

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA  
Y ZOOTECNIA

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA CLINOPTILOLITA  
SOBRE OOQUISTES DE COCCIDIAS EN GATOS**

**TESIS**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
**MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA**

PRESENTA

**JOSHUA FABIOLA BASILIO MERCADO**

ASESORES:

**MVZ CARLOS GUTIÉRREZ OLVERA  
MVZ YAZMÍN ALCALÁ CANTO**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.

## CONTENIDO

	<b>Páginas</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>1</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>3</b>
<b>MATERIAL Y MÉTODOS.....</b>	<b>20</b>
<b>RESULTADOS.....</b>	<b>24</b>
<b>DISCUSIÓN.....</b>	<b>29</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>32</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>34</b>

## DEDICATORIA

A mis gatos “Ratina y Chepuca”

A los gatitos que han dejado huella en mi vida “Blanquito”, “Cucurumbe”, “Tigrillo”,  
“Concha”, “Pelusa” y “Canelo”

A mi viejita “Manchas” quien fue mi más fiel amiga y compañera por más de  
quince años.

A “Tigrín”, “Guapo”, “Gris”, “Gris-Gris”, “Michel”, “Tigrin”, “Pitiu”, “Paris”, “Boni”,  
“Tigrilla”, “Grisi”, “Grisi rosa”, “Negra rayada” quienes amablemente prestaron  
parte de su ser para que este trabajo fuera posible, este trabajo es todo suyo.

A todos los animales por ser la fuente de mi inspiración para seguir creciendo  
tanto como médico veterinario como ser humano

A mis padres Leticia Mercado y José Luis Basilio, por su infinito amor y cariño que  
me han brindado a lo largo de mi vida y por ser las únicas personas que siempre  
están conmigo de forma incondicional apoyándome y escuchándome.

A mis hermanos Rafa y Pancho

A mis abuelitos Juana Arzate y Jesús Mercado

A mis tíos y primos

A Jesús Cuevas

## AGRADECIMIENTOS

A los doce gatitos que participaron en este trabajo y a todos los animales que me ayudaron en mi formación.

A mis padres por enseñarme que en esta vida no hay final que todo es camino, por apoyarme en los momentos más difíciles, enseñándome a levantar después de un tropezón, gracias por regalarme todo lo que son y más.

A mis abuelitos Juana Arzate y Jesús Mercado por recibirme en su casa con esa calidez y amor, por esos sabios consejos, por enorgullecerse de quien soy, amarme y apoyarme incondicionalmente.

A mi tío Re por permitirme realizar mi trabajo en su casa y ayudarme en la construcción de las instalaciones de mis gatitos, por compartir tu tiempo conmigo, gracias tío por apoyarme incondicionalmente y echarme la mano cuando más lo necesito.

A mi tía Luisita por cuidarme, apoyarme y sobre todo por su gran e incondicional amor a sus sobrinos.

A mis hermanos, Rafa y Pancho por las risas, juegos e incluso las peleas, por todos esos momentos juntos que son irremplazables, muchas gracias hermanos.

A Jesús Cuevas Castro por su infinito amor y cariño, enseñarme que aún las cosas más pequeñas y sutiles son importantes, apoyarme, aconsejarme y jalarme las orejas cuando me pongo de emo, gracias niño por eso y más.

A mis profesores y compañeros de la facultad que contribuyeron en mi formación para convertirme en MVZ.

A mis amigos de la facultad Verito, Juanito, Alin, Rodrigo, Hugo, Erika (gracias por ser mi compañera y amiga durante más de la mitad de la carrera), Marianita, Isma, Magali, Ninel, Lorenz, Marleny, Paulina, Caro, Legna, Ange, por aquellos momentos que hemos compartido a lo largo de la carrera, gracias por su amistad y cariño.

A mis hermanitos tesistas: Flor, José Luis (“el chiapis”) Gaby, Eli, Clau Alarcón, Clau Ledesma, Ari, Héctor, Carmen, Karina y Chío sensei (por tu orientación y apoyo durante todo mi servicio social y tu gran amistad y cariño) gracias por su gran amistad chicos.

A la dra Ceci, dra Karla, Flor y a Misha por ayudarme a esterilizar a mis gatitos, por su apoyo y principalmente por su amistad

A mis amigos del alma Lorena, Mauricio, Walter, Olga, Violeta, Raúl y mi ahijado Diego, mis Yeda y Yetla que más que ser mis primas también han sido mis amigas, gracias por crecer conmigo y compartir una gran amistad que sigue creciendo a lo largo de estos años

A la doctora Ceci por ser mi amiga, mi consejera y mi maestra, por su infinito apoyo y sus sabios consejos. Y a los vecinos Lalo grande, Lalo chico y Cesar

A la familia Gutiérrez Torres, Dr. Carlos, Rocío, Roci y Carlitos, por su apoyo y por su amistad.

Al doctor Carlos Gutiérrez por enseñarme el amor a la nutrición y a la medicina veterinaria, por confiar en mí y permitirme unirme a su equipo, por ser parte importante en este trabajo, por esos consejos y “platicas motivadoras”, gracias doc por inspirarme a seguirme superando como profesionista y persona.

A la doctora Jazmín por su ayuda y consejos en este trabajo, por su paciencia y dedicación para resolver mis dudas en este trabajo

A la Act. Adriana Ducoing Watty, gracias por el apoyo en la elaboración del análisis estadístico, gracias por su tiempo y paciencia.

Al Dr. Jorge por guiarme durante la realización de la parte de laboratorio, por su dedicación y paciencia mil gracias.

A mi honorable jurado Dr. De Juan, Dra. Quintero, Dr. Sumano, Q.A. García, Dr. Gutiérrez por las aportaciones y observaciones en este trabajo.

A todas las personas que han aportado algo a lo largo de mi existencia y que por falta de espacio y de memoria no mencioné de manera individual, les pido una disculpa, ustedes saben quiénes son y que yo siempre estaré agradecida.

## RESUMEN

BASILIO MERCADO JOSHUA FABIOLA. Evaluación del efecto de la clinoptilolita sobre ooquistes de coccidias en gatos. (Bajo la dirección del MVZ Carlos Gutiérrez Olvera y MVZ Yazmín Alcalá Canto).

Los gatos son animales de compañía que día a día han ido incrementando su popularidad a nivel mundial, siendo en los Estados Unidos y Europa Occidental los animales de compañía más populares. En América Latina, incluyéndose México, su popularidad también ha ido en aumento, sin embargo el cuidado y el manejo preventivo de enfermedades de estos animales en estos países sigue siendo deficiente. Uno de los principales problemas, que aqueja a los gatos y que es de importancia en la salud humana (zoonosis) es el referente a la presencia de parásitos gastrointestinales, dentro de los cuales los protozoarios toman gran importancia al mostrarse fallas en la erradicación y control de estos, ya que la mayoría de los desparasitantes utilizados en estos animales tienen efecto principalmente contra nematodos y cestodos, por lo que es importante encontrar otras alternativas antiparasitarias. Las zeolitas han sido utilizadas por sus propiedades de adsorción, intercambio catiónico y por su aplicación en procesos de deshidratación rehidratación. Se ha mencionado el efecto anticoccidiano de la zeolita en ovinos, sin embargo no se ha reportado en gatos. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto anticoccidiano de la zeolita (clinoptilolita) en gatos de 2 a 3 meses de edad (infectados naturalmente), clínicamente sanos y sin tratamientos antiparasitarios en por lo menos 15 días previos al estudio. Se dividieron en dos grupos de tres hembras y tres machos, teniéndose un grupo control (sin tratamiento) y otro tratado con zeolita del tipo clinoptilolita a dosis de 1% de su peso vivo. Los animales fueron tratados diariamente durante un periodo de 21 días. No se encontró diferencia estadísticamente significativa ( $p > 0.05$ ) entre tratamientos en la concentración de ooquistes por gramo de heces (Opg), ni la ganancia diaria de peso, además de no observarse cambios en el comportamiento y apetito de los animales. Sin embargo, la consistencia de las heces de los animales si presentó diferencia estadística ( $p < 0.05$ ), encontrándose heces más acuosas en el grupo tratado. Aparentemente la clinoptilolita, pudo

haber producido un aumento en la motilidad gastrointestinal de los animales tratados y esto a su vez promover una reinfestación en estos animales evitándose así encontrar efectos favorables.



## INTRODUCCIÓN

El gato, miembro del orden de los carnívoros, es clasificado en la familia Felidae que incluye géneros como *Felis*, *Panthera* y *Acinonyx*. La mayoría de los autores defienden que el gato domestico actual (*Felis silvestris catus*) procede del gato silvestre africano (*Felis silvestris lybica*) y de sus cruizas con otras especies salvajes, entre ellas el gato indio del desierto (*Felis silvestris ornata*).<sup>1, 2</sup>

La domesticación del gato se dio hace alrededor de unos cuatro mil quinientos años a. C, en Egipto. Se cree que el gato fue quien se acercó al hombre para poder aprovechar sus recursos alimenticios, sin embargo a diferencia de lo que ocurrió con el perro, el gato no aceptaba la domesticación que el hombre le planteaba, por lo que se consideró que el gato sólo podría ser domado, ya que si bien puede nacer con la predisposición de establecer lazos con el humano también puede permanecer en un estado salvaje. Esto claramente es demostrado por la habilidad de los gatos domésticos en regresar a su estado semisalvaje (feral), sobrevivir y proliferar tanto en un medio urbano como en uno rural.

