

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DEL ZINC SANGUÍNEO Y
SU ÍNDICE DE RESPUESTA A PARTIR DE LA
COMPLEMENTACIÓN DE SULFATO DE ZINC EN PERROS GRAN
DANÉS

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA

PRESENTA

DALINDA TATIANA FLORES FLORES

Asesores:

DrC MPA MVZ Carlos Gutiérrez Olvera

Ciudad Universitaria, Cd. Mx.

2018



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.

DEDICATORIA

A mis padres, Alberto y Dalinda, quienes siempre han creído en mí, por su apoyo, paciencia y esfuerzo para ver concluida esta etapa.

A mi hermanos Daniela y Jordi, para quienes espero la realización de este trabajo les sirva como ejemplo para sus futuros proyectos. ¡Nunca se detengan!

A Celia, que siempre me apoyaste, creíste en mí y que, aunque no tuviste la oportunidad de ver este trabajo concluido sé que estarás orgullosa desde donde quiera que estés. Te amo abu.

A Armando, porque siempre fuiste siempre ejemplo de superación, perseverancia y disciplina. Por fomentarme amor a esta universidad aun cuando todavía no era parte de ella. Te extraño bambino.

A mis tía Adriana, por todo su apoyo a lo largo de esta travesía y por ser ejemplo de superación y constancia. Te quiero.

A mis “hermanas mayores”, Karina, Tania y Alex, por todas sus enseñanzas, sus consejos, su confianza y su cariño, sin ustedes esto no habría sido posible, las quiero demasiado, gracias por estar en mi vida.

A la familia que elegí, Jazmine, Fernando, Fabiola, Taxis, Trens, Miguel, quienes se han vuelto parte fundamental de todos mis momentos, no pude elegir mejores personas para compartir mi camino que ustedes. Los amo.

.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, por formarme, tanto en el ámbito profesional como personal.

A mi asesor, el Dr. Carlos Gutiérrez, por todas sus enseñanzas, dentro y fuera del salón de clases.

A todos los profesores que me apoyaron en la realización de este trabajo y a lo largo de toda mi licenciatura, gracias por su paciencia y dedicación.

Por último, al criadero Herrán Aguirre, quien prestó a los animales para la realización de este estudio.

CONTENIDO

1. RESUMEN.....	- 1 -
2. INTRODUCCIÓN.....	- 3 -
2.1 JUSTIFICACIÓN	- 11 -
2.2 HIPÓTESIS.....	- 12 -
2.3 OBJETIVO.....	- 12 -
3. MATERIAL Y METODOS.....	- 12 -
3.1 ANALISIS ESTADÍSTICO	- 17 -
4.RESULTADOS.....	- 17 -
4.1 ZINC.....	- 17 -
4.2 SODIO	- 18 -
4.3 CALCIO.....	- 19 -
4.4 HIERRO	- 20 -
4.5 MAGNESIO	- 21 -
5. DISCUSIÓN.....	- 23 -
6.CONCLUSIONES	- 27 -
7.REFERENCIAS.....	- 29 -

1. RESUMEN

FLORES FLORES DALINDA TATIANA, Evaluación de la concentración del zinc sanguíneo y su índice de respuesta a partir de la complementación de sulfato de zinc en perros Gran Danés. (bajo dirección de: DrC MPA MVZ Carlos Gutiérrez Olvera)

El zinc está ampliamente distribuido en muchos tejidos del cuerpo y es esencial para muchas funciones del mismo entre las cuales se menciona que es componente integral de varias metaloenzimas, participa en el metabolismo de los carbohidratos, lípidos, proteínas y también en el metabolismo de la vitamina A, es esencial para la biosíntesis de ácidos grasos, así como para la inmunidad celular normal, participando principalmente en procesos inflamatorios, también tiene un papel importante en el funcionamiento reproductivo, y por último actúa como cofactor en la síntesis de DNA y RNA.

Existen dos tipos de dermatosis en perros relacionadas con el zinc:

A) El síndrome I. Este síndrome consiste en un defecto genético en el animal, donde esta disminuida la capacidad de absorber el zinc en el intestino, lo que ocasiona una deficiencia de este.

B) El síndrome II aparece en perros que tienden a crecer rápidamente, como el Gran Danés, los cuales son alimentados con dietas deficientes en zinc o dietas que contienen un exceso de fitatos.

Se utilizaron 22 perros de raza Gran Danés de entre 2 y 8 años. Dentro de ellos, 13 eran hembras y 9 machos. A todos los animales se les complementó con sulfato de zinc BID vía oral a una dosis total de 10 mg/kg durante 14 días, se realizaron muestreos sanguíneos día cero, siete y catorce post complementación.

