedero, la exposición previa a parásitos, la temporada del año, el estado de salud, la localización geográfica, la administración de fármacos con acción antiparasitaria y los signos clínicos de la enfermedad, entre otras consideraciones (Besne *et al.*, 2006; OIE, 2013).

2.6. Examen coproparasitoscópico.

Las pruebas de laboratorio relativas a las enfermedades de los animales deben ser de calidad y contar con las medidas de bioseguridad e inocuidad necesarias para el procesamiento de las mismas, que no hayan tenido contaminación cruzada y para que posteriormente, el diagnóstico sea el correcto (Foreyt *et al.*, 2001; Besne *et al.*, 2006).

Las muestras deben obtenerse teniendo un conocimiento de la epidemiología y la patogenia de la enfermedad que se esté investigando, ello implica muestrear los sólidos y líquidos que con mayor probabilidad contendrán el agente infeccioso (Foreyt *et al.*, 2001; Besne *et al.*, 2006).

Las muestras de heces deben ser frescas para obtener resultados confiables y por lo menos se requiere coleccionar 10g de heces, colocarlas en bolsas plásticas,

debidamente identificadas con marcador indeleble anotando el número de animal, fecha y la persona responsable de la muestra. Muchos estadios de diversos parásitos pueden tener un desarrollo mínimo cuando se almacenan a temperatura de refrigeración a 4°C (Foreyt *et al.*, 2001; Besne *et al.*, 2006).

2.7. Cuantificación de ooquistes y huevos.

Existen diferentes métodos que permiten identificar y cuantificar los ooquistes de protozoarios, huevos y larvas de helmintos, incluso huevos de artrópodos; para este fin se puede utilizar los métodos de flotación y Mc Master (Foreyt *et al.*, 2001; Besne *et al.*, 2006).

2.8. Técnica coproparasitoscópica de flotación.

La técnica de flotación es empleada para la identificación de huevos y ooquistes de los parásitos, se fundamenta en hacer flotar tanto huevos como ooquistes que se encuentran dentro de las heces., tiene como fundamento utilizar soluciones con pesos específicos mayores que el agua siendo la gravedad específica recomendada para la prueba de flotación de 1.2 a 1.3, lo cual provoca que las estructuras parasitarias floten. Las soluciones utilizadas en esta técnica pueden ser solución saturada de cloruro de sodio, solución saturada con azúcar, solución de sulfato de zinc, solución de sulfato de magnesio y solución de nitrato de sodio (Foreyt *et al.*, 2001; Besne *et al.*, 2006).

Es importante tener en cuenta algunos factores que pueden afectar la técnica de flotación como los son el grado de plasmólisis causada por la solución. Los materiales necesarios para realizar la técnica de flotación son, vasos de plástico, asa de alambre, cucharas, coladera de plástico, portaobjetos y cubreobjetos, mechero, solución saturada de cloruro de sodio y un microscopio compuesto (Foreyt *et al.*, 2001; Besne *et al.*, 2006).

2.9. Técnica microscópica cuantitativa de McMaster.

Es una técnica empleada para determinar el número de ooquistes de protozoarios y huevos de helmintos por gramo de heces. El equipo de McMaster está integrado por un tubo con capacidad de 30 mL con tapón de rosca; éste puede presentar dos o tres marcas, según el modelo, un gotero y la cámara de McMaster. La cámara de McMaster está constituida por un portaobjetos y un cubreobjetos unidos, formando dos cámaras, cada cámara tiene marcado un cuadrado de 1 cm² el cual se encuentra dividido en seis. Esta tiene una profundidad de 1.5 mm y una capacidad de 0.15 mL, sumando ambas cámaras el volumen total de 0.30 mL, lo que corresponde a una centésima parte de la dilución o mezcla original, cuando se trabaja con 2 g de heces y 28 mL de solución saturada de cloruro de sodio (Foreyt *et al.*, 2001; Besne *et al.*, 2006).

3. OBJETIVO GENERAL.

Realizar un análisis de las tasas de algunas parasitosis diagnosticadas por las técnicas de flotación y Mc master, en 3 granjas productoras de conejo de tipo familiar en el sur-oriente del Estado de México y analizar las diferencias detectadas en éstas y entre cada estación del año.

3.1. Objetivos Específicos.

- Diagnosticar e identificar los endoparásitos que infecten a la población de conejos.
- Calcular la tasa de diagnóstico por estación del año de los diferentes parásitos encontrados.
- Sugerir medidas preventivas y de control con base en la historia natural de la enfermedad de cada tipo de parásito diagnosticado.

4. HIPÓTESIS.

Existen diferencias entre las tasas de prevalencia de parasitosis entre las distintas unidades de producción de conejos estudiadas de acuerdo a su localización y entre las diferentes estaciones del año.

5. MATERIAL Y MÉTODOS.

5.1. Lugar del estudio.

La etapa de muestreo se hizo en la región sur-oriente del Estado de México, la cual comprendió los municipios de Amecameca, Cocotitlán y Temamatla.

El municipio de **Amecameca** está localizado entre las coordenadas (19°06'42.0"N - 98°45'29.5"W), con altitud de 2 400 metros sobre el nivel del mar (msm). Colinda al norte y al este con el municipio de Tlalmanalco, así mismo tiene límites al este con el estado de Puebla y con el municipio de Atlautla; al sur con los municipios de Atlautla, Ozumba y Juchitepec. Al oeste se encuentran los municipios de Juchitepec, Ayapango y Tlalmanalco. Amecameca ocupa el 0.85% de la superficie del estado. Cuenta con 67 localidades y una población total de 48 363 habitantes. Su temperatura oscila entre 2 y 16°C. Su precipitación pluvial es de 800-1 100 mm; los tipos de climas en este municipio son: templado subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad (58.82%), semifrío subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad (38.3%) y frío de altura con marcado invierno (2.88%; INEGI, 2013).

El municipio de **Cocotitlán** está localizado entre las coordenadas (19°13'58.3"N - 98°51'23.7"W), su altitud se encuentra entre los 2 200 msn y los 2 500 msm. Colinda al norte con el municipio de Chalco; al oeste con los municipios de Chalco y Tlalmanalco; al sur con los municipios de Tlalmanalco y Temamatla y al oeste con los municipios de Temamatla y Chalco. Ocupa el 0.07% de la superficie del estado. Cuenta con 12 localidades y una población total de 12 120 habitantes. Su temperatura anual varía de 12 a 16°C. El rango de precipitación es de 700-800 mm. Su tipo de clima es subhúmedo con lluvias predominantemente en verano (INEGI, 2013).

El municipio **Temamatla** se encuentra ubicado entre las coordenadas (19°12'04.6"N- 98°51'50.3"W), a una altitud de 2 200 msm. Colinda al norte con los municipios de Chalco y Cocotitlán; al este con los municipios de Cocotitlán, Tlalmanalco y Tenango del Aire; al sur con los municipios de Tenango del Aire, Juchitepec y Chalco y al oeste con el municipio de Chalco. Ocupa el 0.13% de la superficie del estado. Cuenta con 25 localidades y una población total de 10135 habitantes. Su temperatura media es de 12.5°C. Su tipo de clima es subhúmedo con lluvias predominantemente en verano. El rango de precipitación es de 700-800 mm; (INEGI, 2013).

Las granjas dentro de los municipios fueron localizadas en un mapa del dispositivo virtual de Google earth® las distancias en Km entre cada granja, se muestran al pie de la Figura 1.



Figura 1. Área de estudio. La distancia entre la granja de Cocotitlán y Amecameca es de 15.7 Km, de Amecameca a Temamatla existe una distancia de 13.1 Km y de la granja de Temamatla a la granja de Cocotitlan hay 4.0 Km de distancia, lo cual corresponde a un área de 21.67 Km².

5.2. Animales y tipo de unidades de producción.

Los animales sujetos al estudio epidemiológico fueron conejos domésticos (*Oryctolagus cuniculus*), de distintas raza, los cuales se encontraban en etapa de engorda (del día 22 después del nacimiento al día 60 o fin de engorda) y con un peso aproximado de 600 g a 2000 g.

Todas las unidades de producción son de tipo familiar o de subsistencia, donde los animales producidos son consumidos por la familia y los animales restantes son comercializados en la región.

Las unidades de producción están construidas con tabique y concreto, además cuentan con ventanas de malla metálica y techumbre de láminas de cartón, metal galvanizado, fibra de vidrio y en algunos casos láminas de asbesto.

Las jaulas son industriales o elaboradas con malla metálica y estructura de fierro, las dimensiones promedio son de 110 cm de largo por 75 cm de ancho y 55 cm de alto.

Los comederos están fabricados de metal, sin embargo también emplean comederos improvisados con recipientes de plástico y en ocasiones de barro.

Los bebederos suelen ser de metal galvanizado, botellas plásticas o recipientes de barro; sólo en Amecameca las instalaciones están provistas de bebederos automatizados.

Las unidades de producción no cuentan con medidas de bioseguridad como tapetes sanitarios o uso de ropa de granja. Las medidas de prevención de enfermedades tampoco son empleadas puesto que no aplican desparasitantes o antibióticos y tampoco hay desinfección de jaulas, equipo y superficies.

5.3. Tamaño de muestra

El tamaño de muestra se determinó a partir del teorema del límite central, el cual indica una prevalencia no menor a (30%) para calcular el número de individuos que serán seleccionados. La fórmula es la siguiente:

$$n = \frac{1.96^2 P(1 - P)}{d^2}$$

Donde:

1.96^2 es el valor de Z al 95% de confianza, elevado al cuadrado.

$P=$ es la prevalencia.

d^2 es el error permisible elevado al cuadrado.

Una vez realizado el cálculo de tamaño mínimo de muestra, este resultó en un número superior al número total de la población de estudio, por lo que se realizó el ajuste tamaño de muestra, con la fórmula:

$$AjTMM = \frac{n}{1 + \frac{n-1}{N}}$$

Dónde:

$n=$ es el número de animales calculado en el Tamaño Mínimo de muestra.

$N=$ es el número de animales disponibles para ser muestreados.

(Thrusfield, 2005; OIE, 2013).

5.4. Obtención de muestras para su estudio.

El tipo de muestreo fue no probabilístico, transversal y por disposición; las muestras de heces fueron tomadas de 1 399 conejos, por cada estación del año. En la Granja de Amecameca fueron muestreados, 162, 136, 213 y 140 animales en primavera, verano, otoño e invierno respectivamente; En la granja de Cocotitlán fueron, 128, 108, 104 y 127 durante el mismo y en Temamatla, la distribución estacional fue de 60, 82, 64 y 75 individuos.

Se colectaron muestras de heces de los pisos de las jaulas y se almacenaron en bolsas plásticas las cuales fueron llevadas en hieleras con una temperatura entre 4° y 7°C al Laboratorio de Diagnóstico Parasitológico en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México.

5.5. Metodología de la Técnica de Flotación.

A su llegada al laboratorio, las muestras fueron puestas en refrigeración y se inició con la preparación de los materiales necesarios para realizar la técnica de flotación (Figura 2).

Se colocaron de 3 a 5 gramos de heces en un vaso de plástico; después se agregaron unas gotas de solución saturada de cloruro de sodio y se mezclaron hasta obtener una pasta, posteriormente se adicionaron de 45 a 100 ml de solución saturada de cloruro de sodio y se mezclaron.

En un segundo vaso de plástico se colocó la mezcla, y se dejó reposar 15 minutos.

Mientras tanto, el asa de alambre se flameó y enfrió, después se tomó de la superficie de la mezcla 3 gotas de diferentes zonas, las cuales se depositaron individualmente sobre un portaobjetos para ser observadas al microscopio con el objetivo seco débil (10X) y seco fuerte (40X; Besne *et al.*, 2006).

Cuando las muestras resultaron positivas se procedió a realizar la técnica de Mc Máster para cuantificar la carga parasitaria.

En el caso de encontrarse ooquistes de *Eimeria*, estos se colocaron en una caja de Petri a temperatura ambiente con solución de dicromato de potasio al 2.5% para que esporularan y poder identificar la especie de *Eimeria* con base en sus características morfológicas (Coudert *et al.*, 1995; Permin y Hansen, 1998; Taylor *et al.*, 2007).

De manera adicional, cuando la muestra fue positiva por la técnica de flotación, se procedió a identificar por su morfometría al parasito, revisando la forma de sus huevos u ooquistes, sus estructuras internas y midiendo cada uno de ellos con una reglilla microscópica a través de los objetivos 10X y 40X (Permin y Hansen, 1998).



Figura 2. Preparación de materiales para realizar la técnica de flotación.