En los últimos años se ha acelerado el crecimiento de la población humana exigiendo grandes medidas de urbanización, por lo que grandes segmentos poblacionales comenzaron a residir en departamentos, esto aunado a una vida acelerada y poco tiempo para dedicarle a un animal de compañía, hizo que las personas buscaran alguno que se adaptara a ese estilo de vida, viendo al gato como una gran opción, gracias a su independencia y a sus hábitos de limpieza.<sup>1, 2, 3</sup>

En años recientes el gato ha sobrepasado al perro en números totales de animales domésticos en Estados Unidos y en algunos países europeos. El actual número de gatos en hogares dentro de Estados Unidos se estima que es de aproximadamente setenta y cinco millones, como siempre esto no incluye gatos callejeros. Incluso cuando el gato ha sido aceptado e incrementado su número en hogares, una gran proporción de la población sigue expresando su disgusto por los gatos. Estas actitudes pueden ser resultado de una combinación de viejas supersticiones y percepciones equivocadas acerca del comportamiento normal de los gatos, dando por resultado el abandono de decenas de gatos. Esto se ve

reflejado en las poblaciones de gatos callejeros, la que se estima que va de entre veinticinco y cincuenta millones dentro de Estados Unidos. En México no existen datos precisos sobre el número de gatos domésticos y callejeros pero se estima que el número está alrededor de veintitrés millones de perros y gatos. <sup>1, 15</sup>

Mientras que los gatos son las mascotas más populares en el occidente de Europa y en Estados Unidos, en otras áreas del mundo, incluyendo México, siguen considerando al gato como un animal feral que si bien es “tolerado” no es respetado o cuidado, así, los gatos tienen un menor acceso a control veterinario. <sup>1, 4, 12</sup>

### **La importancia del gato como transmisor de parasitosis.**

Debido a que los gatos son individuos que se pueden mover con libertad, viajando varios kilómetros en busca de su presa o incluso de una pareja para poder aparearse, tienen una gran interacción tanto con especies silvestres como con otros gatos. Por esos hábitos se encuentran expuestos a diferentes microorganismos, tales como bacterias, virus y parásitos, sirviendo de reservorio de numerosas enfermedades, entre las enfermedades más comunes están las gastrointestinales, siendo las parasitosis la causa más común de enteritis aguda y crónica en gatos, afectando principalmente a animales jóvenes. <sup>1, 2, 3, 4, 8</sup>

Los gatos callejeros representan un potencial reservorio de parásitos para los gatos domésticos. La prevalencia de los parásitos intestinales puede variar de acuerdo a la medicina preventiva en la población animal, región geográfica, estación del año y la composición de la población felina.

Estudios epidemiológicos han demostrado que los gatos callejeros presentan una alta frecuencia de parásitos que pueden ser transmitidos a otros gatos o inclusive al ser humano (por ejemplo *T. gondii* que causa toxoplasmosis), siendo los niños más vulnerables a estas enfermedades, ya que las formas infectantes se encuentran presentes en las heces, contaminando parques, calles, jardines, etc. Estas parasitosis en muchas ocasiones son desconocidas por los propietarios, ya que los gatos se ven clínicamente sanos, sin embargo son un foco de infección tanto para los propietarios, como para otros animales. <sup>5,6, 7</sup>

## Coccidias

Las coccidias son parásitos intracelulares obligados que se localizan en intestino delgado y en algunas ocasiones en intestino grueso. Pertenecen al phylum *Apicomplexa*, clase *Sporozoa*, orden *Eucoccidiorida* y, según la especie, la familia *Eimeriidae*, *Cryptosporidae* o *Sarcocystidae*. Los géneros coccidiales que infectan a los gatos son *Cystoisospora*, *Hammondia*, *Besnoitia*, *Sarcocystis* y *Toxoplasma*.<sup>16</sup>

La distribución geográfica de las coccidias es cosmopolita, y se presentan principalmente en climas templados.

Algunos aspectos sobre la biología de estos parásitos, es la habilidad de resistencia de algunas fases de desarrollo, ya que constan de una densa pared protectora que una vez que entra en un medio favorable es capaz de resistir varios meses e inclusive años. La transmisión es oro-fecal (consumo de agua y/o alimento contaminados por ooquistes) y por medio de la ingestión de tejidos con quistes. Esto se da principalmente en infecciones por *Sarcocystis* spp. y *Toxoplasma gondii*, en este último también puede haber transmisión vertical.<sup>7, 13, 14</sup>

Anaya S. *et al.* Identificó que las principales coccidias de gatos en la ciudad de México son *Cystoisospora felis*, *Cystoisospora rivolta*, *Toxoplasma gondii*, *Sarcocystis* spp, *Hammondia hammondi*, *Besnoitia besnoiti*, reportando mayores porcentajes en *Cystoisospora felis* y *Cystoisospora rivolta*.<sup>7</sup>

**Cuadro 1. Comparación de las medidas en micrómetros de los ooquistes de coccidias en gatos, para su identificación.<sup>13</sup>**

<b>Especies</b>	<b>Longitud (<math>\mu\text{m}</math>)</b>	<b>Ancho (<math>\mu\text{m}</math>)</b>
<i>Cystoisospora felis</i>	38-51	27-39
<i>Cystoisospora rivolta</i>	18-28	16-23
<i>Hammondia hammondi</i>	10-13	10-13
<i>Toxoplasma gondii</i>	11-13	11-13
<i>Besnoitia besnoiti</i>	11-13	11-13
<i>Sarcocystis</i> spp.	11-14	7-9

### ***Cystoisospora***

*Cystoisospora felis* y *Cystoisospora rivolta* son dos de las coccidias más comunes en gatos; resultan específicas de especie; el gato así como algunos miembros de la familia *felidae* son los huéspedes definitivos, sin embargo pueden llegar a infectar huéspedes no felinos (huésped paraténico) y tejidos extraintestinales de huéspedes no felinos y felinos. Son de ciclo directo (oro-fecal), con infecciones limitadas a las células del epitelio intestinal. <sup>13, 16</sup>

El ooquiste de *Cystoisospora felis* es el más largo de los ooquistes observados en gatos (**Cuadro 1**). Los ooquistes sin esporular son excretados en las heces y pueden esporular en un periodo corto (6 horas), dependiendo de las condiciones ambientales, por ejemplo en una temperatura de 20°C esporularán en 40 hrs, a 25°C en 24 hrs, a 30°C en 12 horas y a 38°C en 8 hrs, sin embargo la esporulación no ocurre a temperaturas superiores de 45°C, el periodo de prepatencia es de 7-11 días y el de patencia es de 10-11 días. <sup>13, 16</sup>

La patogenicidad de *C. felis* y *C. rivolta* está relacionada con la capacidad inmunitaria del gato, ya que puede presentarse en infecciones incidentales o concurrentes con coccidios y otros agentes infecciosos o puede presentarse sin enfermedad clínica. Las coccidiosis clínicas generalmente se presentan en gatos jóvenes, animales con mala nutrición, estrés post destete, hacinamiento y mala higiene de las gateras, gatos con infecciones virales y/o bacterianas

(inmunosupresión) pueden exacerbar la presencia de *Cystoisospora felis* y *Cystoisospora rivolta*.<sup>13, 14, 16, 17</sup>

El principal signo clínico de la coccidiosis por *Cystoisospora* spp es la diarrea, seguido con pérdida de peso y deshidratación. En pacientes jóvenes (menores de 4 semanas) o pacientes inmunocomprometidos pueden cursar con signos más severos observándose además anorexia, vómitos, depresión mental y por último la muerte. Los gatos con inmunosupresión pueden tener etapas extraintestinales en macrófagos de ganglios linfáticos mesentéricos.

Esta infección se diagnostica al identificar los ooquistes con cualquiera de los métodos de flotación fecal. Las dos especies de *Cystoisospora* que hay en gatos pueden diferenciarse con facilidad por medio del tamaño del ooquiste. **(Cuadro 1.)**<sup>13, 14, 16, 17</sup>

### ***Hammondia hammondi***

*Hammondia hammondi* es morfológicamente indistinguible de *Toxoplasma gondii*. Tiene dos ciclos de vida similares a *T. gondii*. Los huéspedes intermediarios resultan ser cabras y ratas, siendo el huésped definitivo los gatos domésticos (*Felis silvestris catus*) y el gato silvestre europeo (*Felis silvestris silvestris*). La prevalencia de infección de esta coccidiosis es baja. El periodo de prepatencia es de 5-6 días y el periodo patente es de 12-28 días.<sup>13, 16, 17</sup>

Las diferencias entre *H. hammondi* y *Toxoplasma gondii* son:

- ✓ *H. hammondi* no invade órganos extraintestinales en el gato
- ✓ El gato es infectado por *H. hammondi* por la ingestión de quistes tisulares, pero no por la ingestión de ooquistes o taquizoitos.
- ✓ *H. hammondi* no es patógeno para el huésped intermediario o definitivo.
- ✓ En los huéspedes intermediarios, *H. hammondi* forma quistes en el musculo, mientras que *T. gondii* se distribuye a lo largo de todo el cuerpo.<sup>17</sup>

### ***Besnoitia besnoiti***

Los gatos son los huéspedes definitivos, mientras que los caballos, roedores, lagartos, rumiantes domésticos y salvajes, son huéspedes intermediarios. El ciclo de vida de *Besnoitia besnoiti* es similar al de *Toxoplasma gondii* y *Hammondia*

*hammondi*. Los gatos se infectan por la ingestión de quistes tisulares y se forman esquizontes y gamontos en las células caliciformes intestinales. Los ooquistes sin esporular se eliminan por las heces y es difícil diferenciarlos de los de *H. hammondi*. (**Cuadro 1.**) Los huéspedes intermediarios se infectan por la ingestión de ooquistes esporulados. El parásito se desarrolla en tejido conjuntivo y los quistes pueden volverse macroscópicos. *Besnoitia besnoiti* no está asociada con infecciones en gatos, por lo tanto no se requiere tratamiento. <sup>13, 16, 17</sup>

### ***Sarcocystis* spp.**

*Sarcocystis* spp. tiene dos huéspedes, los gatos y carnívoros en general son el huésped definitivo y los animales herbívoros son los huéspedes intermediarios, se ha reportado que este parásito presenta una alta incidencia en el ganado vacuno y ovino. Como su nombre lo indica, el parásito forma quistes tisulares (sarcoquistes). Los gatos se infectan al ingerir sarcoquistes contenidos en el musculo esquelético de los huéspedes intermediarios. A diferencia de otras coccidias felinas *Sarcocystis* es eliminada en la etapa infecciosa, es decir los ooquistes esporulan dentro del huésped definitivo y se excretan en las heces en su forma infectante. Los huéspedes intermediarios se infectan por la ingestión de ooquistes esporulados. Las especies que se transmiten a través de gatos no son patógenas, por lo que no se requiere de tratamiento. <sup>13, 16, 17</sup>

### ***Toxoplasma gondii***

Los huéspedes definitivos son los felinos (domésticos y salvajes) convirtiéndolos en el principal reservorio de la enfermedad. Los huéspedes intermediarios son los huéspedes no felinos, infectando principalmente especies de sangre caliente, incluyendo el humano.