Se midieron distintos minerales (zinc, calcio, magnesio, sodio y hierro) mediante espectrometría de absorción atómica.

Para el análisis de resultados se utilizó un diseño completamente aleatorizado en bloque para zinc y sodio; y la prueba de Friedman para calcio, hierro y magnesio.

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en las mediciones de calcio, magnesio y zinc a través del tiempo. Reduciéndose la concentración de zinc y calcio e incrementándose la de magnesio.

Como se ha reportado en otros estudios la complementación de zinc inorgánico puede promover una disminución del zinc circulante debido a una baja biodisponibilidad de este.

2. INTRODUCCIÓN

El perro es uno de los animales que desde tiempos remotos ha mantenido relación con el ser humano, es casi seguro que el perro fue el primer animal domesticado, pues hoy en día se sabe que esto dio inicio en Asia Oriental a partir del Neolítico.

Existen varias teorías sobre la domesticación de esta especie, la cual se cree que ocurrió entre los años 30 mil y 10 mil a.C., se dio gracias a que ambas especies vivían en reducidos grupos sociales jerarquizados que aseguraban el éxito de tareas como la caza colectiva y el cuidado de los más vulnerables y, por tanto, la supervivencia del grupo.

La domesticación del perro implicó una completa adaptación en cuanto a su alimentación, inicialmente el cazaba a sus presas o aprovechaba la de otros animales (carroña) teniendo como base el tejido de origen animal. Una vez que se estableció en los asentamientos humanos, dicha alimentación se basaba en los restos de comida que le proporcionaban las personas, que incluían una mayor proporción de otros ingredientes diferentes a la carne. Así pues, actualmente el perro es un animal al que se puede considerar semi omnívoro, ya que cuenta con la capacidad de consumir diversos alimentos sin que su base sea exclusivamente tejido animal (Carlos Gutiérrez Olvera, 2018).

La nutrición es la ciencia que tiene como objeto el estudio de los procesos biológicos por los cuales el organismo; toma, digiere, asimila y utiliza los nutrientes que

contienen los alimentos para el funcionamiento, crecimiento y por lo tanto mantenimiento de los procesos vitales. (Carlos Gutiérrez Olvera, 2018)

Este conocimiento ha permitido comprender la fisiología digestiva del perro, y así diseñar dietas basadas en sus requerimientos en sus diferentes etapas de vida. En un inicio los alimentos para perros estaban elaborados a partir de las sobras de alimentos que consumían los propietarios, esto ha ido evolucionando hasta los alimentos que se conocen hoy en día, dentro de los cuales ya existen clasificaciones y alimentos específicos no solo para cada etapa de vida del perro, sino que también existen dietas elaboradas específicamente para apoyo al tratamiento de ciertas patologías.

Para permitir una elección más fácil de alimento al propietario, se han creado clasificaciones sencillas que se basan en las características de los productos.

Dentro de ellas se pueden mencionar:

- Por humedad (alimentos secos, húmedos o enlatados y semi-húmedos)
- Por calidad nutricional (Genéricos o de valor, Populares, Premium, Super Premium)
- Alimentos de prescripción (dentro de esta clasificación se considera como alimentos de prescripción a todos aquellos que van encaminados al manejo y mejora de la calidad de vida en animales con condiciones patológicas)

- Golosinas y aperitivos. (las golosinas y aperitivos se toman en cuenta como pequeños complementos que regularmente no están balanceados, y cuya única función es crear un vínculo afectuoso entre el propietario y su perro, más no nutren al animal. (Gutiérrez & Cosío, 2014)

En general los alimentos están compuestos por los nutrientes, los cuales son: agua, carbohidratos, proteínas, lípidos, vitaminas y minerales.

Para medir su concentración se emplean métodos como el análisis químico proximal (AQP), el cual además de dar un panorama general del valor nutritivo del alimento también es un excelente procedimiento para realizar control de calidad y determinar si los productos terminados alcanzan los estándares establecidos por los productores, consumidores y autoridades competentes, esto mediante la determinación de la cantidad de humedad, grasa cruda, proteína cruda, fibra cruda, ELN (extractos libres de nitrógeno) y cenizas. (UNAM, 2007)

La humedad representa la cantidad de agua presente en los alimentos, esta determinación es importante para conocer la proporción en que se encuentran los nutrientes y también para determinar las condiciones de almacenamiento del producto terminado ya que una cantidad mayor de agua en el producto terminado puede favorecer a la contaminación por la formación de microorganismos tales como hongos.