5.6. Metodología de la Técnica de McMaster.

Se vertió solución de cloruro de sodio hasta la primer marca del tubo para McMaster, se agregó 2 gramos de materia fecal hasta la segunda marca del tubo, se tapó el contenedor y se agitó hasta lograr homogeneizar la mezcla. Se destapó el tubo y se adicionó solución de cloruro de sodio hasta la tercera marca, se tapó y se volvió a homogeneizar. Se destapó el tubo y se colocó una gasa en la abertura del tubo y con un gotero se tomó una muestra de la solución, procurando filtrar adecuadamente con la gasa; se llenaron las dos cámaras de McMaster teniendo cuidado de que no quedaran burbujas; una vez hecho este procedimiento, se dejó reposar la solución en las cámaras de 3 a 5 minutos.

Se colocó la cámara de McMaster en el microscopio compuesto y se enfocaron las cuadrículas con el objetivo seco débil (10x). Para realizar la lectura de la cámara de McMaster se enfocó el ángulo superior derecho del cuadro se fue subiendo y bajando por cada carril hasta terminar con las seis divisiones de la primera cámara, se anotó el número de ooquistes, quistes de protozoarios y huevos de helmintos encontrados, hacer lo mismo con la segunda cámara y al terminar el conteo, se sumó el total de huevos y ooquistes encontrados en ambas cámaras, se multiplicaron por 100 y se dividió entre 2; el resultado fue el número de huevos, quistes u ooquistes por gramo de materia fecal (Berto-Moran *et al.*, 2013).

5.7. Análisis morfométrico de los ooquistes.

La morfometría de los ooquistes se obtuvo utilizando un microscopio óptico marca Carl Zeiss® equipado con una micro regla de la misma marca (Figura 3 y 4).



Figura 3. Microscopio óptico Carl Zeiss®



Figura 4. Micro regla Carl Zeiss® al fondo ooquistes del género *Eimeria*.

Se tomaron las medidas referentes al ancho y largo de las estructuras parasitarias y posteriormente se registraron en un libro de Microsoft Excell® para su posterior análisis estadístico.

6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Se realizaron pruebas de Shapiro Wilks con el fin de corroborar la normalidad de los resultados.

Se calculó la tasa de prevalencia de los parásitos en cada granja estudiada de manera anual y por estación del año, con un intervalo de confianza del 95%.

Se compararon las diferencias de las tasas encontradas entre las granjas y estaciones del año usando la prueba de ANOVA, así como la prueba de Tukey para conocer la diferencia puntual, utilizando el Software Paleontological Statistics (PAST; Hammer *et al.*, 2001).

Por otro lado, se realizó una prueba de “T” para comparar el número de ooquistes por gramo de heces dentro de cada granja por estación del año.

7. RESULTADOS.

7.1. Prevalencia de los diferentes endoparásitos.

En este estudio, se obtuvieron 1,399 muestras, de las cuales **687** fueron positivas a endoparásitos, siendo la **tasa de frecuencia anual** en el área de estudio de **49.1%**, de los cuales el 48% correspondió a ooquistes del género *Eimeria*.

La frecuencia anual de endoparasitosis por unidad de producción se observa en el cuadro 3.

Cuadro 3. Frecuencia anual de endoparasitosis por unidad de producción.

Municipio.	Prevalencia anual.
Amecameca.	48.23
Cocotitlán.	45.82
Temamatla.	60.14

La tasa de prevalencia de conejos parasitados en cada unidad de producción por época del año se muestra en los Cuadros 4, 5, 6 y 7.

Cuadro 4. Población de conejos muestreados y conejos diagnosticados positivos a algún endoparásito en primavera.

Municipio.	n	Parasitados.	Ooquistes de <i>Eimeria</i>.	Huevos de <i>Strongylus</i>.	Huevos de <i>Passalurus</i>.
Amecameca.	162	20 (12.35%)	20 (12.35%)	0	0
Cocotitlán.	128	37 (28.90%)	37 (28.90%)	0	0
Temamatla.	60	10 (16.66%)	3 (5%)	7 (11.66%)	0

(n) = Población muestra por municipio.

Los números entre paréntesis indican la tasa de prevalencia.

Cuadro 5. Población de conejos muestreados y conejos diagnosticados positivos a algún endoparásito en verano.

Municipio.	n	Parasitados.	Ooquistes de <i>Eimeria</i>.	Huevos de <i>Strongylus</i>.	Huevos de <i>Passalurus</i>.
Amecameca.	136	59 (43.38%)	59 (43.38%)	0	0
Cocotitlán.	108	49 (45.37%)	49 (45.37%)	0	0
Temamatla.	82	50 (60.97%)	50 (60.97%)	0	0

(n) = Población muestra por municipio.

Los números entre paréntesis indican la tasa de prevalencia.

Cuadro 6. Población de conejos muestreados y conejos diagnosticados positivos a algún endoparásito en otoño.

Municipio.	n	Parasitados.	Ooquistes de <i>Eimeria</i>.	Huevos de <i>Strongylus</i>.	Huevos de <i>Passalurus</i>.
Amecameca.	213	111 (52.11%)	111 (52.11%)	0	0
Cocotitlán.	104	55 (52.88%)	55 (52.88%)	0	0
Temamatla.	64	48 (75%)	48 (75%)	0	0

(n) = Población muestra por municipio.

Los números entre paréntesis indican la tasa de prevalencia.

Cuadro 7. Población de conejos muestreados y conejos diagnosticados positivos a algún endoparásito en invierno.

Municipio.	n	Parasitados.	Ooquistes de <i>Eimeria</i> .	Huevos de <i>Strongylus</i> .	Huevos <i>Passalurus</i> .
Amecameca.	140	124 (88.57%)	124 (88.57%)	0	0
Cocotitlán.	127	73 (57.48%)	60 (47.24%)	0	13 (10.23%)
Temamatla.	75	61 (81.33%)	61 (81.33%)	0	0

(n) = Población muestra por municipio.

Los números entre paréntesis indican la tasa de prevalencia.

En el Cuadro 8. Se muestra la tasa de prevalencia e intervalo de confianza al 95% correspondiente a infección por *Eimeria* en los conejos de las diferentes unidades de producción.

Cuadro 8. Tasa de prevalencia de coccidiosis por estación del año en las distintas unidades de producción.

Estación	Primavera	Verano	Otoño	Invierno
	Tasa ± intervalo de confianza.			
Amecameca	12±6 ^a	43±8 ^{a,c}	52±6 ^{b,c}	88±6 ^{b,c}
Cocotitlán	29±7 ^a	45±10 ^{a,c}	53±10 ^{b,c}	47±8 ^{b,c}
Temamatla	5±6 ^a	61±10 ^{a,c}	75±10 ^{b,c}	81±10 ^{b,c}

Las literales colocadas como superíndice en las prevalencias indican diferencias significativas entre las tasas estacionales obtenidas a partir de las pruebas de ANDEVA y Tukey con una $p < 0.05$.

7.2. Carga de ooquistes por gramo de heces.

La carga de ooquistes fue comparada entre los 3 municipios estudiados por cada estación del año, no encontrando diferencias significativas ($p > 0.05$); como se muestra en el cuadro 9.

Cuadro 9. Promedio y error estándar de ooquistes por gramo de heces por unidad de producción y estación del año.

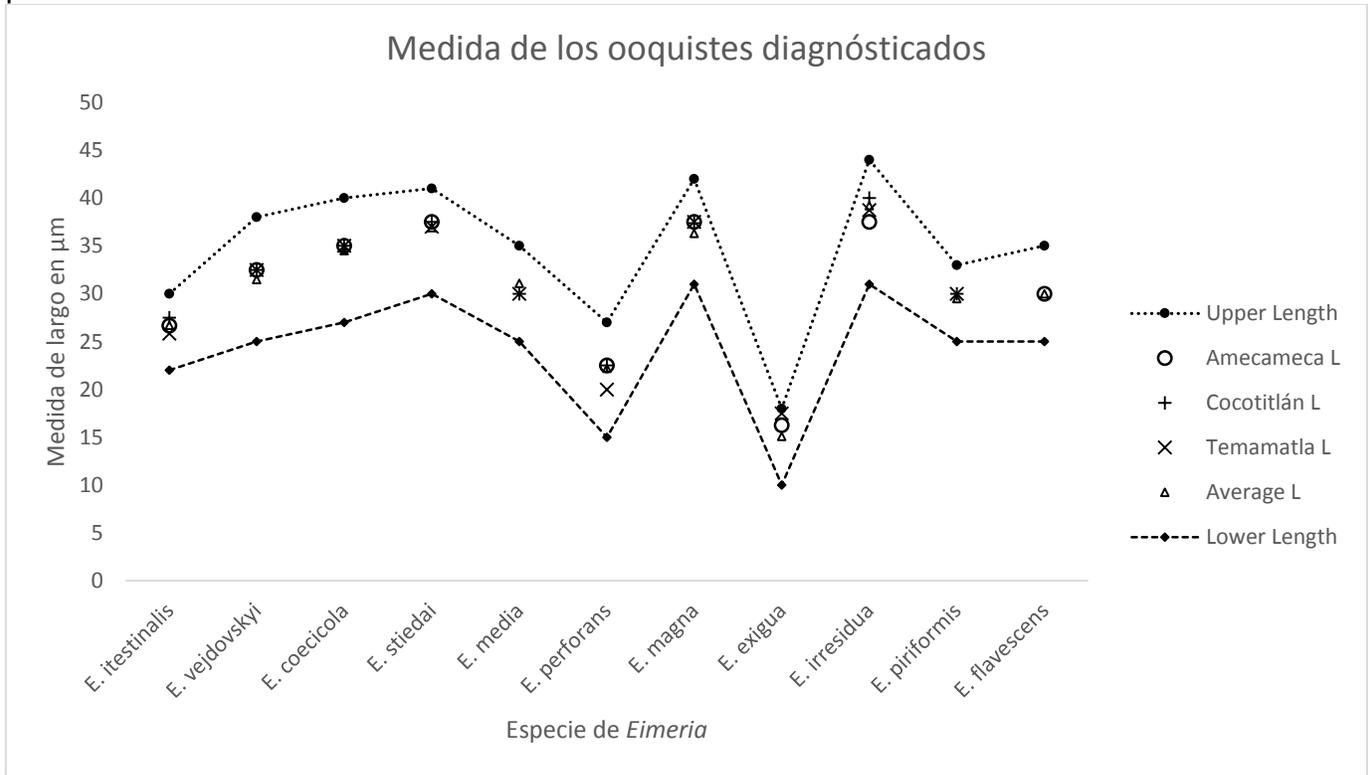
Estación	Primavera	Verano	Otoño	Invierno
Amecameca	116.66 ± 58.28	2 771.05 ± 875.36	1 748.33 ± 604.09	5 358.82 ± 2 495.79
Cocotitlán	496.87 ± 218.81	7 736.47 ± 4 248.67	3 279.76 ± 1572.50	3 977.78 ± 3 275.99
Temamatla	750.00 ± 37.50	3 030.77 ± 2 540.54	1 850.00 ± 658.06	14 415.00 ± 3 503.44

7.3. Morfometría de ooquistes de *Eimeria*.

El promedio de la medida de los ooquistes de *Eimeria* para el periodo de primavera fue de $33.5 \mu\text{m} \pm 1.7 \mu\text{m}$ de largo y $21.0 \mu\text{m} \pm 2.1 \mu\text{m}$ de ancho; en verano fue de $28.1 \mu\text{m} \pm 2.3 \mu\text{m}$ de largo y $18.5 \mu\text{m} \pm 1.2 \mu\text{m}$ de ancho, en otoño se encontraron las medidas de $27.3 \mu\text{m} \pm 2.2 \mu\text{m}$ de largo y $18.7 \mu\text{m} \pm 1.4 \mu\text{m}$ y por último en invierno, $28.6 \mu\text{m} \pm 1.7 \mu\text{m}$ de largo y $18.3 \mu\text{m} \pm 0.8 \mu\text{m}$ de ancho.