Existen tres etapas infecciosas: esporozoítos en ooquistes, taquizoítos (etapa de multiplicación activa) y bradizoítos (etapa de multiplicación lenta) encerrados en quistes tisulares. Los ooquistes se encuentran en las heces, mientras que los taquizoítos y los bradizoítos se encuentran en los tejidos.

La esporulación ocurre en el medio ambiente y va a depender de la temperatura y la humedad, estos ooquistes son completamente infecciosos y se presentan en 24 horas a 25°C., son subesféricos a elípticos y contienen 2 esporoblastos de 6x8 μm, con 4 esporozoítos de 2x6-8 μm, son más resistentes al ambiente y al estrés químico, pueden sobrevivir hasta por 18 meses en el suelo, sin embargo no resisten temperaturas de congelación, ni temperaturas de más de 55°C. Las tres principales formas de transmisión son la ingestión de alimento y/o agua contaminada con ooquistes, la ingestión de tejidos infectados y la infección congénita.<sup>18</sup>

Gatos de todas las edades, sexo y raza son susceptibles a la infección por *Toxoplasma gondii*, aumentando la probabilidad de adquirir la enfermedad cuando el gato comienza con sus hábitos de caza, una vez que los gatos se infectan pueden esparcir ooquistes por 1-2 semanas y el número de ooquistes se puede exceder de 100, 000/g por heces, esta infección va a generar inmunidad para evitar futuras infecciones clínicas durante el resto de la vida del gato. La forma más común de infección en el huésped definitivo es la ingestión de quistes tisulares contenidos en carne infectada, por lo que los animales que cazan son más vulnerables de adquirir esta parasitosis.

*Toxoplasma gondii* parasita a los gatos sin producir signos clínicos, sin embargo la enfermedad clínica se presenta, en forma esporádica y es de baja incidencia llegando a producir algunos signos clínicos severos, presentando signos inespecíficos y comunes a otras enfermedades, como son: letargia, depresión, anorexia, pérdida de peso, fiebre, entre otros; pero la disnea pronunciada (debida a una neumonitis intersticial) es un signo típico y dominante en muchos casos, esta se caracteriza por respiraciones abdominales y rara vez hay tos.

Los signos oculares son descritos con poca frecuencia, siendo la retina la más afectada, pudiéndose extender a la coroides provocando una corioretinitis. Esta infección puede presentarse generalizada (retina congestionada y pálida u oscurecida) ó local (se observan placas de color amarillas, de aspecto algodonoso de bordes imprecisos o de una vasculitis necrotizante). También se puede observar desprendimiento retineano local o extenso, en algunas ocasiones

se puede observar hemorragia de los vasos retineanos. Todo lo antes descrito puede llevar a ceguera bilateral o disminución de la agudeza visual. En gatos infectados por vía transplacentaria la toxoplasmosis es más grave, presentándose una enfermedad generalizada diseminada, estos animales pueden nacer muertos o morir antes del destete (muerte súbita). Los signos clínicos indican inflamación en el hígado, pulmones, y sistema nervioso central (SNC). Estos gatos pueden tener el abdomen abultado por hepatomegalia y ascitis; los que presentan signos neurológicos suelen dormir la mayor parte del tiempo o maullar de manera continua. El diagnóstico de la infección intestinal en gatos se efectúa por procedimientos de flotación de heces y observación de los ooquistes. Sin embargo, es difícil encontrar gatos positivos con este método porque eliminan ooquistes sólo durante 1 a 2 semanas, después de 3 a 21 días de la primo infección. El diagnóstico también puede realizarse mediante pruebas serológicas. Generalmente se usan pruebas de coloración de Sabin-Feldman (S-F), la inmunofluorescencia indirecta (IFI), la hemaglutinación indirecta (HAI), la fijación del complemento (FC), la aglutinación directa (AD) y el ensayo de inmunoabsorción enzimática (ELISA). Pese a que el diagnóstico de la infección patente en gatos es difícil, un gato con serología positiva indica que ya ha sufrido la infección y que, por lo tanto, no representa un peligro de contaminación por que ya no eliminará ooquistes en el futuro. <sup>13, 14, 16, 17, 18</sup>

La infección con *Toxoplasma gondii* es muy común, pero la enfermedad tiene baja incidencia, en numerosos estudios se ha demostrado que entre 16 y 40% de la población de los Estados Unidos de América y Gran Bretaña y que entre 50% y 80% de la población de Europa continental y América Latina, poseen anticuerpos para el parásito, indicando que han sido infectados alguna vez. La seroprevalencia de *T gondii* es más elevada en climas cálidos, húmedos o tropicales y más baja en aquellas regiones áridas y frías del mundo.<sup>16 18</sup>

Puede presentarse la infección transplacentaria cuando una mujer no infectada previamente se infecta durante el embarazo. En estos casos el feto se infecta con mayor gravedad cuando la infección se lleva a cabo durante el primer tercio de gestación y principio del segundo tercio. La principal enfermedad clínica en



niños con infección congénita es la retinocoroiditis. Las infecciones adquiridas después del nacimiento tienden a ser asintomáticas, se curan en forma espontánea y persisten de 1 a 12 semanas.

La forma principal de contraer la infección en humanos es por la ingestión de carne contaminada con bradizoítos (por lo general cerdo, cabra, cordero y bovino).<sup>13, 14, 16, 17, 18</sup>

### **Prevención**

Es importante el empleo de medidas preventivas (uso de desparasitantes periódicamente así como la reducción de la contaminación ambiental) para disminuir o prevenir el riesgo de exponer a los gatos a estas enfermedades, especialmente en el caso de toxoplasmosis, ya que es una zoonosis de gran importancia.

La coccidiosis suele ser un problema en áreas con sanidad deficiente. Los ooquistes esporulados tienden a ser más resistentes, permaneciendo viables en el medio ambiente por varios meses e inclusive años, en el caso de *Toxoplasma gondii* los ooquistes esporulados presentan gran resistencia al medio ambiente, y también son resistentes a la mayor parte de los desinfectantes, sólo el amoníaco al 10% es eficaz cuando está en contacto con la superficie contaminada durante 10 minutos. Es importante evitar la contaminación de comederos y de agua por suelo cargado de ooquistes o heces infectadas; estas últimas deberán eliminarse a diario y de preferencia incinerarse. Se debe desinfectar pasillos, jaulas, areneros y utensilios de cocina que estén en contacto directo con carne cruda mediante vapor o inmersión en agua hirviendo. Cocer perfectamente la carne (70°C) y evitar alimentar a los gatos con comida cruda. Controlar los insectos en cuartos de animales y en áreas donde se guarde el alimento, porque las cucarachas y las moscas suelen servir como vectores mecánicos de ooquistes.<sup>16, 17</sup>

Para la prevención de la toxoplasmosis en el hombre es importante evitar la exposición de huéspedes susceptibles, que incluyen mujeres embarazadas y adultos con inmunosupresión.<sup>13, 14, 16, 17</sup>

En la actualidad las coccidias han ido adquiriendo importancia, si bien es porque la metodología diagnóstica está empezando a mejorar o por que se han reportado más casos hoy en día, de manera que actualmente representan el grupo de parásitos que se encuentran con más frecuencia. En Chile, López J. *Et al.* en Santiago, encontraron que en 153 gatos el 65% estaba parasitado con coccidias, esto parece indicar que existen importantes fallas en las medidas preventivas de estas infecciones en los gatos, tanto en la prevención individual (el uso de desparasitantes) como colectiva (reducción de la contaminación ambiental).<sup>12</sup>

La forma actual de prevención contra parásitos es el uso de fármacos de “amplio espectro” cuya acción es principalmente contra nematodos y cestodos, utilizando principios activos como pamoato de pirantel, ivermectinas, prazicuantel, fenbendazol, Recientemente se están realizando algunos estudios en busca de alternativas para el control de las parasitosis gastrointestinales, con productos de origen natural, de baja toxicidad tanto para los animales como para el ecosistema, tal es el caso del uso de algunos aluminosilicatos como la zeolita.

### **Zeolitas.**

Las zeolitas fueron descubiertas en 1757 por Crostent, mineralólogo sueco. Les dio el nombre de “Zeolita”, que proviene del griego “zeo”, hervir y “lithos” piedra, “piedra que hierve”, refiriéndose a la evolución del vapor de agua cuando la roca se calienta. En la actualidad se conocen unas cincuenta zeolitas naturales y más de ciento cincuenta se sintetizan para aplicaciones específicas como la catálisis industrial o como carga en la fabricación de detergentes. Las zeolitas pertenecen a la familia de los tectosilicatos y son aluminosilicatos cristalinos de cationes alcalinos y alcalinotérreos (potásicos, cálcicos y sódicos), están compuestas por aluminio, silicio, sodio, hidrógeno y oxígeno. Las propiedades físicas proveen aspectos únicos para una gran variedad de aplicaciones prácticas. Las zeolitas se caracterizan por las siguientes propiedades:

- ✓ Alto grado de hidratación.
- ✓ Baja densidad y un gran volumen de vacios cuando es deshidratada.
- ✓ Intercambio catiónico.