La determinación de grasa cruda también conocida como extracto etéreo (EE) se refiere al conjunto de ésteres de ácidos grasos en conjunto, tales como el glicerol,

fosfolípidos, lecitinas, esteroides, ceras, ácidos grasos libres, carotenoides etc. (Q.F., 2008)

La fibra cruda constituye un índice de sustancias presentes en los alimentos de origen vegetal, esta determinación se compone, en conjunto, por celulosa, hemicelulosa, lignina y pentosas junto con pequeñas cantidades de sustancias nitrogenadas de las estructuras celulares de los vegetales. (AFFCO, 2010)

La proteína cruda determina la cantidad de materia nitrogenada total presente en el alimento, ya sea o no de origen proteico, lo cual nos permite hacer una estimación de la proteína total contenida en el alimento.

La determinación de extracto libre de nitrógeno (ELN) es una medición cuantitativa, la cual se obtiene por diferencia y da razón del contenido de carbohidratos.

Las cenizas representan a todos los elementos inorgánicos de un alimento (minerales). Estos se encuentran divididos en dos grupos, aquellos denominados macrominerales, en donde se encuentran calcio, fósforo, magnesio, potasio, cloro, sodio y azufre; y los microminerales, que incluyen al hierro, cobre, selenio, manganeso, cobalto, molibdeno, flúor, cromo, boro y zinc.

El zinc está ampliamente distribuido en muchos tejidos del cuerpo y es esencial para muchas funciones del mismo entre las cuales se menciona que es componente integral de varias metaloenzimas, participa en el metabolismo de los carbohidratos, lípidos, proteínas y también en el metabolismo de la vitamina A, es esencial para la

biosíntesis de ácidos grasos, así como para la inmunidad celular normal, participando principalmente en procesos inflamatorios, también tiene un papel importante en el funcionamiento reproductivo, y por último actúa como cofactor en la síntesis de DNA y RNA, lo cual es de particular importancia en las células que se dividen rápidamente, incluidas las de la epidermis por lo que también juega un papel importante en la queratogénesis y la cicatrización de heridas. Existen múltiples interacciones del zinc con otros minerales, entre los cuales podemos destacar al calcio, magnesio, fósforo, hierro y sodio; los cuales tienen una interacción antagónica, es decir el exceso de cualquiera de ellos reduce considerablemente la absorción del zinc.

Las necesidades dietéticas del elemento varían de acuerdo con la especie y la función del animal, la edad y estado de salud, por lo tanto, los animales en crecimiento y las hembras reproductoras requieren mayores niveles de zinc que los adultos sanos y no reproductores.

Es por todo lo antes mencionado que los animales requieren un suministro continuo de zinc en su dieta pues las reservas en el organismo son limitadas ya que el cuerpo no utiliza ningún órgano ni tejido específico para almacenar este mineral. Se estima que, de todo el zinc ingerido, el organismo asimila solo el 20% aproximadamente. Después de su ingestión, se lleva a cabo la absorción (la cual ocurre en el intestino delgado, Figura 1), una vez absorbido el zinc es transportado rápidamente y se concentra en el hígado (figura 2), al que llega por circulación portal (siendo la albúmina la proteína plasmática encargada de transportarlo en la sangre).

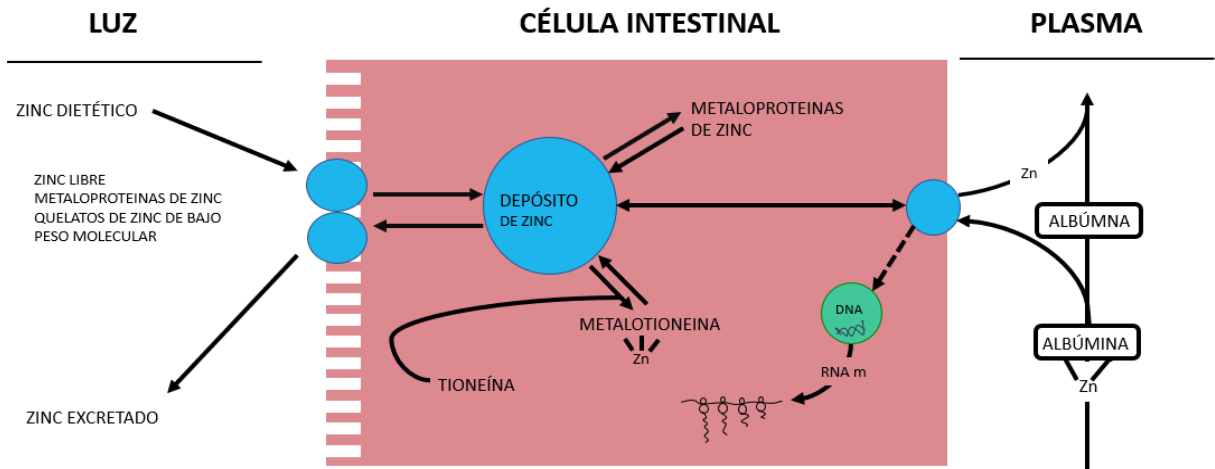


Figura 1. Vía reguladora del metabolismo del zinc dietético en las células intestinales. (D. C. Church, 2013)