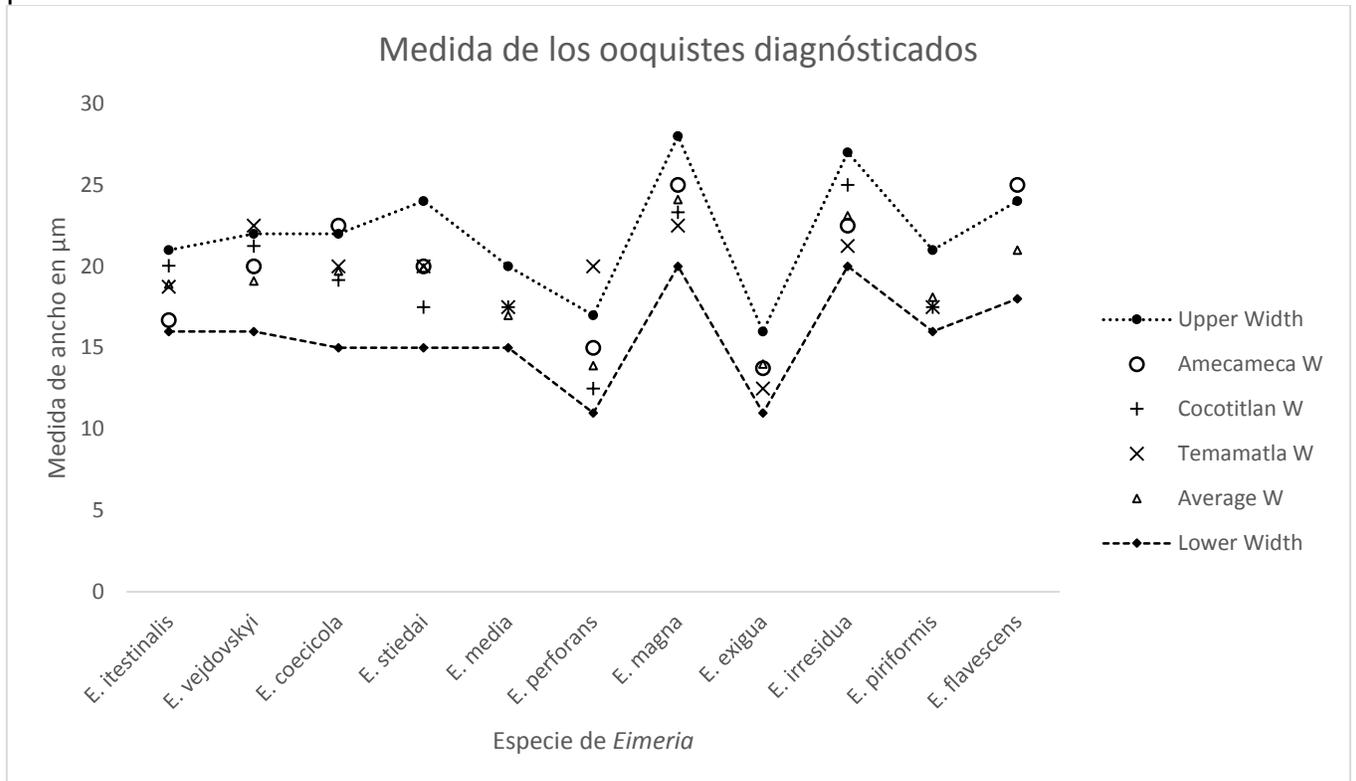
En la Figura 5. Se muestran las medidas promedio de largo en μm de los ooquistes diagnosticados y su comparación con las medidas de referencias reportadas por Kvičerova y colaboradores en el 2008.

Figura 5. Medida promedio de los ooquistes diagnosticados en las unidades de producción.



La figura 6. Indica el promedio de las medidas de ancho en μm de las especies de ooquistes diagnosticados y su comparación con las medidas de referencias reportadas por Kvičerova y colaboradores en el 2008.

Figura 6. Medida promedio de los ooquistes diagnosticados en las unidades de producción.



En el Cuadro 10. Se muestra el rango de tamaño de los ooquistes, así como su promedio, asociados a la especie de *Eimeria*.

Cuadro 10. Especie de *Eimeria*, tamaño y prevalencia de diagnóstico en las granjas de los tres municipios estudiados.

Especie de <i>Eimeria</i>	Tamaño medio µm	Amecameca (n=651)	Cocotitlán (n=467)	Temamatla (n=281)
		Prevalencias		
<i>E. intestinalis</i>	25×17.6 [22.5-27.5×12.5-22.7]	92	19	47
<i>E. vej dovskyi</i>	32.5×21.2 [32.5×17.5-25]	2	11	16
<i>E. coecicola</i>	35×19.7 [35×15-22.5]	77	44	18
<i>E. stiedai</i>	37.5×18.7 [37.5×17.5-20]	6	6	29
<i>E. media</i>	30×17.5 [30×17.5]	-	17	7
<i>E. perforans</i>	22.5×16.2 [20-25×12.5-20]	32	73	7
<i>E. magna</i>	37.5×22.5 [37.5×20-25]	45	37	72
<i>E. exigua</i>	15×15 [12.5-17.5×12.5-17]	67	-	44
<i>E. irresidua</i>	38.7×22.5 [37.5-40×20-25]	45	2	61
<i>E. piriformis</i>	30×17.5 [30×17.5]	-	17	19
<i>E. flavescens</i>	30×25 [30×25]	6	-	-

(n) = Población muestra estudiada.

En la figura 8. Se muestra el porcentaje de infecciones por una o más especies de *Eimeria spp* en conejos de Amecameca, Cocotitlán y Temamatla Estado de México.

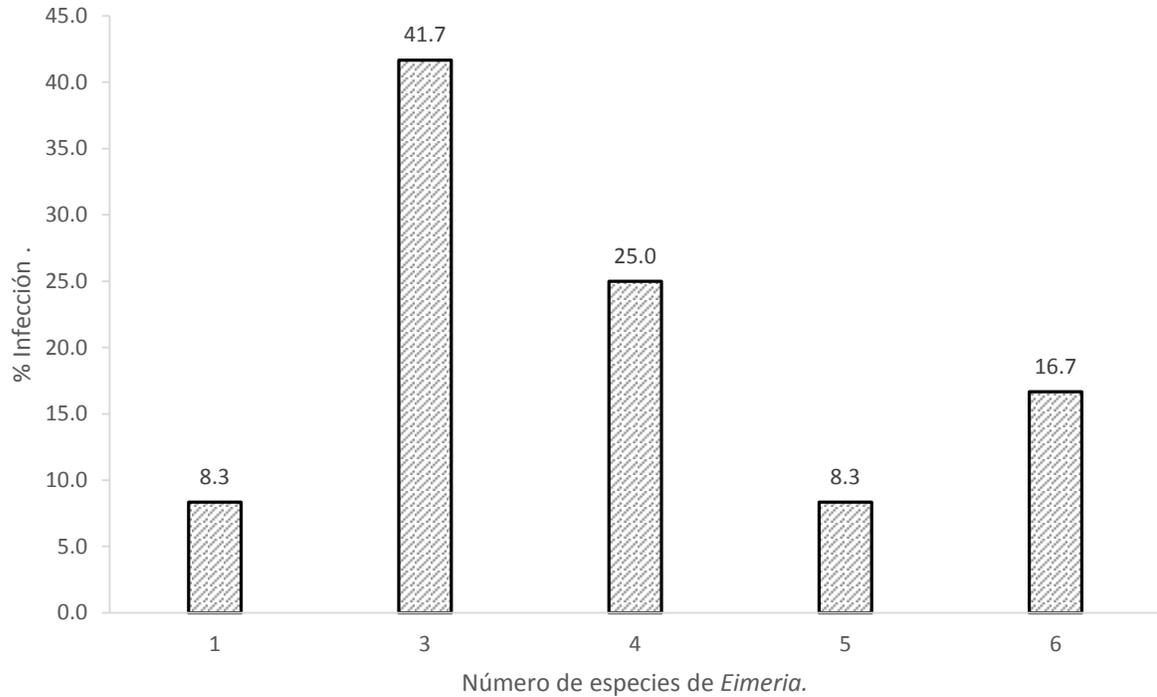


Figura 8. Porcentaje de infección por una o más especies de *Eimeria* en conejos del Sur-Oriente del Estado de México. (Ejemplo: 41.7% de las infecciones cursaron con infección producida por 3 tipos diferentes de coccidios).

8. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.

En el presente estudio, se obtuvieron las tasas de prevalencia de las endoparasitosis que afectaron a conejos domésticos en unidades de producción del sur-oriente del Estado de México durante el año del 2013.

Del total de las 1 399 muestras; la tasa anual determinada fue de 49.1%, dato que contrasta con el reportado en un estudio realizado en Polonia donde se observó una tasa anual de 79.5% en animales a nivel de rastro (Szkucik *et al.*, 2013).

Se calcularon las frecuencias anuales de endoparasitosis en las unidades de producción; éstas indican una tasa de 48.23% de conejos infectados por distintas especies de parásitos que afectan al tubo gastrointestinal en Amecameca; 45.82% de conejos afectados en Cocotitlán y 60.14% de casos en Temamatla. Esto puede compararse con los reportes Szkucik y colaboradores en el 2013, quienes identificaron una prevalencia de 79.56% de conejos infectados a nivel de rastro en Polonia. En otra investigación realizada por Rodríguez-De Lara *et al*; 2007, en la ciudad de México, determinaron una prevalencia de 28.57% de endoparásitos en conejos Nueva Zelanda provenientes del Centro de Investigación Científica del Estado de México; lo que coloca a las prevalencias obtenidas en este trabajo por encima del reporte de Rodríguez-De Lara *et al*; 2007 y por debajo de lo reportado por Szkucik *et al*; 2013.

Las especies de parásitos más frecuentes fueron coccidios, con una prevalencia anual de 48%; lo anterior es importante debido a que se sabe que infecciones concurrentes causadas por coccidios pueden provocar cuadros clínicos importantes como anorexia, indigestión, mala absorción de nutrientes, deshidratación, diarrea e incluso muerte; aunado a esto si los conejos se encuentran bajo condiciones de

estrés todos los signos mencionados pueden acentuarse (Freitas *et al*, 2010). En relación con la prevalencia de ooquistes detectada en este trabajo; Ming-Hsien y Hong-Kean en el 2009 llevaron a cabo una investigación en Taiwan, en donde determinaron una tasa anual de 16% de conejos afectados por distintos tipos de coccidios. Por otra parte (Jing *et al.*, 2012); en China obtuvieron la tasa global de coccidios en conejos en crecimiento (4-12 semanas de edad) está se halló en 32.1% lo anterior ubica a nuestros resultados 15.9% y 32% respectivamente por encima de los hallazgos reportados en los mencionados países.

Los resultados también indican que los animales diagnosticados presentaban infecciones mixtas, principalmente con parásitos del género *Eimeria*; cabe señalar que se diagnosticaron desde una hasta seis especies de ooquistes coinfectando a los conejos muestreados. Situación que concuerda con lo reportado por El-Shahawi y colaboradores (2012) en Egipto, donde identificaron la existencia de infecciones mixtas hasta con ocho diferentes tipos de ooquistes; por su parte, Jing y colaboradores (2012), en China, demostraron que la mayoría de las granjas afectadas presentaban infecciones desde dos hasta ocho especies diferentes de ooquistes, en Taiwan también existen reportes similares, con infecciones causadas por seis especies diferentes de eimerias (Ming-Hsien y Hong-Kean, 2009).

Por otra parte, en estudios realizados en Francia por Grez *et al*, 2003; reportaron un incremento de casos de coccidiosis en primavera, otoño e invierno, especialmente en animales en desarrollo, información que contrasta con los resultados de la presente investigación donde la tasa de endoparasitosis se vio acentuada en las estaciones de otoño e invierno y los casos menos frecuentes fueron en primavera y verano; esto puede explicarse debido a que las enfermedades endoparasitarias

están condicionadas por el tipo de localización geográfica y densidad de población, lo que conlleva a tener un gran número de individuos los cuales tendrán un incremento del estrés situación que hará menos eficiente el sistema inmunológico y aumentará la probabilidad de enfermar de los conejos en desarrollo (Pérez-Martínez y Betancourt, 2010).

En lo referente al número de especies diferentes de *Eimeria* que coinfectaron a los conejos, estas fueron constantemente producidas por varias especies de ooquistes y únicamente en la granja perteneciente al municipio de Temamatla se diagnosticó un solo tipo de *Eimeria* en el periodo de primavera, esta información es consistente con los reportes publicados por Oncel *et al* (2011), El-Shahawi *et al* (2012), Jing *et al* (2012) y Krzysztof *et al* (2013), quienes mencionan que las infecciones producidas por más de un tipo de *Eimeria* ocurren con frecuencia.

Referente a la carga de coccidios, se hizo el cálculo de ooquistes por gramo de heces (OGH), de las diferentes unidades de producción estudiadas a lo largo del periodo. La carga mayor y menor en las unidades de producción fueron; en Amecameca una carga promedio de 5 358.82 OGH en la estación de invierno, y 116.66 OGH en primavera; en Cocotitlan, se identificaron 7 736.47 OGH en verano y 496.87 OGH en primavera; por último en Temamatla las cargas fueron 14 415 OGH en la estación de invierno y 750 OGH en la estación de primavera. Los datos de este trabajo pueden ser comparados con reportes de Jing y colaboradores, (2012) quienes encontraron en granjas con menos de 1 000 animales una concentración promedio de ooquistes por gramo de heces de 23 514 de manera global y en animales en periodo de engorda de 14 842, lo anterior puede deberse a las características heterogéneas de las granjas muestreadas por Jing, las cuales

fueron como se mencionó en China, en 48 granjas repartidas en 14 provincias y con diferentes razas de conejos.