- ✓ Presenta canales moleculares uniformes clasificados en los cristales deshidratados.
- ✓ Habilidad de absorber gases y vapores.
- ✓ Capacidades catalíticas.<sup>20, 21</sup>

La clinoptilolita es de las zeolitas más abundantes e importantes a escala mundial, es una zeolita natural formada por la separación y agrupamiento de cristales en la superficie de ceniza volcánica en lagos o aguas marinas hace millones de años, es un aluminosilicato de sodio, potasio y calcio hidratado. Posee una estructura similar a una celda, consiste en tetraedros de aluminio y silicatos unidos por átomos de oxígeno compartidos. Las cargas negativas de las unidades de oxido de aluminio ( $AlO_4$ ) se equilibran con la presencia de cationes intercambiables, principalmente calcio, magnesio, sodio, potasio e hierro. Estos iones pueden ser desplazados por otras sustancias, por ejemplo metales pesados o iones de amoníaco. Este fenómeno se conoce como intercambio catiónico, siendo esta propiedad lo que la hace útil en la industria, la agricultura y ganadería en general. La clinoptilolita es uno de los minerales más resistentes a los ácidos y a la temperatura relativamente alta, también se conoce por su alta capacidad de adsorción.<sup>20, 21</sup>

### **Aplicaciones de las zeolitas:**

#### **Deodorizantes y deshumidificantes**

Las zeolitas naturales son utilizadas para el control del mal olor y la humedad en las casetas y corrales, estas son mezcladas directamente en las camas para poder remover el amoníaco y por consecuencia corregir el ambiente en las casetas de aves. En granjas de cerdos se ha reportado que el esparcir en el piso facilita la adsorción de orina y otros desechos líquidos, dando como resultado instalaciones más secas, limpias y notablemente menos olorosas.<sup>22</sup>

**Arena para gatos**

Capta el agua y el olor causado por el  $\text{NH}_3$  (amoníaco) contenido en la orina del gato.<sup>21</sup>

**Eliminación de amoníaco en piscifactorías.**

En años recientes las zeolitas han sido usadas para mantener un ambiente equilibrado en piscifactorías. Las principales funciones que desempeñan las zeolitas son las de generar oxígeno para los sistemas de acuario, suplemento en las raciones de los organismos acuáticos, intercambio catiónico por el cual se va a remover el amonio ( $\text{NH}_4$ ) de la circulación de los criaderos, que es producido por la descomposición del excremento y desperdicio de comida. Las zeolitas pueden utilizarse en el sistema de filtración o bien vertidas directamente en el agua.<sup>21, 22</sup>

**Fabricación de fertilizantes de liberación lenta**

La industria de los fertilizantes está en una constante búsqueda de nuevas tecnologías y métodos que incrementen la eficiencia de fertilizantes adicionados a los suelos, se ha observado que el uso de zeolitas naturales va a incrementar la eficiencia del uso de fertilizantes y ayuda a reducir la lixiviación, debido a su gran capacidad de intercambio catiónico de los nutrientes. Gran parte de los fertilizantes utilizados, por ejemplo nitrato de amonio, urea y sulfato de amonio, tienen baja eficiencia del uso de los nutrientes, al adicionar la zeolita ayuda al incremento de la eficiencia de estos fertilizantes. Los sitios de intercambio catiónico en la zeolita pueden incrementar la capacidad de retención de nutrientes en el suelo al incrementar su capacidad de intercambio catiónico. Con el tiempo estos nutrientes se intercambiarán a sitios de la zeolita donde son disponibles para la absorción por parte de las plantas. La capacidad de liberar nutrientes a través del tiempo va a incrementar la eficiencia de los fertilizantes, dando como resultado un fertilizante de liberación lenta, por todas estas propiedades va a aumentar el rendimiento de las cosechas. La clinoptilolita ha sido la principal zeolita estudiada para esta aplicación.<sup>21, 25, 26</sup>

### **Corrección del suelo**

La adición de zeolita en suelos ácidos va a ayudar a controlar de manera efectiva la liberación de amonio y otros cationes fertilizantes, ayudando a neutralizar los suelos, las zeolitas forman un depósito permanente de agua, asegurando un efecto de humedad prolongada hasta en época de sequía. <sup>25, 26</sup>

### **Medio de crecimiento de plantas**

Las zeolitas se utilizan principalmente en el cultivo de cereales, diversas verduras y frutas, entre las más importantes la vid y las aceitunas. Las zeolitas naturales pueden utilizarse como medio inerte de crecimiento de plantas destinadas a la exportación. Al utilizar la zeolita como único medio de cultivo va reducir la cantidad de fertilizante y consumo de agua, también se ha observado que al mejorar el aprovechamiento de los nutrientes se va a incrementar la productividad y disminuirá el tiempo de producción. <sup>25, 26</sup>

### **Uso de las zeolitas en ganadería**

Numerosas investigaciones han demostrado que la inclusión de la zeolita en las dietas de los animales incrementa la ganancia diaria de peso y la conversión alimenticia en porcinos, becerros, ovinos y pollos de engorda <sup>21, 30</sup>

Se ha publicado que en lechones al administrar el 3% de zeolita en la ración mejora el crecimiento y el índice de conversión alimenticia sin alterar el consumo. <sup>20,22</sup>

En aves de postura se observó que aumentó la producción de huevos y se reduce el índice de conversión alimenticia, mejorando la calidad de la cáscara con respecto a las aves que consumieron una dieta sin zeolita, en ambos casos sin modificación del consumo. <sup>20, 22</sup>

Plata H. (2010) observó en corderos una mayor ganancia de peso en animales que consumieron 25 g de zeolita (clinoptilolita), en comparación con los corderos sin complementar <sup>28</sup>

En becerros se ha reportado que el adicionar clinoptilolita en el alimento estimula el apetito y disminuye la incidencia de diarreas, reportando una ganancia de peso

del 20% en los animales que consumieron el complemento de la zeolita. Sin embargo en un estudio realizado por Pulido *et al* (2004) reportaron que la inclusión de zeolitas naturales en un 3% de la materia seca de la dieta en terneras de lechería, postdestete, no mejoró el consumo de alimento y no hubo diferencia estadísticamente significativa en la eficiencia de conversión alimentaria, pero sí aumentó la ganancia de peso vivo a partir de los 30 días de experimento. <sup>29, 37</sup>

### **Eliminación del olor de las excretas:**

Las zeolitas naturales son eficientes para captar y reducir el mal olor e incrementar la retención de nitrógeno, en particular, la eliminación del amoníaco generado por descomposición fecal en los desperdicios animales aportando beneficios, ya que reduce la incidencia de enfermedades y mortalidad en aves y cerdos. Este amoníaco atrapado en la estructura de la zeolita va a evitar su volatización y lixiviación, lo que convierte a las excretas en abono de liberación lenta, siendo una opción para la elaboración de compostas de alta calidad sin riesgos para el ambiente. <sup>23, 24</sup>

### **Cama para aves.**

Dado que las zeolitas tienen gran afinidad por el amoníaco, son utilizadas principalmente para eliminar el generado por la descomposición fecal, esto aporta grandes beneficios, ya que reduce la incidencia de enfermedades y mortalidad en aves, principalmente donde la densidad de animales es muy elevada, la zeolita es espolvoreada en la cama de las aves, reduciendo la concentración de amoníaco y humedad, previniendo enfermedades del tracto respiratorio, pérdida de peso y disminución en la producción de huevos. <sup>23, 27</sup>

### **Efecto sobre el síndrome diarreico.**

Existen varios estudios sobre la evidencia de la zeolita como antidiarreico, reportando que disminuye la incidencia de muertes y enfermedades intestinales en cerdos y en becerros. <sup>30, 34, 35,</sup>

La clinoptilolita es usada en dosis de 2 g/kg de peso y 2.5 g/kg de peso para terapia y 1 g/kg peso vivo para la prevención en becerros con diarrea.<sup>30, 35</sup>

Se sugiere que los mecanismos de acción de la zeolita son:

- ✓ Alteración de la acidosis metabólica a través de efectos en la presión osmótica del lumen intestinal
- ✓ Disminuye el paso de la ingesta
- ✓ Absorbe e inactiva parcialmente la enterotoxina termolábil de *E. coli in vitro*, evitando su adhesión a la membrana intestinal.<sup>30, 34</sup>

La capacidad de adsorción de la clinoptilolita es superior al 94% para el rotavirus y coronavirus bovino.<sup>30</sup>

### **Efecto sobre micotoxicosis**

La clinoptilolita tiene altos índices de adsorción de micotoxinas aproximadamente más del 80% para las aflatoxinas B<sub>1</sub> y G<sub>2</sub> el proceso de adsorción comienza con una reacción rápida en la que la mayor parte de la toxina es adsorbida en los primeros minutos.<sup>30</sup>

### **Prevención de enfermedades metabólicas en vacas**

Se ha documentado que la administración de clinoptilolita (2.5%) en la dieta de vacas durante el último mes del periodo seco reduce la biodisponibilidad del calcio (Ca) dietético, protegiendo contra la fiebre puerperal, a través de la estimulación de mecanismos homeostáticos del calcio (Ca) antes del parto.<sup>30, 36</sup>

También se ha utilizado efectivamente para aumentar el balance de energía durante el periodo seco y la lactación.

La inclusión del 2.5% de clinoptilolita en el concentrado resultó en una incidencia significativamente menor de cetosis durante el primer mes después del parto.

Ayuda a disminuir los efectos tóxicos por un alto contenido ruminal de amonio, cuando las dietas son ricas en nitrógeno no proteico, como urea, esto se debe a la alta afinidad de la zeolita por el ión de amonio, permitiéndole actuar como un reservorio que se irá liberando lentamente <sup>21, 22</sup>

### **Prevención de intoxicaciones y envenenamiento**

Las zeolitas se han utilizado eficientemente en la prevención de toxicidad por metales pesados en animales y organismos acuáticos, la clinoptilolita tiene alta selectividad por el cadmio (Cd) y plomo (Pb) <sup>21, 30</sup>

### **Impacto en infecciones parasitarias**

Papaioannou *et al* (2005) comunicaron que la inclusión del 10% de clinoptilolita en la dieta diaria en ratas infectadas con el nematodo *Nippostrongylus brasiliensis* facilitó la remoción de los parásitos del lumen intestinal, además se observó una restitución acelerada de la actividad de la  $\alpha$ -D-glucosidasa y aminopeptidasa en ratas alimentadas con una dieta adicionada con el 5% de clinoptilolita, que se recuperaban de una infección por *Nippostrongylus brasiliensis* <sup>30</sup>

Deligiannis *et al* (2005) observaron que corderos infectados con nematodos gastrointestinales alimentados con una ración adicionada con el 3% de clinoptilolita disminuyeron significativamente su carga parasitaria y cuenta de huevos fecales, demostrando que la complementación de clinoptilolita redujo el establecimiento de nematodos gastrointestinales y se vio reflejado en un buen desempeño productivo de los animales.<sup>31</sup>

Plata H. (2010) reportó que al administrar 25 g de clinoptilolita a corderos infectados naturalmente con coccidias tuvo una eficacia anticoccidiana del 74.75%, aunado con una ganancia superior de los animales tratados en comparación con los testigos, observándose también una mejor consistencia fecal de los animales tratados.<sup>28</sup>

Las zeolitas también se han utilizado como “portadores “cargados” de antihelmínticos por medio del retardo de la liberación del fármaco, a través de las cavidades de la superficie externa e interna de la zeolita, que son reemplazadas progresivamente durante el transporte intestinal del compuesto fármaco-zeolita. Se han obtenido resultados prometedores con el uso de zeolita cargada con tetramisol y cargada con pirantel y fenbendazol en ratas infectadas con *N.*



*brasiliensis*, y con zeolitas cargadas con diclorvós en cerdos infectados con *Ascaris suum*.<sup>30, 32</sup>

## **JUSTIFICACIÓN**

Las infecciones por coccidias en los gatos son importantes desde el punto de vista clínico, económico y zoonótico, por lo que es necesario contar con alternativas efectivas para el tratamiento y prevención de la enfermedad clínica, recalcando que en el caso de los protozoarios, existen importantes fallas en las medidas preventivas de estas infecciones, ya que las medidas indicadas habitualmente por los médicos veterinarios incluyen el uso de medicamentos con acción principalmente anti-helmíntica, con escaso potencial de erradicación de protozoos, dejando, así, potenciales diseminadores de la enfermedad. El uso de desparasitantes de amplio espectro y la poca rotación de los productos provocan resistencia de los parásitos por lo que es necesario buscar otras alternativas de origen natural para el tratamiento de las parasitosis.<sup>12, 19</sup>

## **HIPÓTESIS**

La zeolita potásica tipo clinoptilolita reduce la excreción de los ooquistes de coccidias en gatos.