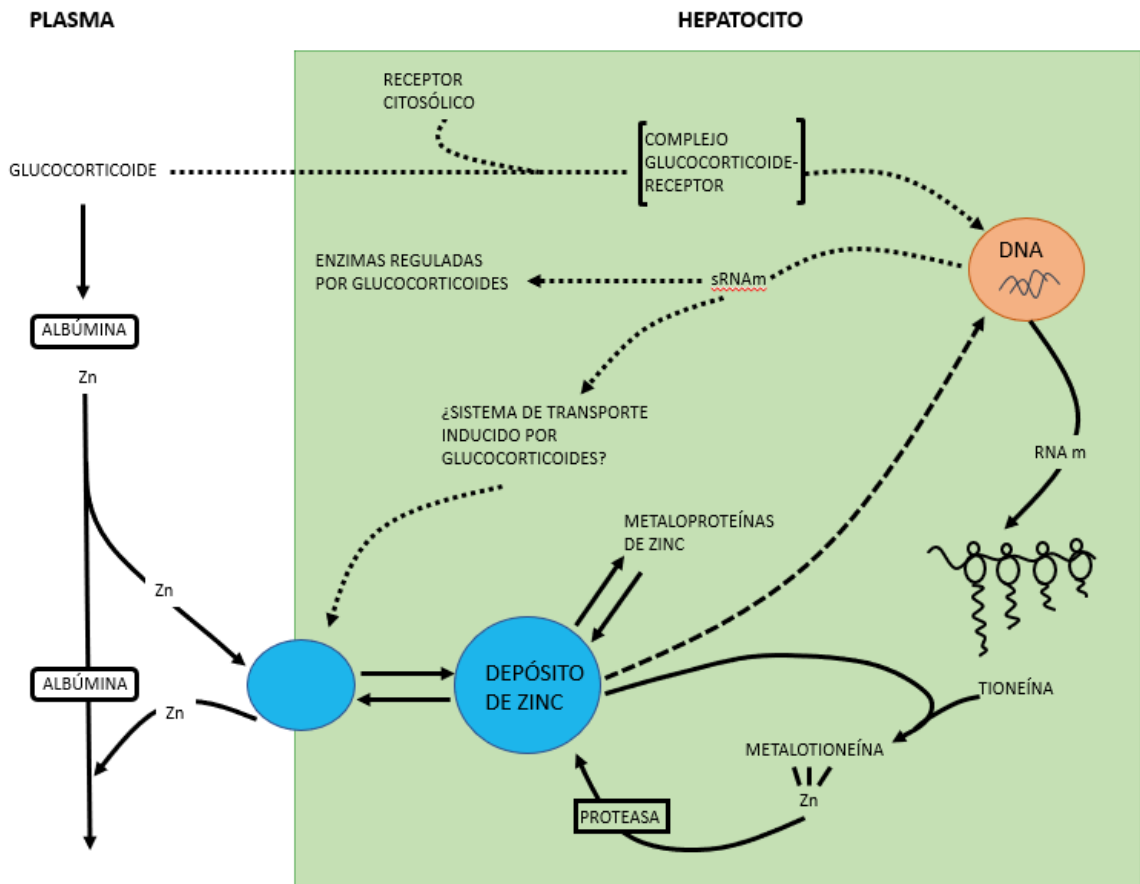


Figura 2. Vía del metabolismo del zinc en los hepatocitos: función del zinc plasmático y de los glucocorticoides. (D. C. Church, 2013)

La distribución a tejidos extra-hepáticos se produce a través del plasma en donde se encuentra aproximadamente 10-20% del zinc total del organismo, aunque las concentraciones plasmáticas del zinc tienden a variar (se ha reportado que dichas concentraciones experimentan oscilaciones circadianas, que disminuyen durante periodos de estrés y que se encuentran sometidas a depresiones postprandiales).

La excreción del zinc se produce principalmente por las heces, es decir por medio de las secreciones pancreáticas, biliares o intestinales y de las células mucosas descamadas. También es excretado por medio de la superficie corporal como parte de la descamación epitelial.