Es importante señalar de manera adicional que en Temamatla se diagnosticaron huevos de *Strongyloides papillosus*, con una tasa del 11.66%; este último dato puede concordar con lo reportado por Epe y colaboradores en el 2004, quienes determinaron una tasa de prevalencia del 9% en conejos parasitados por *S. papillosus* en Alemania. Por otra parte, George y Quiroz en 1991, en un estudio llevado a cabo en Tlaxcala, encontraron una tasa de 9.31% de ovinos parasitados por *Strongyloides papillosus*, lo anterior es importante puesto que los ovinos pueden producir infecciones cruzadas las cuales afectan conejos tanto silvestres como domésticos.

Se hace énfasis en este tipo de parasitosis, puesto que en investigaciones realizadas en Japón por Taira y colaboradores en el año de 1991, indican que los conejos son altamente susceptibles a *Strongyloides papillosus*, produciendo mortalidad de los animales en las unidades de producción cunícola.

Nwaorgu y Connan en 1980, señalan que los conejos se infectan unos a otros con mayor facilidad cuando cohabitan por lo menos dos o tres conejos en una misma jaula además de estar en contacto con pasto y agua contaminados con heces las cuales pueden contener larvas infectantes o huevos del parásito.

Entre los diversos parásitos encontrados, se pudo identificar huevos con características morfométricas compatibles con el género de los Oxiuridos. Al igual que lo reportado para las *Eimerias*, existe variabilidad importante en las prevalencias de este parásito, tomando en cuenta que en el presente trabajo la tasa obtenida en la época de invierno fue de 10%; no obstante, en una investigación

realizada en Brasil por Magalhães y colaboradores (2004), reportaron una prevalencia de 3.03% de huevos de Oxiúridos (*Passalurus ambiguus*) en conejos domésticos (*Oryctolagus cuniculus*) y conejos silvestres (*Sylvilagus brasiliensis*). En Alemania Frank y colaboradores reportaron una prevalencia de 68%; la cual supera la medida de tasa obtenida en este estudio la cual fue del 10%. En otro estudio realizado por Rinaldi y colaboradores en el 2007 la prevalencia fue de 82.3% de conejos infectados con este parásito en la región sur de Italia, lo que corrobora que dependiendo de la latitud, época del año y estado fisiológico de los animales, las prevalencias podrían presentar cambios. Por otra parte en Alemania fueron colectadas 50 muestras de heces de conejos silvestres, de las cuales se reportaron tasas de 68% del parásito *Passalurus ambiguus* durante los meses de octubre y noviembre, dato que también contrasta con este estudio en donde se presentó en invierno y con una tasa del 10%.

Las parasitosis diagnosticadas convergen en factores como la mala higiene en las instalaciones, incluyendo alimento y agua contaminados, gran cantidad de humedad, acumulación de heces principalmente en jaulas, hacinamiento y mala ventilación, lo cual puede incrementar el nivel de estrés afectando de esta manera el estado inmunitario de los conejos y como consecuencia que estos sean más susceptibles de enfermar (Ming y Hong, 2009; Jing *et al.*, 2012; Krzysztof, *et al.*, 2013).

Como se pudo observar durante las diferentes visitas a las granjas estudiadas, estas presentaron problemas importantes de higiene y manejo de la bioseguridad, entre estos problemas podemos mencionar que los comederos y bebederos se encuentran sucios, jaulas con heces y desechos de alimento y forraje pegados a los

pisos de las jaulas y acceso libre para los integrantes de la familia a la unidad de producción.

8.1 Conclusion.

En virtud de la importancia creciente que tiene la cunicultura como fuente de proteína animal para el humano, es importante garantizar su calidad higiénica en dos vertientes, la primera para mejorar la productividad de las unidades de producción pecuarias y la segunda para garantizar un producto inocuo en beneficio de los consumidores.

Es necesario implementar buenas prácticas de medicina preventiva consistentes en mejorar los niveles de prevención primaria, implementar prácticas de limpieza de las instalaciones, utilizar jaulas especiales con pisos de alambre y charola sanitaria, proporcionar agua en bebederos y comederos especiales y que estos sean lavados de manera continua.

Por su parte la adición de medidas puntuales de prevención secundaria, como lo son el diagnóstico parasitológico programado, permitirá establecer de manera oportuna niveles de prevención de tercer nivel como la adición terapéutica de coccidiostatos y antiparasitarios.

Se deben seguir realizando trabajos de vigilancia epidemiológica para conocer el comportamiento de la tasa de éstas y otras parasitosis en las granjas cunícolas de las diferentes regiones del país con el fin de poder establecer programas de prevención y control de las mismas.

REFERENCIAS.

1. Abdel-Azeem, S; Abdel-Baki; Al-Quraishy S. (2013). Prevalence of Coccidia (*Eimeria spp.*) Infection in Domestic Rabbits, *Oryctolagus cuniculus*, in Riyadh, Saudi Arabia. Pakistan J. Zool 45: 1329-1333.
2. Asociación Nacional de Cunicultores. (Acceso el 23 de julio de 2013) disponible en: <http://www.cunicultura.org.mx/produccion.php>
3. Berdeja, G.S. 1994. Tasa e identificación de especies del género *Eimeria* en conejos en San Gregorio Cuautzingo, Chalco, Estado de México. México: FMVZ-Universidad Nacional Autónoma de México. p.p. 36.
4. Besné, M.A; Figueroa, C.J; Quiroz, R.H; Ramírez, G.A; Ramos, M.E. 2006. Manual de Prácticas de Laboratorio de Parasitología. México: FMVZ, Universidad Nacional Autónoma de México. p. 36-47.
5. Berto-Moran, A; Palacios, I; Serrano, E; Moreno, S; Rouco, C. (2013). Coccidian and Nematode infections influence Prevalence of Antibody to Myxoma and Rabbit Hemorrhagic Disease Viruses in European Rabbits. Journal of Wildlife Diseases. 49: 10-17.
6. Bowman, D.D. 2009. Parasitology for veterinarians. USA. Saunders. Elsevier. p. 191.
7. Bowman, D.D. 2011. Parasitología para veterinarios. España: Elsevier. p. 64-67.
8. Castellanos, E.F; Kirchner, S; Usami, O; Paulín, T; López, G; Solís, C; Ávalos, M.R. 2010. Conejos. México: Trillas. p. 11, 102.
9. Cordero, C.M; Rojo, V.F; Martínez, F.A; Sánchez, A.C; Hernández, R.S; Navarrete, L.I; Díez, B.P; Quiroz, R.H; Carvalho, V.M. 2001. Parasitología Veterinaria. Madrid: McGraw-Hill, Interamericana. p. 243
10. Coudert, P; Licois, D; Drouet-Viard, F. (1995) *Eimeria spp* and Isospora. *Eimeria spp* species and strains of rabbits. Eckert J; Braun R; Shirley M.W; Coudert P. Luxemburgo: Biotechnology. Guidelines on Techniques in Coccidiosis Research. Office for official publications of the European communities. p. 52-73.

11. El-Shahawi, GA; El-Fayomi, HM; Abdel-Haleem, HM. (2012). Coccidiosis of domestic rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) in Egypt: light microscopic study. *Parasitology Research*. 110: 251–258.
12. Epe, C; Coati, N; Schnieder, T. (2004). Results of parasitological examinations of faecal samples from horses, ruminants, pigs, dogs, cats, hedgehogs and rabbits between 1998 and 2002. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift*. 6: 243-247.
13. Frank, R; Kuhn, T; Mehlhorn, H; Rueckert, S; Pham, D; Klimpel, S. (2013). Parasites of Wild Rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) from an urban area in Germany, in relation to worldwide results. *Parasitology Research*. 112: 4255-4266.
14. Freitas, L.F; Yamamoto, L.B; Freitas, L.W; Almeida, S.K; Machado, Z.R; Machado, R.C. (2010). *Eimeria stiedai*: metabolism of lipids, proteins and glucose in experimentally infected rabbits, *Oryctolagus cuniculus*. *Brazilian Journal of Veterinary Pathology*. 3: 37-40.
15. Foreyt, W.J. 2001. *Veterinary Parasitology, Reference Manual*. USA: Blackwell. p. 3-10.
16. George, S.S; Quiroz, R.H. (1993). Frecuencia de parásitos gastrointestinales, pulmonares y hepáticos en ovinos de la Magdalena Soltepec, Tlaxcala. México. 24. p. 195-198.
17. Google heart. 2014. Google Heart. US Department of State Geographer. Landsat. SIO; NOAA; U.S. Navy; NGA; GEBCO. Disponible en: <https://www.google.es/intl/es/earth/index.html>
18. Grez, V; Voza T; Chabaud, A; Landau, I. (2003). Coccidiosis of the Wild Rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) in France. *Parasite*. 10: 51-57.
19. Hammer Ø; Harper, D.A.T; Ryan, P.D. (2001) PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Paleontological Electrónica*. Disponible en: http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm. Consultado el 5 de febrero de 2012.

20. INEGI (acceso el 20 de julio de 2013). Disponible en: <http://mapserver.inegi.org.mx/mgn2k/>; 22 de julio de 2009.
21. Jaramillo, A.J; Martínez, M.J. 2010. Epidemiología veterinaria. México: Manual Moderno. p. 113.
22. Jing, F; Yin, G; Liu, X; Suo, X; Qin, Y. (2012). Large-scale survey of the prevalence of *Eimeria* spp infections in domestic rabbits in China. *Parasitology Research*. 110: 1495–1500.
23. Krzysztof, S; Pzy-Lukasik, R; Oktawian, S.K; Paszkiewicz. (2013). Occurrence of gastrointestinal parasites in slaughter rabbits. *Parasitology Research*. 113: 59-64.
24. Kvičero, J; Pakandl, M; Hypsa, V. (2008). Phylogenetic relationships among *Eimeria* spp spp. (Apicomplexa, Eimeriidae) infecting rabbits: evolutionary significance of biological and morphological features. *Parasitology*. 135: 443–452.
25. Lebas, F; Coudert, P; de Rochambeau, H; Thebault, R.G. 1996. El conejo, cría y patología. Roma: ONU-FAO. p. 156.
26. Lennox, M.A; Kelleher, S. (2009). Bacterial and Parasitic Diseases of Rabbits. *Vet Clin Exot Anim*. 12. p. 519-530.
27. Liéban, H.E; López, A.M; Mendoza, G.P; Aguilar, M.L. 2011. Manual de Diagnóstico para la Identificación de Larvas de Nematodos Gastrointestinales en Rumiantes. México: INIFAP. p. 17-43.
28. Lytvynets, A; Langrova, I; Lachout, J; Vadlejch, J. (2013). Detection of pinworm eggs in the dust of laboratory animals breeding facility, in the cages and on the hands of the technicians. *Laboratory Animals*. 47: 71-73.
29. Magalhães, P.R; Corrêa, G.D; Caldas, M.R; Torres, G.C; Noronha, D. (2004). Helminths of rabbits (*Lagomorpha*, *Leporidae*) deposited in the Helminthological Collection of the Oswaldo Cruz Institute. *Revista Brasileira de Zoologia*. 21 (3): 599-604.
30. Millan, J; Casáis, R; Delibes, M.M; Calvete, C; Rouco, C; Castro, F; Colomar, V; Casas, D.E; Ramírez. E; Moreno, S; Prieto, J.M; Villafuerte, R. (2011).