## **OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el efecto de la suplementación con zeolita potásica tipo clinoptilolita en la dieta de gatos infectados naturalmente con coccidias sobre la reducción en la excreción de ooquistes y la relación del efecto de la interacción del sexo y tratamiento.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Evaluar el efecto de la suplementación con zeolita potásica tipo clinoptilolita en la dieta de gatos infectados naturalmente con coccidias sobre la reducción en la excreción de ooquistes.

2. Comparar la ganancia de peso y la consistencia fecal entre los animales suplementados con zeolita potásica tipo clinoptilolita y los testigos, en cuanto la relación del efecto de la interacción del sexo y tratamiento.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

El estudio tuvo una duración de 21 días. Para esta investigación se construyeron instalaciones adecuadas para alojar a los gatos, en un domicilio particular, ubicado en el Estado de México. Las heces recolectadas se trabajaron en el laboratorio de Investigación del Departamento de Parasitología de la FMVZ/UNAM.

### **Animales experimentales.**

Se utilizaron dos grupos (A y B) de gatos de 2 a 3 meses de edad, machos y hembras con un peso promedio de 906 g en hembras y 783 g en machos, infectados de manera natural por coccidias y que no habían recibido tratamientos antiparasitarios en por lo menos 15 días previos al estudio esto se confirmó por medio de la técnica de flotación (empleando cloruro de sodio) que se realizó para la selección de los gatos.

### **Consideraciones de alojamiento:**

El alojamiento se adecuó a lo especificado por Loveridge en su documento "Comfortable Environmentally Enriched Housing Domestic Cats".<sup>9</sup>

Se utilizaron dos cuartos con las dimensiones necesarias para proporcionar a cada gato su espacio vital, el cual según "El Centro Waltham de Nutrición para mascotas", debe de ser de 1.0 m<sup>2</sup> por animal, más espacio en niveles superiores de por lo menos de 2.0 m de altura.<sup>9</sup>

Los cuartos, fueron provistos de lo necesario para el bienestar de los gatos, contando con espacios para esconderse, rascaderas, repisas alfombradas y juguetes adecuados para gatos. Los gatos fueron socializados diariamente, ofreciendo periodos de juego en conjunto e individual. Cada cuarto consto de 4 areneros, 4 platos de comida y 4 platos de agua.

**Alimentación:**

Se les ofreció alimento seco, Premium para gatitos de marca comercial y agua potable que se les proporcionaba de forma *ad libitum*.

**Pesaje de los gatos:**

Se pesó a los gatos antes de comenzar el estudio (día cero) y posteriormente al día 7, 14 y 21.

**Suplemento de zeolita**

Se utilizó un suplemento comercial de zeolita potásica tipo clinoptilolita que consistió en 25 g (20 g anhidro) en polvo silicato de aluminio sódico sintético.

**Tratamiento:**

Se formaron dos grupos de 6 gatos cada uno, con 3 hembras y 3 machos, los cuales se dividieron de forma aleatoria. Los grupos permanecieron separados durante un periodo de 28 días.

El grupo “A” se dosificó con zeolita potásica tipo clinoptilolita incorporada en alimento húmedo a dosis de 1% del peso vivo cada 24 horas durante 21 días.

El grupo “B” fungió como testigos no tratados, por lo que no se administró con zeolita potásica tipo clinoptilolita.

Los ooquistes se obtuvieron a partir de muestras fecales colectadas inmediatamente después de que los gatos defecaran.

**Examen parasitológico:**

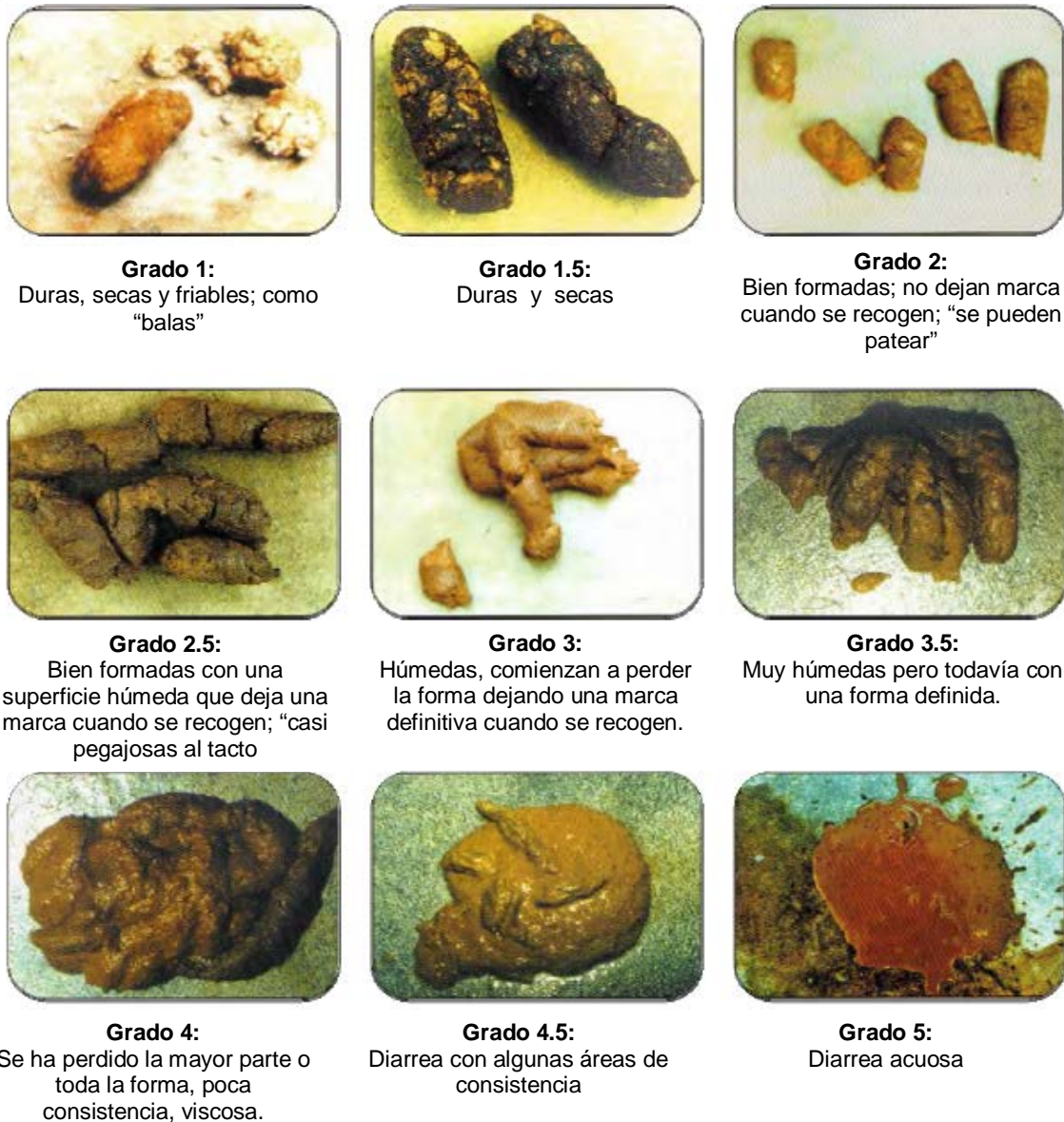
Se colectaron las muestras de material fecal inmediatamente después de que el animal defecó el día 0 (antes de la administración de clinoptilolita) y al administrar la clinoptilolita (día 1). Posteriormente se colectaron las muestras a los 7, 14 y 21 días. El material fecal se transportó al Laboratorio de Investigación del Departamento de Parasitología de la FMVZ/UNAM y las muestras se examinaron inmediatamente utilizando la técnica de flotación y McMaster.<sup>11</sup>

**Técnica modificada de McMaster:<sup>11</sup>**

En un vaso de McMaster graduado con dos líneas, se agregan 28 ml de solución saturada de sacarosa o cloruro de sodio (hasta la primera línea) incorporar y disolver el excremento hasta desplazar la solución a la segunda línea. Se homogeniza la muestra con una varilla de vidrio, se toma el vaso de McMaster y se agita vigorosamente con el fin de homogenizar bien la muestra. Se procede a colocar un trozo de gasa estéril de aproximadamente 5 cm (tendrá la función de actuar como un tamiz) se toma con un gotero de 1 a 2 ml para llenar las cámaras de McMaster, cuidando de no incluir burbujas a la cámara. Se deja reposar de 2 a 5 minutos con el fin de permitir que los ooquistes floten a la superficie. Se observa con el objetivo 10X (seco débil). Se deben contar todos los ooquistes que queden incluidos dentro de las cuadrículas de las cámaras ignorando aquellos fuera de las cuadrículas. Si se contaron ambas cuadrículas multiplicar el total por 50; si sólo se cuenta una sola cuadrícula deberá multiplicarse por 100, esto da la cantidad de ooquistes por gramo de heces (hpg).