Aproximadamente el 2% del zinc en un organismo se encuentra en la piel, donde la epidermis contiene seis veces más del elemento que la dermis, esto es debido a que, como ya se mencionó, las concentraciones de este mineral tienden a ser más altas en los tejidos con altas tasas de regeneración, por lo que, en caso de perros y gatos, los cambios en la piel y en el pelo suelen ser los primeros signos clínicos de una deficiencia.

Existen dos tipos de dermatosis en perros relacionadas con el zinc:

A) El síndrome I ocurre principalmente en perros de raza nórdica como Husky Siberiano o el Alaska Malamute aunque también se ha reportado en Doberman y Gran Danés. Este síndrome consiste en un defecto genético en el animal, donde esta disminuida la capacidad de absorber el zinc en el intestino, lo que ocasiona

una deficiencia de este. Las lesiones cutáneas se desarrollan a pesar de haber suficiente zinc en la dieta y aparecen más frecuentemente en perros adultos jóvenes. Se pueden observar lesiones en placa hiperqueratótica alrededor de los ojos, labios, pabellón auricular, vulva, ano, prepucio, codos y cojinetes; aunque dichas lesiones también pueden generalizarse. De igual forma se puede encontrar seborrea seca generalizada.

B) El síndrome II aparece en perros que tienden a crecer rápidamente, como el Gran Danés, los cuales son alimentados con dietas deficientes en zinc o dietas que contienen un exceso de fitatos (compuestos presentes en todas las materias primas vegetales) y/o minerales (principalmente Calcio). En este caso las lesiones que podemos observar son: eritema, dermatitis supurativa, seborrea y alopecia en cabeza, codos y cojinetes. Además de que los pacientes pueden presentar un retraso en el crecimiento, o crecimiento raquítrico, depresión, anorexia y pirexia. (Hensel, 2010)

En cualquier caso, la gravedad de los signos clínicos puede ser muy variable. Las lesiones dermatológicas suelen implicar alopecia y prurito, lo que nos lleva la formación de costras y posteriormente lesiones secundarias a esto, como puede ser un pioderma secundario. La deficiencia prolongada puede resultar en pérdida de peso, problemas en la cicatrización de heridas, conjuntivitis y queratitis. Además se puede presentar linfadenopatía generalizada sobre todo en animales jóvenes. En cualquiera de los síndromes las concentraciones séricas de zinc son anormales

El diagnóstico de la deficiencia de zinc se hace mediante la historia clínica completa, la exploración física y biopsia de piel en donde el hallazgo histológico característico es una marcada paraqueratosis difusa epidérmica/folicular, además de una dermatitis perivascular superficial. (Stephen D. White, 2001)

El tratamiento consiste en la suplementación con zinc. En pacientes que presentan el síndrome I la suplementación debe ser de por vida, mientras que en pacientes que presentan el síndrome II se recomienda que el tratamiento dure de 2 a 6 semanas, dependiendo de la respuesta de las lesiones al mismo. Se pueden utilizar distintas presentaciones de zinc entre las cuales están el gluconato de zinc el cual debe administrarse a una dosis de 5 mg/kg/día, la metionina de zinc la cual debe administrarse a una dosis de 1.7 mg/kg/día y el sulfato de zinc el cual se recomienda administrar a una dosis de 10 mg/kg/día, todos por vía oral.

En los pacientes con falta de respuesta a la suplementación de zinc oral, ha sido eficaz la inyección intravenosa con sulfato de zinc estéril a una dosis de 10 a 15mg/kg/día. (Case, 2013)

2.1 JUSTIFICACIÓN

El zinc es un mineral importante para el desarrollo de tejidos por tener que ver en la formación de DNA; por lo que debe estar incluido de cantidades adecuadas en el alimento (Stephen D. White, 2001). Existe evidencia de razas específicas que tienen predisposición a tener problemas de absorción de este mineral, entre las cuales se encuentra el Gran Danés. Dichos problemas se ven reflejados en una falta en el

crecimiento y/o en lesiones cutáneas, por lo cual se debe revisar si la complementación de la dieta ayuda a mantener los niveles sanguíneos adecuados de este mineral, así como si un exceso en cualquier otro mineral presente en la dieta que cuente con algún tipo de interacción con el mismo afecta su absorción, siendo los de mayor importancia calcio, magnesio, sodio, y hierro por el tipo de interacción que se sabe que existe con el zinc.

2.2 HIPÓTESIS

La complementación con sulfato de zinc en perros adultos y gerontes de raza Gran Danés incrementará las concentraciones sanguíneas de este elemento mineral.