- Widespread exposure to *Sarcoptes scabiei* in wild European rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) in Spain: *Veterinary parasitology*. 183: 323-329.
31. Ming, H.L; Hong, K.O. (2009). Fecal occult blood manifestation of intestinal *Eimeria spp.* Infection in rabbit. *Veterinary Parasitology*. 161: 327-329.
 32. Nonga, X; Fangc, C; Wanga, J; Gua, X; Yanga, D; Liud, L; Fua, Y; Zhanga, R; Zhenga, W; Penge, X; Wanga, S; Yanga, G. (2011). Acaricidal activity of extract from *Eupatorium adenophorum* against the *Psoroptes cuniculi* and *Sarcoptes scabiei* in vitro. *Veterinary Parasitology*. 187: 345-349.
 33. Nwaorgu, O.C; Connan, R.M. (1980). The importance of arrested larvae in the maintenance of patent infections of *Strongyloides papillosus* in rabbits and sheep. *Veterinary Parasitology*. 7: 339-346.
 34. Ocadíz, G.J. 2003. *Epidemiología en Animales Domésticos; Control de Enfermedades*. México: Trillas. p. 13.
 35. OIE. 2013. Manual de las Pruebas de Diagnóstico y de las Vacunas para los Animales Terrestres. 1: 1-10. Disponible en: <http://www.oie.int/en/international-standard-setting/terrestrial-manual/>
 36. Olivares, O.J; Rodríguez, D.J; Cortés, S.S. 2001. Técnicas helmintológicas veterinarias. México: Universidad Autónoma Metropolitana. p. 37.
 37. Oncel, T; Gulegen, E; Senlik, B; Bakirci, S. (2011). Intestinal Coccidiosis in Angora Rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) Caused by *Eimeria intestinalis*, *Eimeria perforans* and *Eimeria coecicola*. *YYU Vet Fak Derg*. 22: 27-29.
 38. Pérez-Martínez. M; Betancourt, A.M. (2010). Coccidiosis Hepática en el conejo: aspectos ambientales y clínico-patológicos. *CIENCIA ergo sum*. 17: 269-276.
 39. Permin A; Hansen J. 1998. The epidemiology, diagnosis and control of poultry parasites. In: *FAO Animal Health Manual*. Rome, FAO. 4: p. 6, 74-82, 89-103.
 40. Quiroz, R.H. 1987. Parasitología y enfermedades parasitarias de animales domésticos. México: Limusa. p. 158-162, 508.
 41. Rinaldi, L; Russo, T; Schioppi, M; Pennacchio, S; Cringoli, G. (2007). *Passalurus ambiguus*: new insights into copromicroscopic diagnosis and circadian rhythm of egg excretion. *Parasitol Research*. 101: 557-561.

42. Rodríguez-De Lara, R; Cedillo-Peláez, C; Constantino-Casas, F; Fallas-López, M; Cobos-Peralta, M.A; Gutiérrez-Olvera, C; Juárez-Acevedo, M; Miranda-Romero, L.A. (2007). Studies on the evolution, pathology, and immunity of commercial fattening rabbits affected with epizootic outbreaks of diarrhoeas in Mexico: A case report. *Research in Veterinary Science*. 84: 257-268.
43. Rosell, M.J; Dronda, M.A; De la Fuente, L. 2000. *Enfermedades del conejo, Dermatología*. España: Mundi-Prensa. p. 371-378.
44. Saunders, R.A; Davies, R.R. 2005. *Notes on rabbit internal medicine*. UK: Blackwell Publishing. p. 380-386.
45. Soulsby, E.J. 1968. *Helmints, arthropods and protozoa of domesticated animals*. London: Williams and Wilkins. p. 676-682.
46. Szkucik, K; Pyz-Lukasik, R; Szczepaniak, K.O; Paszkiewicz, W. (2014). Occurrence of gastrointestinal parasites in slaughter rabbits. *Parasitology Research*. 113: 59-64.
47. Taira, N; Minami, T; Smitanon, J. (1991). Dynamics of faecal eggs counts in rabbits experimentally infected with *Strongyloides papillosus*. *Veterinary Parasitology*. 39: 333-336.
48. Taylor, M.A; Coop, R.L; Wall, R.L. 2007. *Veterinary Parasitology*. UK: Blackwell Publishing. p.p. 133, 604-618, 1381.
49. Thrusfield, M. 2005. *Veterinary Epidemiology*. U.K.: Blackwell Publishing. p.p. 37.
50. Walton, F.S; Currie, J.B. (2007). Problems in diagnosis scabies, a global disease in human and animal populations. Australia: American Society of Microbiology. 20: 268-279.
51. Wayne, M.S; Meek, H.A; Willeberg, P. 1997. *Epidemiología Veterinaria*. Zaragoza: Acribia. p. 3-4.

ANEXOS.

Anexo 1.

Prevalence of *Eimeria spp* in backyard farms in a region of high potential of broiler rabbit production from Mexico during annual seasons

Anexo 2.

COCCIDIOSIS EN CONEJOS DE ENGORDE, UN ENFOQUE BIOLÓGICO Y EPIDEMIOLOGICO

Anexo 1.

**Prevalence of *Eimeria spp* in backyard farms in a region of high potential of broiler
rabbit production from Mexico during annual seasons**

Anexo 2.

***COCCIDIOSIS EN CONEJOS DE ENGORDE, UN ENFOQUE BIOLÓGICO Y
EPIDEMIOLÓGICO***

De: "Mariarosaria Taddeo" <m.taddeo@izs.it>

Fecha: 20 de septiembre de 2014 22:52:49 GMT-5

Para: "Dr. Juan Jose Perez-Rivero" <jjperez1_1999@yahoo.com>

Asunto: [VetIt] Submission Acknowledgement

Dear Dr Dr. Juan Jose Perez-Rivero,

Thank you for submitting the manuscript "Prevalence of Eimeria spp in backyard farms in a region of high potential of broiler rabbit production from Mexico during annual seasons" to Veterinaria Italiana. With the online journal management system that we are using, you will be able to track its progress through the editorial process by logging in to the journal web site:

Manuscript URL:

<https://veterinariaitaliana.izs.it/index.php/VetIt/author/submission/443>

If you have any questions, please contact me. Thank you for considering this journal as a venue for your work.

Best regards,

Mariarosaria Taddeo
Veterinaria Italiana

--

Dr Mariarosaria Taddeo
Associate editor - Veterinaria Italiana
Istituto Zooprofilattico Sperimentale dell'Abruzzo e del Molise 'G.
Caporale'
Campo Boario
64100 Teramo, Italy
http://www.izs.it/vet_italiana/index.htm

De: "Revista Contactos" <cts@xanum.uam.mx>

Fecha: 21 de septiembre de 2014 20:19:28 GMT-5

Para: jjperez1_1999@yahoo.com

Asunto: This is an autoreply...[Re: Imagenes art div. 2]

Cualquier información sobre artículos aceptados, enviados o por enviar llamar a: Dirección de Ciencias

Básicas e Ingeniería, teléfono: 5804-4601.

--

Usuario de webmail de XANUM.UAM.MX

Prevalence of *Eimeria spp* in backyard farms in a region of high potential of broiler rabbit production from Mexico during annual seasons

Running Title: Prevalence of *Eimeria spp* in broiled rabbit backyard farms

Obed Salaaan Ladron de Guevara¹, Juan Jose Perez-Rivero^{2,*}, Mario Perez-Martinez³, Fernando Ivan Flores-Perez⁴, Evangelina Romero-Callejas⁵

¹ Programa de Maestría en Ciencias de la Producción y de la Salud Animal,
Universidad Nacional Autónoma de México.

^{2,*} Departamento de Producción Agrícola y Animal, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, Ciudad de México. Corresponding author*: jjperez1_1999@yahoo.com

³ Departamento de Morfología, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México.

⁴ Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

⁵ Departamento de Parasitología, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México.

Prevalence of *Eimeria spp* in backyard farms in a region of high potential of broiler rabbit production from Mexico during annual seasons

Running title: Prevalence of *Eimeria spp* in broiled rabbit backyard farms

Abstract

The cuniculture has become an important source of animal protein in many countries. The coccidiosis is the most common parasitic disease of the rabbits and is responsible for severe economic losses for breeders. Rabbit coccidiosis is caused by 11 species of the genus *Eimeria*, which vary considerably in terms of their morphology and pathogenicity. The aim of this study was to evaluate prevalence of *Eimeria spp* in backyard farms from Mexico during annual seasons. Cross-sectional sampling was performed in young rabbits (20 to 60 days of age) with diarrhea history, from three municipalities located in the south-east region from the State of Mexico. Flotation and Mc Master techniques were performed; oocysts were sporulated and measured for morphometric identification. The highest prevalence of *Eimeria* was found in autumn (75%) in Temamatla and winter (88%) in Amecameca, being the lower prevalence in spring (5%) in Temamatla. In terms of their pathogenicity *E. intestinalis* was the more pathogen found in this study, being the annual prevalence of 11.3%. It is important to continue with studies of prevalence in other regions of the State of Mexico, in order to understand the pattern of presentation and distribution of the *Eimeria spp* infection.

Key Words: *Eimeria spp*, Prevalence, Rabbits (*Oryctolagus cuniculus*), Backyard Farms

Broiler rabbit production has become an important source of animal protein and has grown considerably in the past few years in many development countries such as Mexico. The success of the rabbit industry depends on many factors like a good health condition (Varga 1982).

Coccidiosis is the most common parasitic disease of rabbits and is responsible for severe economic losses to the industry each year, since this infection causes serious health problems due to the diarrhea, reduction of food intake and, as a result, loss of body weight, which affects the general metabolism.

Infections with 100,000 oocysts can cause mortality around 80% (Freitas *et al.* 2010, Pakandl 2009). In rabbits experimentally exposed to 50,000 oocysts of sporulated *E. estidae* for 32 days, observed a decrease of 69% in weight gain (Abu-Akkada *et al.* 2010).

Rabbit coccidiosis is caused by 11 species of the genus *Eimeria* (*E.*): *E. coecicola*, *E. exigua*, *E. flavescens*, *E. intestinalis*, *E. irresidua*, *E. magna*, *E. media*, *E. perforans*, *E. piriformis*, *E. stiedai* and *E. vejnovskyi*, which vary considerably in terms of their morphology and pathogenicity (Kvicerova *et al.* 2008).

Eimeria spp transmission is fecal–oral, through contaminated food, water, caging, as well as other fomites which serve as common means of spreading intestinal coccidian (Kvicerova *et al.* 2008). The morbidity and mortality of this disease in growing rabbits are between 60 to 90% (Jing *et al.* 2011; Boag *et al.* 2001, Cere *et al.* 1996). The rabbit breeding is a livestock activity in full development in the south east area of the State of Mexico, the aim of this study was to evaluate the prevalence of *Eimeria spp* in backyard broiler rabbit farms during annual seasons.

Cross-sectional sampling was performed during 2013 in an area of 21.67 km² comprised between the municipalities of: Amecameca (19°06'42.0"N - 98°45'29.5"W), Cocotitlán (19°13'58.3"N - 98°51'23.7"W) and Temamatla (19°12'04.6"N- 98°51'50.3"W) located in the south-east region of the State of Mexico. This region has an average temperature of 14.7 °C and a rainy season during the summer reaching 900 mm of rainfall in the year. A backyard farms with a history of frequent diarrhea in rabbits were selected randomly in every municipality to conduct the sampling.

In Cocotitlan and Temamatla farms the rabbits were fed with alfalfa (*Medicago sativa*) from the region and only some farms provided commercial balanced food and water *ad libitum*. In Cocotitlan and

Temamatla farms their owners additionally provided vegetable leftovers. The rabbits for fattening used during the study were from 20 to 60 days of age and were kept in wire cages.

1399 rabbits were sampled during the four seasons, there were obtained fecal samples from each studied farm. Samples were taken of all the animals in fattening stage, from Amecameca were obtained 651 samples, from Cocotitlan 467 samples, and from Temamatla 281 samples. They were obtained from the cage floor (Papeschi *et al.* 2013) and immediately stored in plastic bags and delivered to the laboratory.

The samples were kept at 4 °C until their analysis for the presence of *Eimeria spp* oocysts by Flotation and Mc Master techniques with 10 × microscope objective (Permin and Hansen 1998, Coudert *et al.* 1995). Moreover, oocysts were sporulated in 2.5% potassium dichromate placed in Petri Dishes at room temperature. The length and width of sporulated oocysts were measured using a light microscope (Carl Zeiss) equipped with an eyepiece micrometer with 20 × objective to identify the species of *Eimeria* between seasons, following the morphometric criteria of Kvicerova (2008).

Prevalence was calculated with a confidence interval of 95% and the differences between groups were compared using the one-way ANOVA test and the Tukey test. The number of oocysts per gram of feces was compared with the Mann Whitney test during each season. The statistical analysis was conducted using the Palaeontological Statistics (PAST), ver. 1.81 program with a significant value of $P < 0.05$.

The prevalence of the different *Eimeria* species was highly variable throughout the year ($P < 0.05$) between the municipalities and the seasons of the year, the highest prevalence of *Eimeria* was found in autumn (75%) in Temamatla and winter (88%) in Amecameca, being the lower prevalence in spring (5%) in Temamatla. With regard to the concentration of oocysts per gram of feces (OPG), we observed the least quantity of OPG in Temamatla during the autumn (407 OPG) and the highest concentration was found during the summer in Cocotitlan (18330 OPG), however, there were no significant differences ($p > 0.05$) as shown in Table I.