**Calidad de las heces:<sup>10</sup>**

La calidad de las heces fue evaluada utilizando un sistema de puntuación (**Fig. 1**) cuya escala va desde 1 a 5, donde el grado 1 representa heces duras, secas y friables y el grado 5 representa diarrea acuosa. Esta escala se subdivide en aumentos de medio punto. Los grados ideales son aquellos que entran dentro de las categorías de 1.5 a 2.5.



**Figura 1. Sistema de puntuación de heces.**

Gráfico de puntuación de heces, Revista WALTHAM Focus<sup>10</sup>

### **Análisis estadístico**

Para el análisis estadístico de la información obtenida en lo referente a los oquistes se realizó un análisis de rango multivariado para observaciones repetidas de un diseño factorial 2x2 (sexo y dieta) con tres repeticiones por

tratamiento utilizando como covariable la medición de la respuesta al tiempo 0 (semana 0). Se corrió la prueba estadística con el programa JMP 5.01.

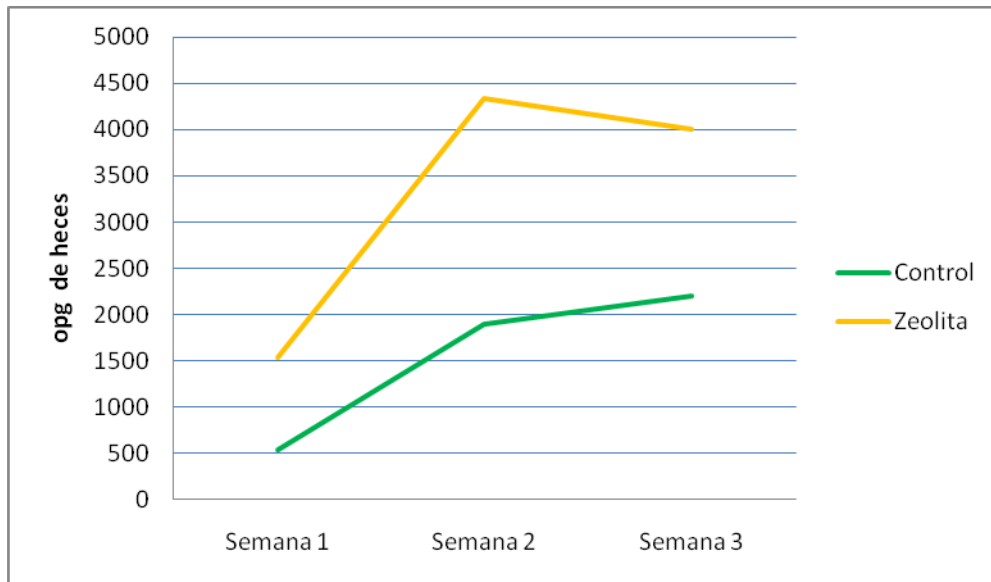
Para el análisis de consistencia fecal se realizó una prueba no paramétrica de Kruskal Wallis considerando 4 tratamientos (machos c/zeolita-machos s/zeolita, machos c/zeolita-hembras c/zeolita, machos c/zeolita-hembras s/zeolita, machos s/zeolita-hembras c/zeolita, machos s/zeolita-hembras s/zeolita, hembras c/zeolita-hembras s/zeolita), para cada tiempo. En los tiempos donde hubo diferencias estadísticamente significativa se realizaron comparaciones con la prueba Mann-Whitney, utilizando el paquete estadístico SPSS 6.0.

## RESULTADOS

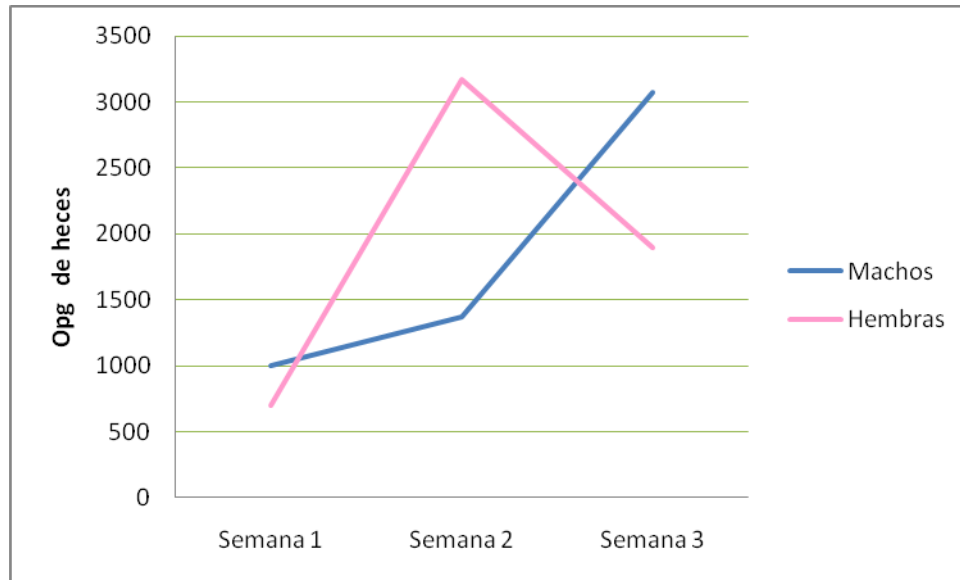
Durante el periodo experimental (21 días) los animales consumieron la clinoptilolita sin problema alguno. En cuanto a la presencia de ooquistes, se contabilizó la cantidad de estos en las heces antes de comenzar el estudio, obteniéndose un promedio de 2100 ooquistes/g en el grupo control y de 1067 ooquistes/g en el grupo tratado. Este dato fue tomado como inicial y como covariable para llevar a cabo el análisis estadístico. Durante la primera semana el promedio de ooquistes fue de 533 opg/g en el grupo control y de 1542 opg/g en el tratado, incrementándose el número de ooquistes en la segunda semana para ambos grupos (1892 y 4340 opg/g, respectivamente), para que en la última semana se observara que en el grupo control se mantuviera un incremento, mientras que en el grupo tratado hubo un descenso en el número de ooquistes (2208 y 4000 opg/g) (**Figura 2**), sin embargo estadísticamente no existió una diferencia significativa entre tratamientos en el número de ooquistes presentes en las heces ( $P=0.3025$ ).

En cuanto al sexo, se observó que en el caso de los machos la concentración de ooquistes promedio en las heces tendió a incrementarse con el tiempo (1000, 1375 y 3075 opg/g en promedio a la semana, respectivamente) (**Figura 3**), mientras que en las hembras de la primera a la segunda semana hubo un incremento y posteriormente se redujo en número de ooquistes (700, 3167 y 1892 opg/g en promedio a la semana, respectivamente), sin embargo, al igual que con el efecto del tratamiento, tampoco existió diferencia estadística significativa en

cuanto al efecto del sexo ( $P=0.1936$ ). En cuanto a la interacción entre sexo y tratamiento tampoco se encontró diferencia estadísticamente significativa ( $P=0.8677$ ). En el caso del efecto del tratamiento, el sexo y la interacción de ambos a través del tiempo tampoco se encontró diferencia estadísticamente significativa sobre la cantidad de ooquistes en las heces ( $P=0.8453$ ,  $P=0.6933$  y  $P=0.3221$  respectivamente).



**Figura 2.** Promedio semanal de ooquistes/g de heces en gatos tratados o no con clinoptilolita.



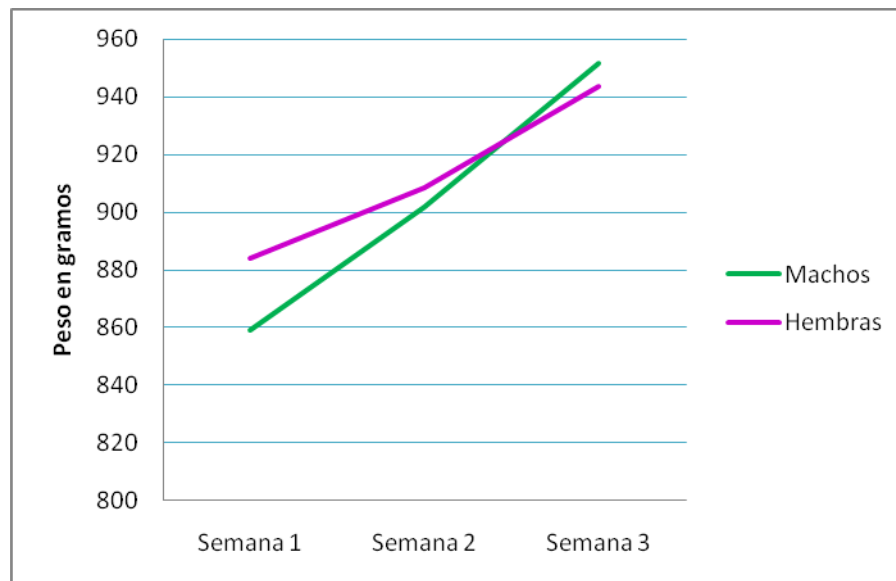
**Figura 3.** Promedio semanal de ooquistes/g de heces en gatos machos y hembras

Los animales mantuvieron un consumo de alimento constante, no se presentó en ninguno de los dos grupos aversión al alimento, por lo que era de suponerse que el peso se incrementara durante el periodo experimental, ya que estos animales se encontraban en desarrollo. El promedio de peso de la primera semana fue de 888.6 g para los animales del grupo control y 854.7 g para el grupo tratado (**Figura 4**), este peso se incrementó en las siguientes dos semanas a 919.9 g y 950.1 g en el grupo control y 890.0 g y 944.8 g en el tratado, no habiendo diferencia estadísticamente significativa entre los dos grupos ( $P=0.5172$ ). En cuanto al efecto del sexo, el promedio de peso de la primera semana fue de 884.2 g para las hembras y 859.1 g para los machos (Figura 5), este peso se incrementó en las siguientes dos semanas a 908.4 g y 943.4 g en las hembras y 901.6 g y 951.5 g en los machos, no habiendo diferencia estadísticamente significativa entre los sexos ( $P=0.8105$ ). En la interacción entre tratamiento y sexo no se encontró diferencia estadísticamente significativa sobre la ganancia de peso ( $P=0.6873$ ). En el caso del efecto del tratamiento, el sexo y la interacción de ambos a través del tiempo tampoco se encontró diferencia estadísticamente significativa sobre el peso de los animales ( $P=0.5125$ ,  $P=0.6277$  y  $P=0.4104$  respectivamente).