2.3 OBJETIVO

Medir las concentraciones sanguíneas de zinc antes y durante la complementación con sulfato de zinc, en perros adultos y gerontes de raza Gran Danés.

3. MATERIAL Y METODOS

El trabajo se llevó a cabo en un domicilio particular ubicado en 3ª Oriente Sur No. 9 Col. El Jobo; Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Se utilizaron 22 perros de raza Gran Danés de entre 2 y 8 años de edad. Dentro de ellos, 13 eran hembras y 9 machos.

A todos los perros se les realizó un examen físico general para evaluar su estado de salud y se les mantuvo bajo las mismas condiciones consumiendo el mismo alimento, se les proporcionó agua ad libitum, contaban con la misma cantidad de

recreo cada uno (el cual constaba de 30 min al día), así como espacios individuales. Todos contaban con los mismos espacios y ambiente.

A todos los animales se les complementó con sulfato de zinc BID vía oral a una dosis total de 10 mg/kg (Fig.4), por medio de cápsulas previamente pesadas en laboratorio (Fig.3), durante 14 días, proporcionándoles a la misma hora todos los días (10 am y 10 pm).

Se realizaron muestreos sanguíneos por medio de la vena cefálica al día cero, siete y catorce post complementación (Fig.5), con jeringas de 5 mL y agujas de calibre 21G, en tubos vacutainer sin anticoagulante e identificadas con el nombre del animal, la fecha de muestreo y el día de muestreo correspondiente (cero, siete ó 14). Las muestras se mantuvieron en refrigeración para su posterior transporte y evaluación en el laboratorio.



Figura 3. Pesaje de cápsulas



Figura 4. Administración del sulfato de zinc



Figura 5. Obtención de las muestras

Una vez en laboratorio fueron colocadas en crisoles individuales, los cuales fueron previamente pesados e identificados por medio de números y llevando la relación muestra-crisol en una bitácora, para deshidratarlas y posteriormente calcinarlas (Fig.6), colocando dichos crisoles en una parrilla a una temperatura aproximadamente de 170°C manteniéndose ahí aproximadamente entre 20 minutos y 1 hora (esto dependiendo del volumen de la muestra), o hasta que de esta dejara de salir humo.



Figura 6. Deshidratación y calcinación de la muestra.

Posteriormente, se colocaron en una mufla donde permanecieron un total de 24 horas a una temperatura constante de 500°C, esto con el fin de obtener las cenizas, fracción donde se encuentran los elementos inorgánicos.

Después de obtener las cenizas se procedió a realizar las soluciones madre, el procedimiento se esquematiza en la Figura 7.

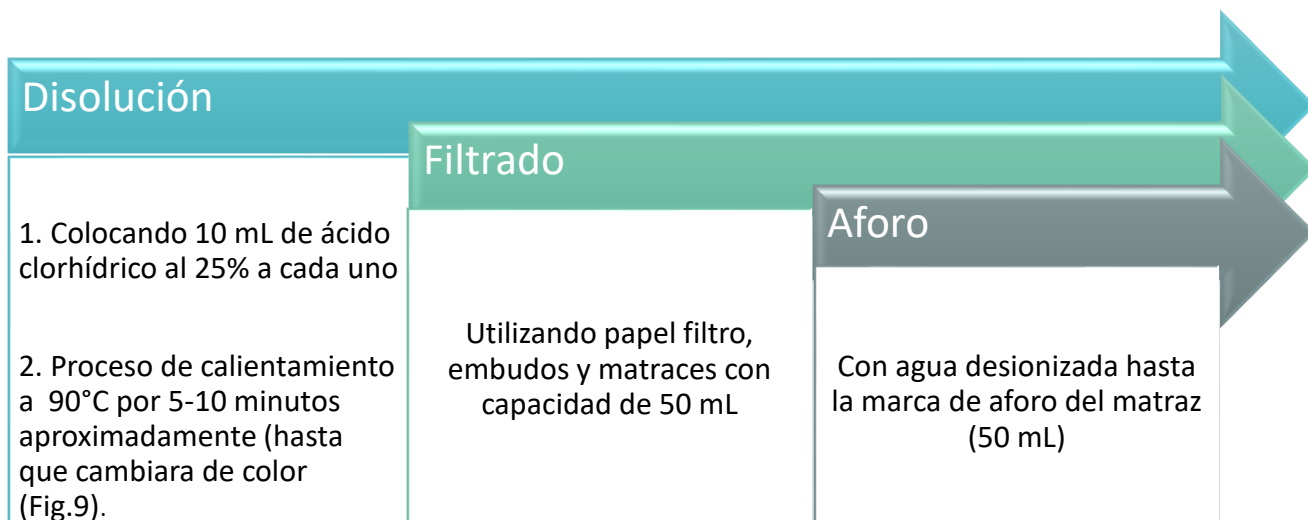


Figura 7. Proceso para realización de soluciones madre



Figura 8. Material para realizar soluciones madre



Figura 9. Cambio de color de las soluciones

Para cada una de las soluciones madre se asignó un frasco alcoholero identificado con el nombre del perro y el día de muestreo, es decir, cero, siete o 14 (Fig.8).