Table I. *Eimeria spp* prevalence \pm confidence interval during the four seasons.

Season	Spring	Summer	Autumn	Winter
Amecameca	12 \pm 6 ^a	43 \pm 8 ^{a,c}	52 \pm 6 ^{b,c}	88 \pm 6 ^{b,c}
OPG	4200 ^a	1053 ^a	1049 ^a	1822 ^a
Cocotitlan	29 \pm 7 ^a	45 \pm 10 ^{a,c}	53 \pm 10 ^{b,c}	47 \pm 8 ^{b,c}
OPG	13900 ^a	18330 ^a	1121 ^a	1432 ^a
Temamatla	5 \pm 6 ^a	61 \pm 10 ^{a,c}	75 \pm 10 ^{b,c}	81 \pm 10 ^{b,c}
OPG	750 ^a	788 ^a	407 ^a	2883 ^a

Confidence interval at 95 of confidence, different superscript letters within a row denote significant differences in the ANOVA and Tukey test $p < 0.05$.

OPG: quantity of oocysts per gram of feces.

It was possible to identify the species of *Eimeria* found in the different municipalities based on its morphology, 7 Species of *Eimeria* were found in 3 municipalities, 3 of them in 2 municipalities and only *E. flavescens* in Amecameca. In terms of their pathogenicity *E. intestinalis* was the more pathogen found in this study, taking the annual prevalence of 14% in Amecameca, 4% in Cocotitlan and in Temamatla 16% as show in Table II.

Table II. Number of rabbits infected with one or more *Eimeria spp.*, according to morphometric characteristics by municipality and year season.

<i>Eimeria spp</i> (pathogenicity)*	Oocyst average length × width (µm)	Amecameca (n=651)	Cocotitlan (n=467)	Temamatla (n=281)
<i>E. itestinalis</i>	25×17.6 (22.5-27.5×12.5-22.7)	92 ^{Sp,Su,A,W}	19 ^{A,W}	47 ^{Su,A,W}
<i>E. vej dovskyi</i>	32.5×21.2 (32.5×17.5-25)	2 ^{Sp}	11 ^{Sp}	16 ^{Su}
<i>E. coecicola</i>	35×19.7 (35×15-22.5)	77 ^W	44 ^{Sp,A}	18 ^{Su}
<i>E. stiedai</i>	37.5×18.7 (37.5×17.5-20)	6 ^W	6 ^{Sp}	29 ^{Su}
<i>E. media</i>	30×17.5 (30×17.5)	-	17 ^{Su,A}	7 ^{Su}
<i>E. perforans</i>	22.5×16.2 (20-25×12.5-20)	32 ^{Sp,W}	73 ^{Su,A,W}	7 ^{Su}
<i>E. magna</i>	37.5×22.5 (37.5×20-25)	45 ^{Su}	34 ^{Sp,Su}	72 ^W
<i>E. exigua</i>	15×15 (12.5-17.5×12.5-17)	67 ^{Su,A,W}	-	44 ^A
<i>E. irresidua</i>	38.7×22.5 (37.5-40×20-25)	45 ^A	2 ^{Sp}	61 ^{Sp,A}
<i>E. piriformis</i>	30×17.5 (30×17.5)	-	17 ^W	19 ^W
<i>E. flavescens</i>	30×25 (30×25)	6 ^W	-	-

Numbers in parentheses shows the range of measures length × width of different *Eimeria spp* oocyst. Superscripts Sp, Su, A and W, indicate spring, summer, autumn and winter respectively.

In a survey conducted in China, the reported coccidian oocysts prevalence was 61.4% in small farms with less than 1000 rabbits (Jing *et al.* 2012). On the other hand, in Saudi Arabia it was reported prevalence of *Eimeria spp* from 73% to 90% (El-Shahawi 2012), in both studies prevalence is very similar to that found in this work where the overall prevalence during the year was 65.4 %.

Different *Eimeria* species have been reported as the most prevalent, for example in China is observed *E. perforans* (35.2%), followed by *E. media* (31%), and *E. magna* (28%), (Jing *et al.* 2012). In Saudi Arabia

the most frequent were *E. coaecicola* (70%), *E. magna* (60%), *E. perforans* (60%), and *E. media* (55%) (Abdel-Baki and Al-Quraishy 2013). In this work the highest prevalence are *E. interstinalis* (11.3%), *E. magna* (11.0%) which present high and mild pathogenesis respectively and are associated with diarrhea in rabbits, and *E. perforans* (8.0%) which causes decrease in feed conversion. There are some overlaps in the *Eimeria* species, however the prevalence is very variable between different studies.

In previous study about domestic and wild rabbits indicated that parasite intensity and prevalence can change during the year due to host age and ingested infective stages (Pakandl 2009).

It has been reported in studies conducted in Europe, that the seasons of the year in which presents an increase in the number of cases are spring, autumn and winter, especially in young individuals, where the susceptibility to infection is determined by the geographic location and population density, since the higher number of individuals in an area increases stress and therefore decreases the effectiveness of the immune system (Perez-Martinez and Betancourt 2010; Grez *et al.* 2003). Moreover, autumn and winter are the seasons with higher prevalence; however, in this study spring was the season in which the lower prevalence was found. This variation could be due by the environmental differences between studied areas (Perez-Martinez and Betancourt 2010; Grez *et al.* 2003). This survey found consistently the presence of more than two *Eimeria spp* throughout the different samplings, only on the farm in the municipality of Temamatla, presence of a single type of coccidia in spring was observed, this information is consistent with the reported by El-Shahawi (2012), Jing (2012) and Oncel (2011) who mentioned that mixed infection with three or more different *Eimeria spp* occurred most frequently (Jing *et al.* 2012, El-Shahawi *et al.* 2012, Oncel *et al.* 2011).

The data obtained in this study conducted in rabbits from 20 to 60 days of age were consistent with the age of most common observation of this disease reported by Papeschi (2013) who mentions that the interval of age where the *Eimeria spp* infection appears with major frequency goes from 46 up to 109 days of life.

On the other hand, poor hygienic conditions were observed in the analyzed rabbit farms, favoring the occurrence of *Eimeria* infections (Jing *et al.* 2012). Same holds true for the farms studied, which makes clear the need to improve the medical practices to control the diarrhea episodes and improving a preventive medicine practices included health education programmes to prevent an outbreak of coccidiosis in the farms. Moreover, it is important to continue with studies of prevalence in this and other

regions of the State of Mexico, in order to understand the pattern of presentation, distribution and pathogenicity of the *Eimeria spp.*

Conflict of interest

The authors declare no potential conflict of interest with respect to the research, authorship and/or publication of this article.

References

- Abdel-Baki A.S.& Al-Quraishy S. 2013. Prevalence of Coccidia (*Eimeria spp.*) Infection in Domestic Rabbits, *Oryctolagus cuniculus*, in Riyadh, Saudi Arabia. *Pakistan J. Zool*, 45,1329-1333.
- Abu-Akkada S.S., Oda S.S. & Ashmawy K.I. 2010. Garlic and hepatic coccidiosis: prophylaxis or treatment?. *Trop Anim Health Prod*, 42,1337–1343.
- Boag B., Lello J.,Fenton A., Tompkins D.M. & Hudson P.J. 2001. Patterns of parasite aggregation in the wild European rabbit (*Oryctolagus cuniculus*). *Int J Parasitol*, 31,1421–1428.
- Cere N., Humbert J.F., Licois D., Corvione M., Afanassieff M. & Chanteloup N. 1996. A New Approach for the Identification and the Diagnosis of *Eimeria spp* media Parasite of the Rabbit. *Exp Parasitol*, 82, 132–138.
- Coudert P., Licois D. & Drouet-Viard F. 1995. *Eimeria spp* and Isospora. *Eimeria spp* species and strains of rabbits. In Eckert J., Braun R., Shirley M.W., Coudert P., (Ed). *Biotechnology. Guidelines on Techniques in Coccidiosis Research*. Office for official publications of the European communities. Luxembourg, 52-73.
- El-Shahawi G.A., El-Fayomi H.M. & Abdel-Haleem H.M. 2012. Coccidiosis of domestic rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) in Egypt: light microscopic study. *Parasitol Res*,110, 251–258.
- Freitas F.L.C., Yamamoto B.L., Freitas W.L.C., Almeida K.S., Machado R.Z. & Machado C.R. 2010. *Eimeria spp* stiedai: metabolism of lipids, proteins and glucose in experimentally infected rabbits, *Oryctolagus cuniculus*. *Braz J Vet Pathol*, 3,37-40.
- Grez, V., Voza T., Chabaud A. & Landau I. 2003. “Coccidiosis of the Wild Rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) in France”. *Parasite*,10, 51-57.
- Jing F., Yin G., Liu X., Suo X. & Qin Y. 2012. Large-scale survey of the prevalence of *Eimeria spp* infections in domestic rabbits in China. *Parasitol Res*,110, 1495–1500.

- Kvicerova J., Pakandl M. & Hypsa V. 2008. Phylogenetic relationships among *Eimeria spp* spp. (*Apicomplexa, Eimeriidae*) infecting rabbits: evolutionary significance of biological and morphological features. *Parasitology*,135,443–452.
- Oncel T., Gulegen E., Senlik B. & Bakirci S. 2011. Intestinal Coccidiosis in Angora Rabbits (*Rryctolagus cuniculus*) Caused by *Eimeria spp* intestinalis, *Eimeria spp* perforans and *Eimeria spp* coecicola. *YYU Vet Fak Derg*, 22,27-29.
- Pakandl M. 2009. Coccidia of rabbit: a review. *Folia Parasitol* ,56, 153–166.
- Papeschi C., Fichi G. & Perrucci S. 2013. Oocyst excretion pattern of three intestinal *Eimeria spp* species in female rabbits. *World Rabbit Sci*,21, 77-83.
- Pérez-Martínez M. & Betancourt-Alonso M.A. 2010. Coccidiosis hepática en el conejo: aspectos ambientales y clínico-patológicos. *CIENCIA ergo sum*,17,269-276.
- Permin A. & Hansen J. 1998. The epidemiology, diagnosis and control of poultry parasites. In: FAO Animal Health Manual. Rome, FAO
- Varga I. 1982. Large-Scale Management Systems and Parasite Polulations: Coccidia in Rabbits. *Vet Parasitol*,11, 69-84.

Septiembre 21 de 2014

Comité editorial

Revista “Contactos”

Presente.

Estimado comité editorial.

Por este conducto envío el artículo de divulgación titulado:

***“COCCIDIOSIS EN CONEJOS DE ENGORDE, UN ENFOQUE BIOLÓGICO Y
EPIDEMIOLÓGICO”***

Para ser considerado dentro de los artículos de divulgación que se publican en su prestigiada revista, cabe mencionar que el tema abordado tiene importancia en la producción de conejos debido al impacto negativo que esta infección ocasiona.

Quedo a sus órdenes para cualquier comentario al respecto y me despido como autor de correspondencia enviándoles un cordial saludo.

Atentamente.

Casa abierta al tiempo



Dr. Juan José Pérez-Rivero Cruz y Celis
Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco
Departamento de Producción Agrícola y Animal.
E mail. jjperez1_1999@yahoo.com y perivet.idea@gmail.com
Teléfono. 54837000 ext. 3658 Fax. 54837238
Calzada del Hueso 1100. Colonia Villa Quietud, Delegación Coyoacán.
Ciudad de México. C.P. 04960.

***COCCIDIOSIS EN CONEJOS DE ENGORDE, UN ENFOQUE BIOLÓGICO Y
EPIDEMIOLOGICO.***

Obed Salaaan Ladrón de Guevara Aguilar¹, Juan José Pérez-Rivero^{2*}, Mario Pérez
Martínez³, Fernando Iván Flores Pérez⁴, Claudia Iraís Muñoz⁵.

1. Programa de Maestría y Doctorado en Ciencias de la Producción y de la Salud Animal UNAM. sal.aa.n@hotmail.com
2. Departamento de Producción Agrícola y Animal. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco. *Autor de correspondencia, jjperez1_1999@yahoo.com Calzada del Hueso 1100, Col. Villa Quietud, Delegación Coyoacán, C.P. 04960, D.F. México.
3. Departamento de Morfología Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia UNAM. perezmtzmario@hotmail.com
4. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. ivanpecuario@gmail.com
5. Departamento de Producción Agrícola y Animal. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco. clau_irais_munos@hotmail.com

Abstract.