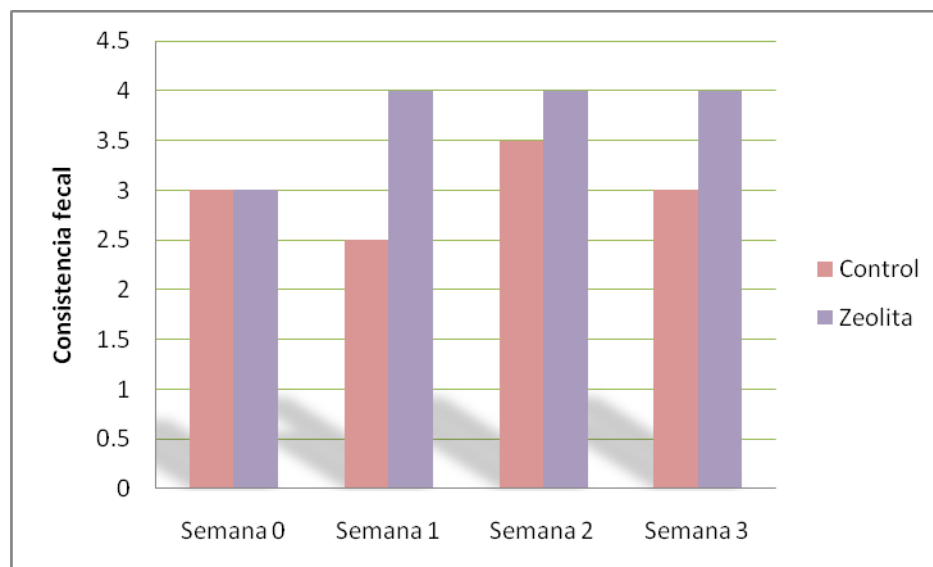
**Figura 4.** Ganancia de peso (g) de gatos tratados o no con clinoptilolita.



**Figura 5.** Ganancia de peso (g) de gatos machos o hembras

La consistencia fecal fue en un inicio considerada en promedio de 3 para ambos grupos (Húmedas, comienzan a perder la forma dejando una marca definitiva cuando se recogen) **(Figura 5)**, sin embargo conforme el estudio avanzó, en el grupo de los animales tratados con clinoptilolita, tanto en machos como hembras, la consistencia se fue deteriorando hasta el grado de tener, al finalizar el estudio, un promedio en este grupo de 4, en algunos caso animales con clasificación de

4.5 o 5 (diarrea con algunas áreas de consistencia y diarrea acuosa). Estadísticamente no se encontró diferencia en la consistencia de las heces antes de iniciar el estudio (semana 0) ( $p < 0.05$ ). En la primera semana del estudio se halló diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos, esta se dio entre machos tratados y hembras control (consistencia fecal de 4 y 3 respectivamente), entre hembras tratadas y machos control (consistencia fecal de 3.5 y 3.) y en hembras tratadas y hembras control (consistencia fecal de 3.5 y 3), mostrando siempre en el grupo control una menor consistencia en cada uno de los casos. En la tercera semana no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos, sin embargo para la semana cuatro si se dio esta diferencia nuevamente con las mismas relaciones, entre machos tratados y hembras control (consistencia fecal de 4 y 2.5), hembras tratadas y machos control (consistencia fecal de 4 y 3) y hembras tratadas y hembras control (consistencia fecal de 4 y 2.5).



**Figura 5.** Promedio de consistencia fecal semanal de gatos tratados y no tratados con clinoptilolita

## DISCUSIÓN

En la práctica diaria de medicina preventiva veterinaria hay notables deficiencias en el control de las coccidiosis, siendo los parásitos que se encuentran con mayor frecuencia, esto parece indicar que hay fallas tanto en la prevención individual (el uso de desparasitantes) como en la prevención colectiva (reducción de la contaminación ambiental). Recientemente se están realizando algunos estudios en busca de alternativas para el control de las parasitosis gastrointestinales, con productos de origen natural, de baja toxicidad tanto para los animales como para el ecosistema.<sup>12, 19</sup>

La zeolita ha sido utilizada en la alimentación animal, sobre todo en porcinos, aves, bovinos y recientemente en perros y gatos, ya que ha sido demostrado su efecto sobre la ganancia de peso, prevención de enfermedades metabólicas, aflatoxicosis, diarreas, como deodorizante y previene la infestación con nematodos gastrointestinales. Con base en estos antecedentes, en el presente estudio fue probada la inclusión de zeolita para evaluar sus efectos en gatos de 2 a 3 meses de edad sobre la excreción de ooquistes de coccidias, consistencia fecal y ganancia de peso.

### **Efecto anticoccidiano**

Como se pudo observar en los resultados el tratamiento con la zeolita tipo clinoptilolita no tuvo un efecto sobre la reducción de ooquistes en los gatos a la dosis que se manejó en el presente trabajo (1% del peso vivo). Otros trabajos han descrito la eficiencia de la clinoptilolita como anticoccidiano, sin embargo estos estudios han sido realizados en ovinos, no hay estudios publicados en gatos sobre este efecto.

Plata Pérez H. (2010) reportó que el proporcionar 25 g de clinoptilolita durante 42 días consecutivos a corderos infectados naturalmente por coccidias, resultó en una eficacia anticoccidiana del 74.5%.<sup>28</sup>

Papaioannou *et al* (2005) reportaron que añadiendo el 10% de clinoptilolita en la ración diaria de ratas infectadas con *Nippostrongylus brasiliensis* favoreció a la remoción de estos parásitos.<sup>30</sup>

Deligiannis *et al* (2005) observaron que el proporcionar una dieta adicionada con el 3% de clinoptilolita redujo el establecimiento de nematodos gastrointestinales.<sup>31</sup>

### **Efecto en la ganancia de peso**

En cuanto a la ganancia de peso tampoco se encontró una ganancia significativa, esto demuestra que la adición de clinoptilolita en la dieta de estos gatos no tiene efecto como promotor de crecimiento, a esta dosis, pero a su vez, tampoco mostró efectos negativos en el desarrollo de estos animales, en cuanto a la ganancia de peso. Algunas publicaciones realizadas en otras especies animales han mostrado un aumento en la ganancia diaria de peso y la conversión alimenticia.<sup>21, 30</sup>

El administrar el 3% de zeolita en la ración de lechones mejora el crecimiento y el índice de conversión alimenticia, sin alterar el consumo.<sup>20, 22</sup>

Plata Pérez H. (2010) observó una mayor ganancia de peso en corderos suplementados con 25 g de clinoptilolita diariamente en un periodo de 42 días, siendo de 0.189 kg en los corderos que recibieron zeolita y de 0.07Kg en el grupo control.<sup>28</sup>

En becerros, Kondo *et al* han reportado que el adicionar el 5% de clinoptilolita en el alimento estimula el apetito y disminuye la incidencia de diarreas, reportando una ganancia de peso del 20% en los animales que consumieron la dieta con la zeolita, además que el grupo control consumió más alimento provocando un mayor precio por kilogramo de peso. Sin embargo en un estudio realizado por Pulido *et al* (2004) reportaron que la inclusión de zeolitas naturales en un 3% de la materia seca de la dieta en terneras de lechería, postdestete, no mejoró el consumo de alimento y no hubo diferencias estadísticas en la eficiencia de conversión alimentaria, pero sí aumentó la ganancia de peso vivo a partir de los 30 días de experimento.<sup>29, 37</sup>

En un estudio dirigido por Arroyo *Et al* (2002) concluyeron que la inclusión del 2.5% de la zeolita tratada por medios ácidos aumenta la ganancia de peso en pollos de engorda.<sup>39</sup>

Deligiannis *et al* (2005) concluyeron que una dieta adicionada con el 3% de clinoptilolita mejoró el desempeño productivo en corderos. <sup>31</sup>

Öztürk Ergin *et al* (1998) evaluaron el efecto de la zeolita en el desempeño de gallinas de postura, alimentadas con una dieta que contenía 0, 20, 40 y 80 g de clinoptilolita/Kg, reportando que no hubo diferencia estadísticamente significativa en la ganancia de peso, el consumo de alimento y el número de huevos por gallina. <sup>38</sup>

### **Efecto en la consistencia fecal.**

Con respecto a la consistencia de las heces en varias empresas dirigidas hacia la producción de alimentos comerciales para perros y gatos han manejado la teoría de que la zeolita tiene un efecto en la compactación de las heces, promoviendo heces más firmes, sin embargo en el caso de este estudio la clinoptilolita a dosis de 1% de peso vivo promovió lo contrario, obteniéndose heces de baja consistencia.

Existen varios estudios sobre la evidencia de la zeolita como antidiarreico, reportando que disminuye la incidencia de muertes y enfermedades intestinales en cerdos y becerros. <sup>30, 34, 35</sup>

Cuesta *et al* (2007) han reportado que para el tratamiento de las diarreas en becerros la clinoptilolita tiene que ser usada a dosis de 2 g/kg de peso vivo para terapia y 1 g/Kg peso vivo para la prevención, reportando una eficacia del 68.3% en el tratamiento de diarreas en estos animales. <sup>35</sup>

Se sugiere que los mecanismos de acción de la zeolita como antidiarreico son:

- ✓ La zeolita es capaz de adsorber toxinas bacterianas, ácidos biliares y gases
- ✓ Al formar una película protectora sobre la mucosa intestinal, la zeolita permite reforzar la barrera de la mucosa intestinal.
- ✓ Absorbe agua de sobra.
- ✓ Alteración de la acidosis metabólica a través de efectos en la presión osmótica del lumen intestinal
- ✓ Disminuye el paso de la ingesta

- ✓ Absorbe e inactiva parcialmente la enterotoxina termolábil de *E. coli in vitro*, evitando su adhesión a la membrana intestinal.<sup>30, 34, 41</sup>

La capacidad de adsorción de la clinoptilolita es superior al 94% para el rotavirus y coronavirus bovino.<sup>30</sup>

Zaldivar *et al* dirigió un estudio en pollos de engorda que consumían una dieta adicionada con zeolita natural (sin modificar) y una zeolita modificada (NZ), reportando que el grupo control y el que tomó la zeolita modificada (ZN) tuvo un tránsito intestinal de la ingesta normal, mientras que el grupo complementado con la ración que contenía la zeolita se observó un incremento en el tránsito intestinal, el autor menciona que la presencia de carbonato de calcio y silicato de magnesio presentes en la zeolita producen un desorden del metabolismo del Ca y Mg, promoviendo un aumento en el tránsito intestinal de los pollos.