Dichas soluciones pasaron a ser medidas mediante un espectrómetro de absorción atómica Perkin Elmer, donde se realizó la lectura de distintos minerales.

Para el caso de zinc, calcio y magnesio se evaluaron directamente de la solución madre.

Para hierro y sodio se realizaron diluciones a partir de soluciones madre, esto para hacer la cantidad de dichos minerales cuantificables por el espectrofotómetro; hablando específicamente en el caso de hierro fueron dos diluciones las que se aplicaron a la solución madre de cada muestra, estas fueron primero 1/25 (1 mL de la solución madre en 24 mL de agua desionizada) y posteriormente se realizó una dilución 1/10 (1 mL de la dilución 1/25 y 9 mL de agua desionizada) partiendo de la solución anterior.

En el caso de sodio las diluciones preparadas fueron inicialmente 1/100 (1 mL de la solución madre en 99 de agua desionizada) y posteriormente 1/10 (1 L de la dilución 1/100 en 9 mL de agua) partiendo de la primera dilución.

3.1 ANALISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis de resultados se utilizó un diseño completamente aleatorizado en bloque para zinc y sodio; y la prueba de Friedman para calcio, hierro y magnesio.

Para ambos estadísticos de prueba el tratamiento fue el día de muestreo (cero, siete ó 14) y el bloque fue el perro. Se utilizaron los programas computacionales SPSS en su versión 23 y JMP en su versión 10.

4.RESULTADOS

Los resultados obtenidos para cada uno de los minerales medidos fueron los siguientes:

4.1 ZINC

Los niveles promedio de zinc mostraron diferencia significativa entre el día cero con respecto a los días siete y catorce. Esta diferencia se esquematiza en la Figura 10.

Tiempo	Media ± Desviación estándar
0	6.27±0.66 ^A
7	4.36±1.64 ^B
14	3.91±0.93 ^B

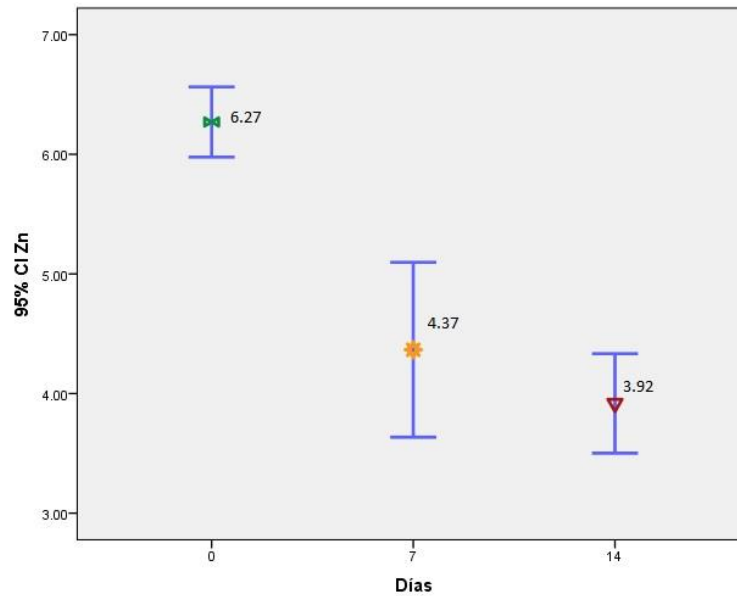


Figura 10. Grafica de resultados (zinc)

4.2 SODIO

Los niveles promedio de sodio en los días muestreados no muestran una diferencia significativa-entre ninguno de los días (cero, siete y 14); lo cual se esquematiza en la Figura 11.