The coccidiosis in domestic rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) is a parasitic disease caused by various species of the genus *Eimeria spp*, these microorganisms can cause infections of different severity in the rabbits, deteriorating the health status of individuals. The rabbit production is an activity that is emerging at the global level as a viable option as a source of protein for human consumption. However, infections caused by *Eimeria spp*, often cause stunted growth. In young animals from 20 to 60 days of age, these infections are very acute which can result in death of the animal and cause economic losses to the rabbit breeders.

Key words: rabbits, production, *Eimeria spp*, parasites.

Resumen.

La coccidiosis en conejos domesticos (*Oryctolagus cuniculus*) es una enfermedad parasitaria producida por distintas especies del género *Eimeria spp*, estos microorganismos pueden causar infecciones de diferente severidad en los conejos, deteriorando el estado de salud de los individuos. La cunicultura es una actividad que se perfila a nivel mundial como una opción viable como fuente de proteína para el consumo humano. Sin embargo, las infecciones por *Eimeria spp*, con frecuencia causan retraso en el crecimiento. En los animales jóvenes de 20 a 60 días de edad, estas infecciones son muy agudas lo cual puede producir la muerte del animal y originar pérdidas económicas a los cunicultores.

Palabras clave: conejos, producción, *Eimeria spp*, parásitos.

Introducción.

En años recientes en México se ha observado un aumento en la producción comercial de conejos como fuente de proteína para consumo humano, esto debido a sus bajos niveles de colesterol y grasas. Por otra parte, los conejos también son utilizados como modelo en estudios biomédicos y como animales de compañía no convencionales.

En las unidades de producción pecuaria, los organismos potencialmente patógenos están presentes ya que forman parte del ambiente (Lebas *et al.*, 1996). Dentro de estos, se encuentran los parásitos los cuales pueden infectar tanto de manera interna a los sistemas si digestivo y respiratorio como en forma externa infestando a la piel. (Lennox y Kelleher, 2009).

El conejo doméstico puede ser hospedero definitivo e intermediario de varios géneros de coccidios como el *Cryptosporidium*, la *Besnoitia*, los *Sarcocystis* y el *Toxoplasma*. De la misma manera son afectados por coccidios del género *Eimeria* los cuales, pueden ocasionar pérdidas económicas importantes a la industria canícula (Pakandl, 2009).

Se han descubierto once especies distintas de *Eimeria* en conejos domésticos, diez de estas especies colonizan el tracto intestinal y una más (*Eimeria stiedae*) infecta los conductos biliares. Estas especies de *Eimeria* afectan de diferente manera e intensidad a los conejos, de acuerdo a su grado de patogenicidad, pudiendo causar desde reducción en el crecimiento hasta la muerte (Oliveira *et al.*, 2011).

¿Cómo se infectan los conejos?

Debido a la coexistencia de diversos factores como lo son la presencia del **agente biológico**, **el ambiente** y **un individuo susceptible** de enfermar, todos ellos interrelacionados entre sí, hacen posible que la enfermedad pueda presentarse en un tiempo y lugar determinado (Trhrusfield, 2005). La anterior relación se conoce con el nombre de triada epidemiológica la cual se esquematiza en la Figura 1.



Figura 1. Triada epidemiológica de la coccidiosis en los conejos.

Agente biológico.

Conocido como el primer eslabón de la cadena epidemiológica, el agente biológico, representado en este caso por los protozoarios del género *Eimeria* pertenecientes al *Phylum Apicomplexa (Sporozoa)*, se caracterizan por tener una serie de estructuras internas conocidas como complejo apical, el cual contiene un micrópilo y en ocasiones un granulo polar, los cuales se encuentran en la región superior y generalmente más aguda del oociste (Figura 2 y 3), la mayoría de sus estadios se llevan a cabo de manera intracelular. Dependiendo de la especie que se encuentre infectando varía considerablemente su patogenicidad la cual es su capacidad para producir enfermedad, la cual se describe en el Cuadro 1.

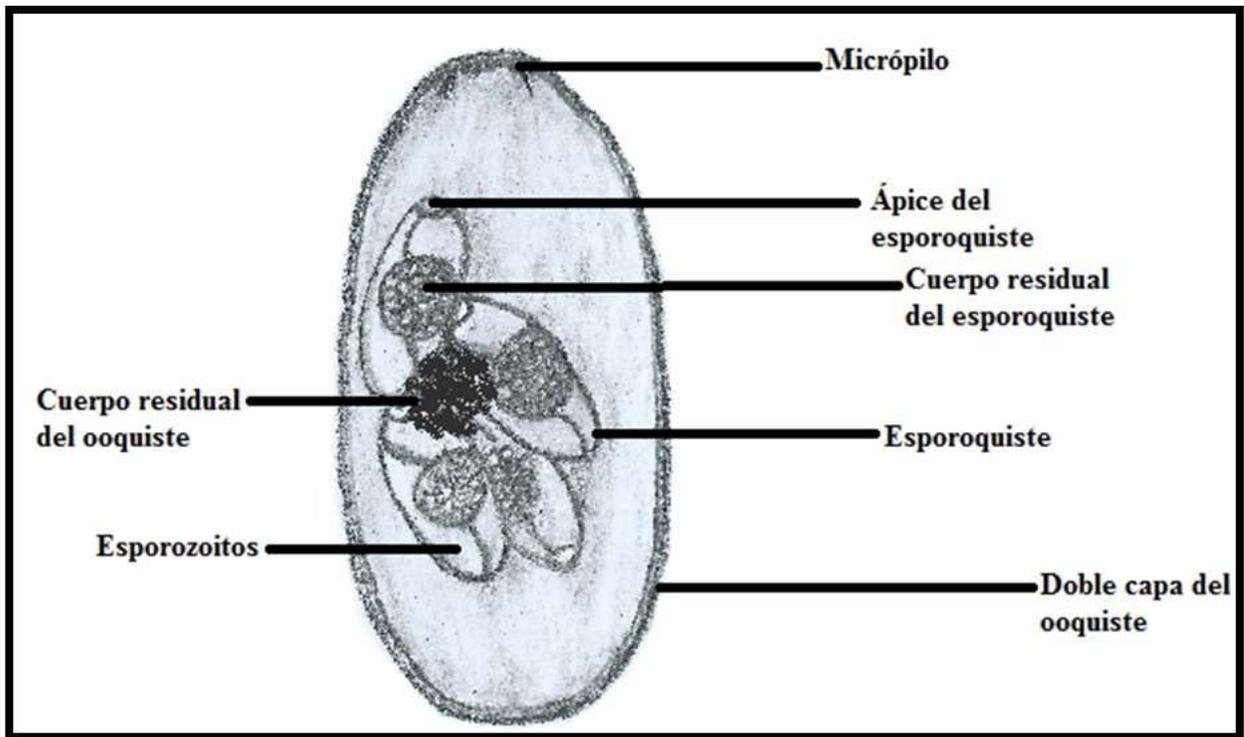


Figura 2. Estructuras y apariencia de un ooquiste del género *Eimeria stiedae*.



Figura 3. Estructuras de un ooquiste de *Eimeria spp.* 1) Complejo apical, Micrópilo, Tapón del micrópilo y ápice polar; 2) Doble capa del ooquiste; 3) Residuo del ooquiste o cuerpo residual del ooquiste; 4) Esporoquiste; 5) Esporozoitos. (Microfotografía de Obed S Ladrón de Guevara Aguilar).

Cuadro 1. Patogenicidad y signos clínicos de los distintos coccidios del conejo*.

Patogenicidad.	Especie de <i>Eimeria</i> .	Signos clínicos.
No patógeno o poco patógeno	<i>E. coaecicola</i> <i>E. exigua</i> <i>E. perforans</i> <i>E. vej dovskyi</i>	Ningún signo de enfermedad o ligera disminución en la conversión alimenticia.
Patógeno	<i>E. Media</i> <i>E. magna</i> <i>E. ir residua</i> <i>E. piriformis</i>	Disminución en la conversión alimenticia. Diarrea constante. Poca o ninguna mortalidad.
Muy patógeno	<i>E. intestinalis</i> <i>E. flavescens</i>	Fuerte disminución de la conversión alimenticia. Diarrea abundante. Mortalidad elevada.

* Modificado de Lebas *et al*, 1996.

El ciclo biológico de las Eimerias

Todo inicia con la ingestión de agua y alimento contaminado con heces que contienen el ooquiste infectante Figura 4, al llegar al estómago y al intestino por acción de los jugos gástricos y enzimas el ooquiste libera a los esporoquistes los cuales liberan a los esporozoitos los cuales ingresan en las células blanco en donde inician un proceso de división o reproducción asexual generando dentro de la célula una estructura llamada trofozoito. A toda esta acción se le se denomina primer estadio del esquizonte que también es conocido como primer esquizogonia, la cual ejerce acción traumática en la célula, liberándose de ella dando salida a unidades infectantes llamadas merozoitos. Cuando los merozoitos penetran en las células blanco, del intestino delgado, ciego, intestino grueso o incluso el hígado, inician otro proceso de reproducción asexual la cual también está considerada dentro de la esquizogonia y a esta etapa también se le conoce como segundo estadio del esquizonte o segunda esquizogonia. Liberada la segunda esquizogonia, esta da paso a las unidades infectantes, las cuales penetran de nuevo a la célula y dependiendo de cada especie de *Eimeria* se llevan a cabo distinto número de esquizogonias, sin embargo, si fuese el último ciclo, los merozoitos se liberarían para penetrar en la célula y dar paso a un proceso de reproducción sexual. El siguiente estadio es la gametogonia, aquí se forman por separado los macro (Hembra) y micro (Macho) gametos. Durante este estadio, los microgametos son liberados de la célula y penetraran en la célula donde se encuentra el macrogameto y así se formará una estructura primaria llamada cigoto. El cigoto es liberado como ooquiste de la célula por acción traumática, llegando a la luz intestinal o vía colédoco-intestino (en el caso que la *Eimeria* afecte al hígado). El ooquiste finalmente es defecado y se repetirá todo el ciclo.

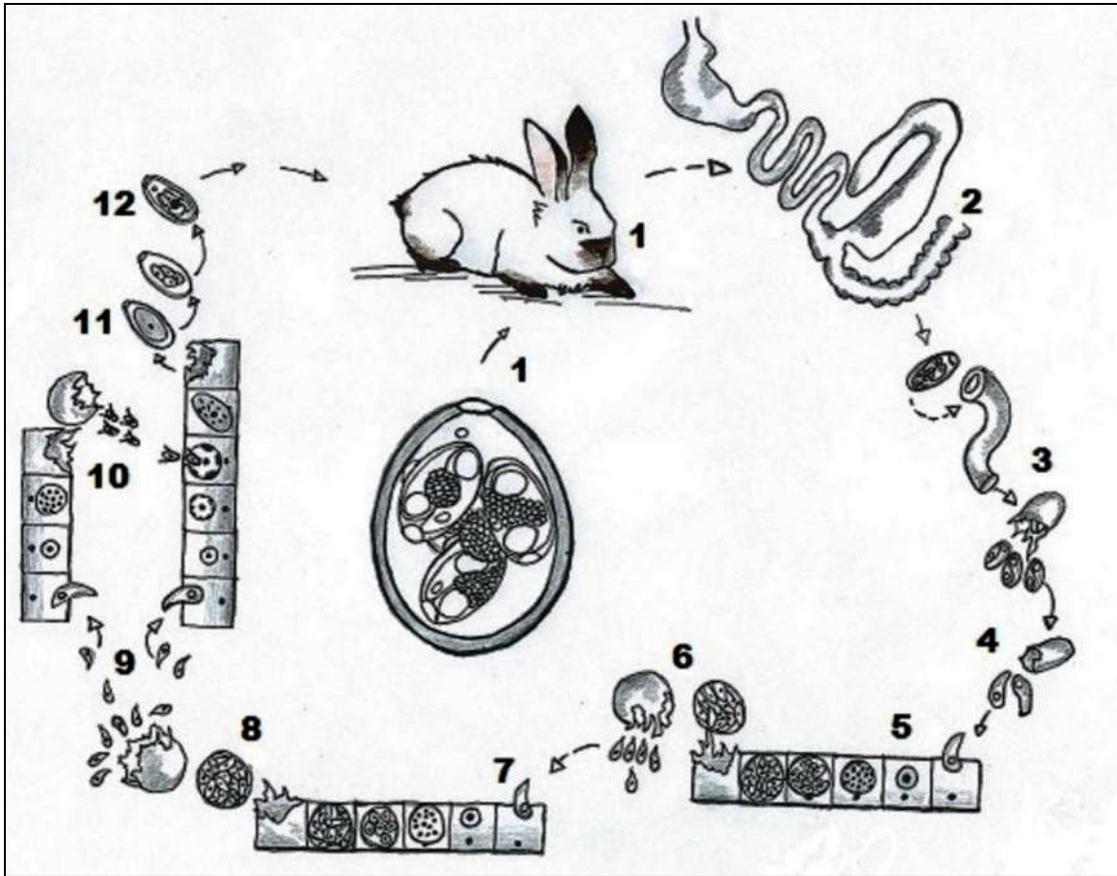


Figura 4. El ciclo biológico de la *Eimeria* spp. La transmisión se lleva a cabo a partir de la ingesta de alimentos contaminados con heces que contiene a los ooquistes esporulados los cuales se desarrollan dentro del aparato digestivo de los conejos, donde se reproducen causan lesiones y son excretados de nueva cuenta en las heces para reiniciar el ciclo infectante.