El mismo estudio de Zaldivar, *et al*, mostró que el tipo de zeolita, zeolita natural o tratada (Zeolita NZ), puede promover diferentes efectos, mientras que la zeolita natural aumentó el tránsito intestinal, la zeolita tratada, no lo produjo, manteniendo un tránsito normal y previendo diarreas.

El incremento en la motilidad que se encontró en el estudio de Zaldivar, *et al*, pudo ser la causa de la presencia de las heces acuosas en los animales tratados en este estudio y a su vez la presencia de estas heces acuosas pudiera ser la causa de una reinfección lo que provocara el que no se encontraran efectos anticoccidianos, ya que esta es la principal vía de contagio.

## CONCLUSIONES

Con este estudio se pudo comprobar, que a dosis de 1% de peso corporal, la zeolita tipo Clinoptilolita, no tiene efecto anticoccidiano en gatos en crecimiento, aunque tampoco afecta en el consumo, ni ganancia de peso. Sin embargo la calidad de las heces (a esta dosis) si se ve afectada, promoviendo heces acuosas, las cuales a su vez pueden promover la reinfección por coccidias. Es importante mencionar que la clinoptilolita tiene diversas presentaciones, dependiendo de su origen, por lo cual sus efectos pueden variar y por lo tanto hacen falta más estudios manejando diferentes dosis y diferentes tipos de

zeolitas para poder conocer mejor sus efectos, tanto benéficos como adversos. También sería importante ver el efecto en diferentes etapas de vida, ya que esta se incluye en alimentos para gatos adultos en mantenimiento y como secuestrante de agentes tóxicos.

## REFERENCIAS

1. Case p. Linda. The cat: Its Behavior, Nutrition and health, Wiley-Blackwell, 2003.
2. Rodríguez Rodríguez Carlos. El encantador de gatos. 1ª ed., Madrid. Aguilar, 2009.
3. Beaver Bonnie. Feline Behavior, A guide for Veterinarians. 2da ed.. Saunders, 2003.
4. August John. Consultas en Medicina Interna Felina, Buenos aires, Argentina. . Intermédica, 1993.
5. Yom-Tov Yoram. The impact of domestic cat (*Felis catus*) on wildlife welfare and conservation. A literature review, 2003.
6. Sathaporn Jittapalpong, Tawin Inparnkaew, Nongnuch Pinyopanuwat. Gastrointestinal Parasites of Stray Cats in Bangkok Metropolitan Areas, Thailand. Kasetsart Journal: Natural Science, 41: 69 – 73, 2007
7. Anaya Santillán María Grisel, Irene Cruz M, Jesús Marín Heredia. Frecuencia de géneros y especies de coccidias en heces de gatos en México, D.F. Vet. Méx, 28 (1), 1997.
8. Schaer Michael. Medicina Clínica del perro y el gato. España, Elsevier, 2006.
9. Loveridge. Comfortable Environmentally Enriched Housing for Domestic Cats. Waltham Center for Pet Nutrition. Disponible en: [www.awionline.org/pubs/cq/cats.htm](http://www.awionline.org/pubs/cq/cats.htm)
10. Moxham Glyn. Sistema de puntuación de las heces una herramienta para los veterinarios y los dueños de los animales de compañía: ¿Cómo califica a su perro?. WALTHAM Focus, 2001, Vol. 11 No. 2: 24-25.
11. Rodríguez V. R. I, Domínguez A. J. L. y Cob G. L. A. Técnicas diagnósticas De Parasitología Veterinaria. Fac. de Med. Vet. Y Zoot. Universidad Autónoma de Yucatán. México (Yucatán) 1994.



12. López Javier, Abarca Katia, Paredes Patricio, Inzunza Elisa.: Parásitos intestinales en caninos y felinos con cuadros digestivos en Santiago, Chile. Consideraciones en Salud Pública, Rev Méd Chile; 134: 193-200, (2006).
13. Bowman D. D., Hendrix Charles M, David S. Lindsay, Stephen C. Barr.: Feline clinical parasitology, primer edición, Iowa State University Press A Blackwell Science Company, (2002).
14. Cordero del Campillo M., et al.: Parasitología Veterinaria, ed. McGraw-Hill Interamericana, (1999).
15. Olivares Alonso, En México hay más perros y gatos que niños, Periódico La Jornada, Martes 18 de enero de 2011, p. 41.
16. Greene Craig E. . Enfermedades infecciosas en perros y gatos. 2<sup>da</sup> ed. México. McGraw-Hill Interamericana, 2000.
17. Sherding Robert G. The cat diseases and clinical management. 2<sup>da</sup> ed New York. . W.B. Saunders, 1994.
18. Acha Pedro, Szyfres Boris. Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes al hombre y a los animales, Vol. III, 3<sup>ra</sup> ed. Washington, D.C. OPS, 2001
19. WingChing-Jones Rodolfo.: Residualidad de sustancias xenobióticas en el suelo empleadas en la producción pecuaria, Agronomía Mesoamericana, 19(1): 99-114 , (2008)
20. Castaing Julien. Uso de las Arcillas en alimentación animal, XIV curso de especialización, Avances en nutrición animal, (Pau, Francia)
21. A. Mumpton Frederick. La roca mágica: Uses of natural zeolites in agriculture and industry, proc. Natl. acad. Sci. USA 96, (1999)
22. F. A. Mumpton and P. H. Fishman. The Application of Natural Zeolites in Animal Science and Aquaculture, J Anim Sci, 45:1188-1203, 1977.
23. Bosch Pedro, Schitfter Isaac. la zeolita una piedra que hierve. La ciencia para todos. Disponible en: <http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/55/htm/zeolita.htm>

24. Castro M, Ly J, Martínez M, Gallego C. Una reseña corta sobre la influencia de la zeolita en las emisiones de N en porcicultura. Revista Computadorizada de Producción Porcina, Volumen 12 (número 3) 2005.
25. Usos de las zeolitas naturales en agronomía, horticultura, y enmiendas de los suelos ambientales. Recopilación internet, disponible en:  
<http://www.imf.org.mx/Articulos/USOS%20DE%20LAS%20ZEOLITAS%20NATURALES%20EN%20AGRONOMIA.pdf>
26. Casals Corella c. Las zeolitas mineral del siglo XX usos y aplicaciones, disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos-pdf2/las-zeolitas/las-zeolitas.pdf>
27. Li H., Xin H., Liang Y., Burns R. Reduction of Ammonia Emissions from Stored Laying Hen Manure Through Topical Application of Zeolite, Al<sup>+</sup> Clear, Ferix-3, or Poultry Litter Treatment, Poultry Science Association, Inc, 2008
28. Plata Pérez Héctor.: Evaluación de la actividad de la zeolita en la reducción de la infección natural con coccidias del género Eimeria spp. En ovinos estabulados. Tesis de licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Autónoma de México, (2010)
29. Pulido R.G, Fehring A. Efecto de una zeolita natural sobre la respuesta productiva de terneras de lechería, postdestete, Arch. Med. Vet. XXXVI, N°2, 2004
30. Papaioannou D, Katsoulos PD, Panousis N, Karatzias H. The role of natural and synthetic zeolites as feed additives on the prevention of certain farm animal diseases: A review. Micropor Mesop Mat 2005; 84: 161-170
31. Deligiannis K, Lainas Th., Arsenos G, Papadopoulos E., Fortomaris P, Kufidis D, Stamataris C, Zygoiannis D. The effect of feeding clinoptilolite on food intake and performance of growing lambs infected

- or not with gastrointestinal nematodes, *Livestock Science*, 96: 195-203 (2005)
32. Dyer A, Morgan S, Wells P, Williams C. The use of zeolites as slow release antihelminthic carriers. *J Helminthol.* 2000; 74(2):137-41
33. Prieto P; Rodríguez D y Rubio A. Una nota sobre la utilización de una zeolita natural cubana en el tratamiento de la diarrea en cerditos lactantes, *Revista Computadorizada de Producción Porcina - Vol: 11, No. 1, 2004*
34. Rodríguez Fuentes, Barrios M, Iraizoz A y Perdomo I. Enterex: Anti-diarrheic drug based on purified natural clinoptilolite. *Elsiever Science Inc.* 19:441-448, 1997
35. Cuesta M, Silveira E. Tratamiento oral del síndrome diarreico en terneros con zeolita natural, *REDVET. Revista electrónica de Veterinaria* 1695-7504, Volumen VIII Número 3, 2007, disponible en: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n030307.html>
36. Jorgensen R; Hasen T, Jensen J. Effect of oral drenching with zinc oxide or synthetic zeolite A on total blood calcium in dary cows. *J Dairy Sci*, 84:609-613, 2001
37. Kondo Kanae; Seiji Fujishiro; Fumio Suzuki; Teiki Taga; Hideo Morinaga; . Effect of zeolites on calf growth. *Chikusan No Kenikyu* 23:987, 1969
38. Öztürk Erguin, Erener Güray, Sarica Musa. Influence of natural zeolite on performance of laying hans and egg quality, *Tr. J. of Agriculture and Forestry* 22 623-628 (1998)
39. Arroyo A, Muñiz R, Rojas H. Inclusión de una zeolita (clinoptilolita) en dietas para pollos de engorda, decima quinta reunión científica tecnológica forestal y agropecuaria, Veracruz, 2002. Disponible en: <http://www.zeolitanatural.com/docs/animalpollos.pdf>
40. Zaldivar V, Rodriguez, G. *Rev. Salud animal*, 15, 37-44, 1993
41. Pibot , Biourge, Elliot. *Enciclopedia de la nutrición clínica felina, Royal canin.*