Ambiente.

Es el medio en el cual el animal susceptible de enfermar y el agente infeccioso habitan e interactúan. Los ooquistes no esporulados al ser liberados en las heces, contaminan el suelo y el agua, permaneciendo en ellas por un tiempo aproximado de 43 horas para esporular y poder infectar a nivel intestinal o hepático. Las condiciones ideales para que esto suceda consisten en una temperatura ambiental entre 18 y 27°C, y la existencia de elevada humedad, lo que se muestra en la Figura 4 (El-Shahawi *et al.*, 2012, Kvičeroва *et al.*, 2008).

Huésped susceptible, lesiones y signos clínicos más frecuentes.

Las once especies de coccidios que pueden afectar a los conejos domésticos presentan diferentes grados de patogenicidad, por lo que pueden causar distintas lesiones tisulares, que dependen directamente de la especie de *Eimeria* y de la cantidad de ooquistes ingeridos. Estas van desde petequias y equimosis, hasta la destrucción de las diferentes estructuras intestinales como lo son las criptas intestinales y las microvellosidades intestinales. Como consecuencia de las lesiones que cada especie de *Eimeria* ocasiona, los conejos parasitados con ooquistes pueden presentar diversos signos clínicos como diarrea con presencia de sangre, baja conversión alimenticia y de peso lo que puede llevar a los individuos infectados hasta la muerte (Taylor *et al.*, 2007, El-Shahawi *et al.*, 2012, Ming-Hsien y Hong-Kean, 2009).

En la figura 5 se muestra la localización topográfica de cada especie de *Eimeria* dentro del tracto intestinal de los conejos en el Cuadro 2 las lesiones y localización de las especies de *Eimeria*.

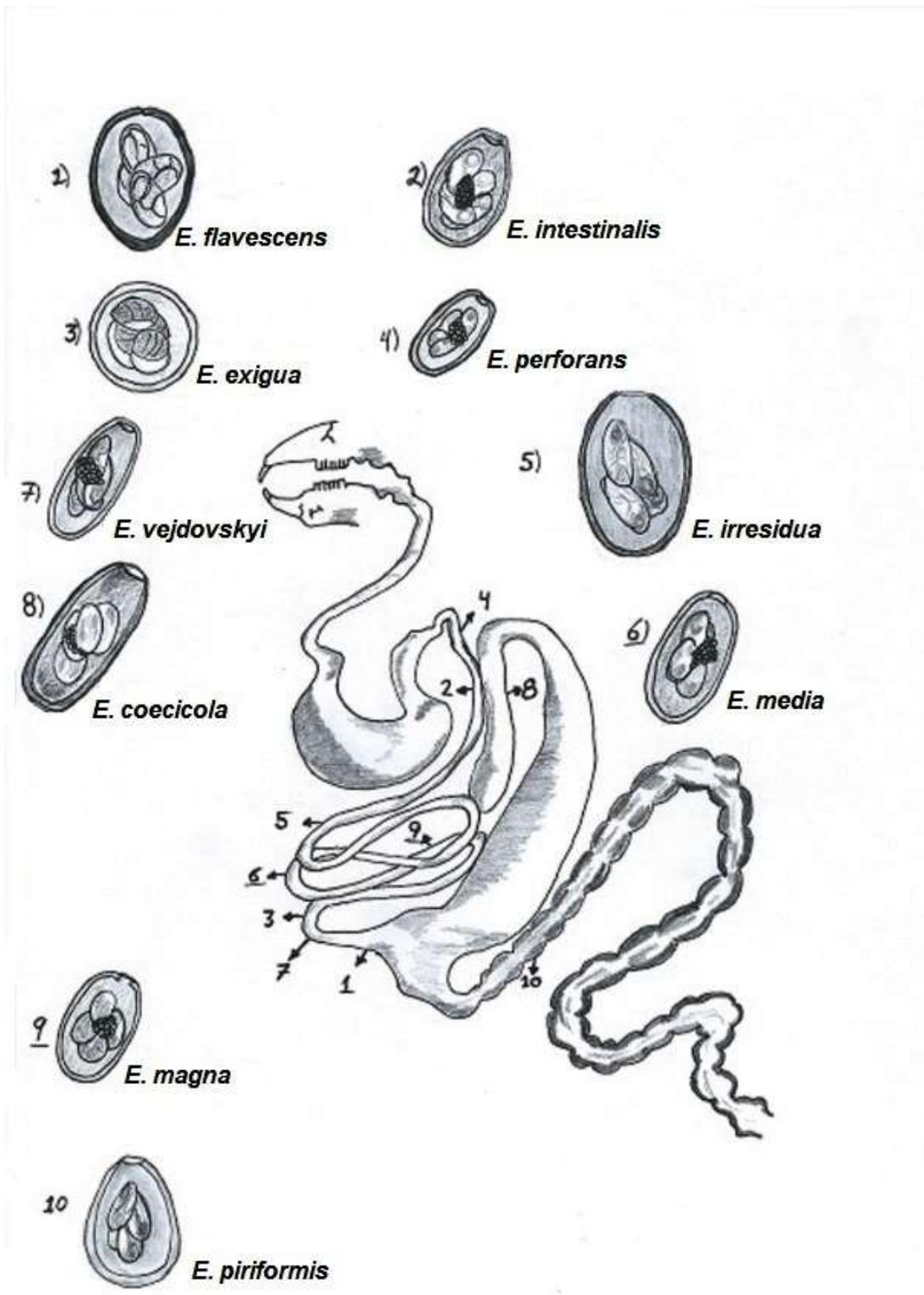


Figura 5. Tipo de *Eimeria* y lugar de afección de los coccidios en el sistema digestivo del conejo (*Oryctolagus cuniculus*).

Cuadro 2. Lesiones, tamaño de los ooquistes y localización de *Eimeria spp.*

Especies	Tamaño del ooquiste μm	Lesiones	Localización anatómica
<i>Eimeria Intestinalis</i>	22-30 x 16-21	Edema, destrucción de criptas. Formación de capa purulenta	Yeyuno e Íleon
<i>E. vejnovskyi</i>	25-38 x 16-22	Ligero engrosamiento	Íleon
<i>E. coecicola</i>	27-40 x 15-22	Muy ligero engrosamiento	Ciego
<i>E. stiedai</i>	30-41 x 15-24	Moderada-Alta	Conductos Biliares
<i>E. media</i>	25-35 x 15-20	Edema y formación de focos grisáceos	Yeyuno e Íleon
<i>E. perforans</i>	15-27 x 11-17	Ligero engrosamiento	Duodeno-Yeyuno
<i>E. magna</i>	31-42 x 20-28	Inflamación, congestión, engrosamiento y atrofia	Yeyuno e Íleon
<i>E. exigua</i>	10-18 x 11-16	Ligero engrosamiento	Íleon
<i>E. irresidua</i>	31-44 x 20-27	Engrosamiento, congestión y atrofia	Yeyuno e Íleon
<i>E. piriformis</i>	25-33 x 16-21	Severa enteritis	Colon
<i>E. flavescens</i>	25-35 x 18-24	Engrosamiento, pérdida de epitelio y petequias	Ciego-Colon

Adaptado de (El-Shahawi *et al.*, 2012, Kvičero *et al.*, 2008).

Diagnóstico y prevención.

Parte del diagnóstico de esta parasitosis en conejos puede realizarse por medio de un examen post-mortem en los conejos. La identificación de especies se basa en la ubicación y lesiones patológicas en el intestino o en el caso de *E. stiedae* en el hígado, esta se complementa con la obtención de los ooquistes provenientes de las heces de los conejos, esto se hace mediante la técnica de flotación y McMaster (Taylor *et al.*, 2007), de manera posterior los ooquistes se hacen esporular para ser medidos e identificados a partir de los parámetros morfométricos de referencia.

Dentro de las prácticas sanitarias de rutina en la granja cunícola para prevenir la coccidiosis, se recomiendan: la limpieza constante de jaulas, el proporcionar alimento y agua libres de cualquier contaminación, jaulas con pisos de alambre y el uso racional de coccidiostatos (El-Shahawi *et al.*, 2012). Sin embargo la demostración de un número elevado de ooquistes por gramos de heces, es siempre un indicador de que los conejos necesitan ser tratados de manera específica.

Aspectos epidemiológicos.

En México no se han encontrado datos recientes en revistas científicas sobre la prevalencia de las diferentes *Eimerias* en conejos de engorda, sin embargo en los Continentes Asiático, Africano y Americano, se han encontrado diversos reportes sobre la prevalencia de esta enfermedad.

En diferentes estudios donde se realizaron diagnósticos de flotación, Mc Master y morfometría de los ooquistes para determinar la prevalencia de las diferentes *Eimerias*, El-Shahawi (2012) en Egipto encontró una prevalencia de 70%, mientras que en China Jing (2012) reporta 51.46%, por su parte Brown (2010), encontró una prevalencia de 71% en Venezuela. En todos los casos las *Eimerias* más frecuentes que se encontraron fueron *E. media*, *E. stidae*, *E. magna* y *E. perforans*.

Comentarios finales.

Ante las altas prevalencias reportadas en los diferentes trabajos y ante el potencial impacto negativo de estos agentes causales de enfermedad hacia la producción cunícola, es necesario desarrollar pruebas diagnósticas rápidas para ser utilizadas por los médicos veterinarios en el campo como pruebas tamiz, lo que contribuirá a la vigilancia epidemiológica de esta infección parasitaria y así poder conocer la prevalencia en nuestro país. Por otro lado es importante establecer programas de educación para la salud encaminados hacia los productores, los cuales en su gran mayoría tienen granjas de tipo de subsistencia conocidas como de traspatio las cuales cuentan con pocas medidas de prevención.

Referencias

- Brown, E, Ruiz Morón, J, Coronado Cabrera, E. y Castillo Colombo, C. 2010. Incidencia de *Eimeria* spp en gazapos sanos al destete en una granja cunículas del estado Trujillo, Venezuela, *ACADEMIA*, IX, pp20-29,2010
- El-Shahawi, G.A, El-Fayomi, H.M. y Abdael-Haleem, H.M. 2012. Coccidiosis of domestic rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) in Egypt: light microscopic study, *Parasitol Res*, 110,pp 251-258, 2012
- Jing, F, Yin, G, Liu, X, Suo, X. y Qin, Y. Large-scale survey of the prevalence of *Eimeria* infections in domestic rabbit in China, *Parasitol Res*, 110,pp 1494-1500,2012.
- Kvičerova, J, Pakandl, M y Hypša. V. Phylogenetic relationships among *Eimeria* spp. (Apicomplexa Eimeriidae) infecting rabbits: evolutionary significance of biological and morphological features, *Parasitology*, 135, pp 443-452, 2008
- Lebas, F, Coudert, P, de Rochambeau, H. y Thebault, R.G. *El conejo, cría y patología*. ONU-FAO, Roma, 1996, p.p. 156.
- Lennox, M.A. y Kelleher, S. Bacterial and Parasitic Diseases of Rabbits, *Vet Clin Exot Anim*, 12, pp 519-530, 2009.
- Ming-Hsien, L. y Hong-Kean, O. Fecal occult blood manifestation of intestinal *Eimeria* spp. infección in rabbit, *Vet Parasitol*, 161,pp 327-329,2009
- Oliveira, C.U, Fraga, S.J, Licois, D, Pakandl, M. y Gruber, A. Development of Molecular Assay for the Identification of 11 Eimerias Species of the Domestic Rabbit (*Oryctolagus cuniculus*), *Vet Parasitol*, 176 pp 275-280, 2011.
- Pakandl, M. Coccidia of rabbit: a review, *Folia Parasitol*, 56, pp 153-166, 2009.
- Trhursfield, M.V. *Veterinary Epidemiology*, Blackwell Londres, 2005 pp, 75-94.

Lectura recomendada.

- Taylor, M.A, Coop, R.L; Wall, R.L. *Veterinary Parasitology*. Blackwell Londres, 2007 pp. 142-146, 604-612, 1825-1920.