Tiempo	Media ± Desviación estándar
0	1.18±3.74 ^A
7	9.45±4.73 ^A
14	1.00±3.41 ^A

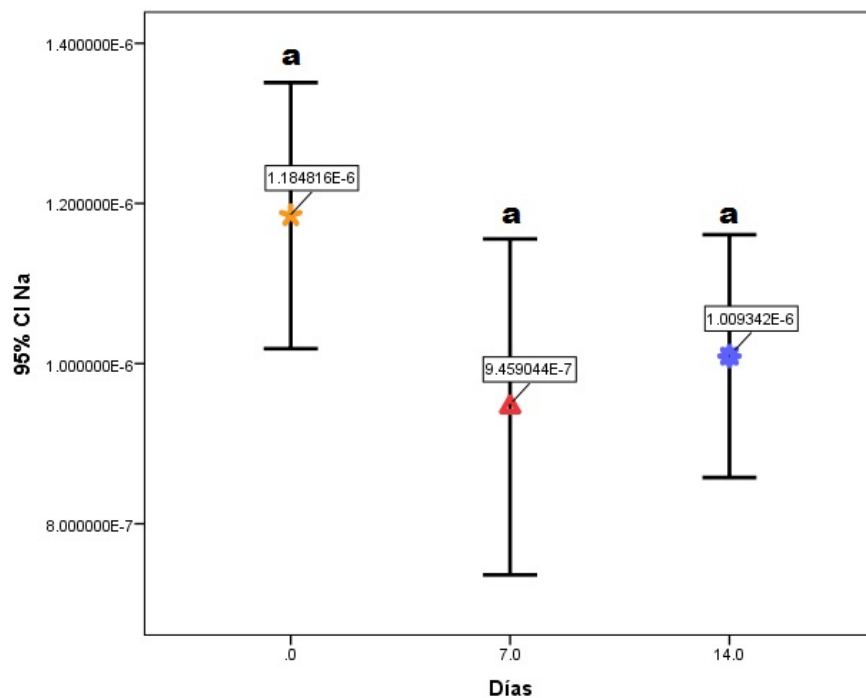


Figura 11. Gráfica de resultados (sodio)

4.3 CALCIO

Se obtuvo como resultado una diferencia significativa en el rango promedio de los niveles de calcio del día cero con respecto a los días siete y 14, entre los cuales no se encontró diferencia. Dicha diferencia se ejemplifica en la Figura 12.

Tiempo	Rango promedio
0	2.95 ^A
7	1.64 ^B
14	1.41 ^B

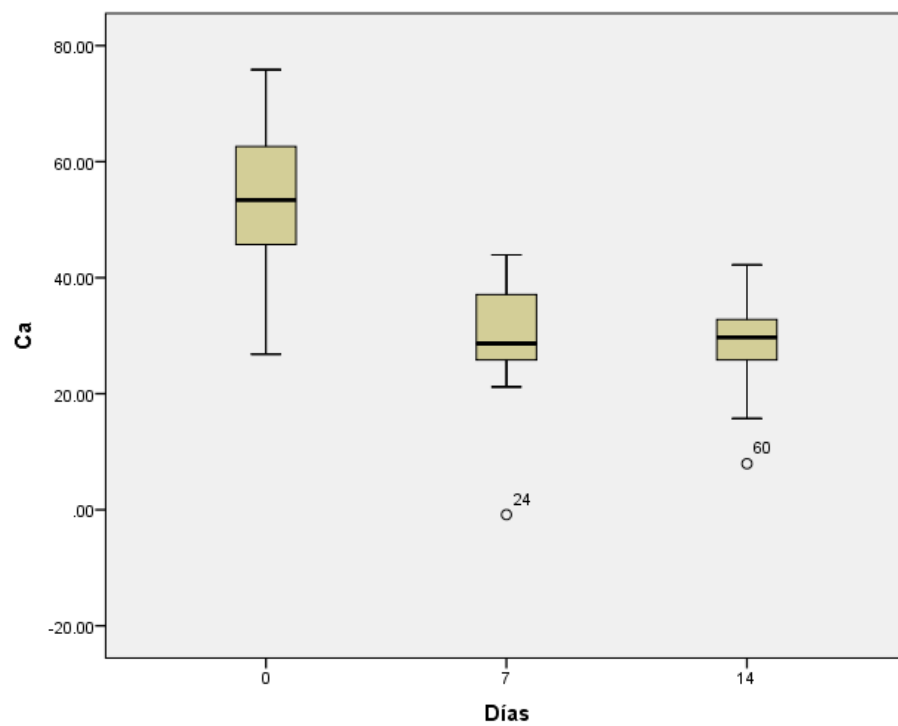


Figura 12. Gráfica de resultados (calcio)

4.4 HIERRO

Los resultados nos muestran que no hay diferencia significativa en el rango promedio de los niveles de hierro entre ninguno de los días. Esto se esquematiza en la Figura 13.

Tiempo	Rango Promedio
0	1.77 ^A
7	1.86 ^A
14	2.36 ^A

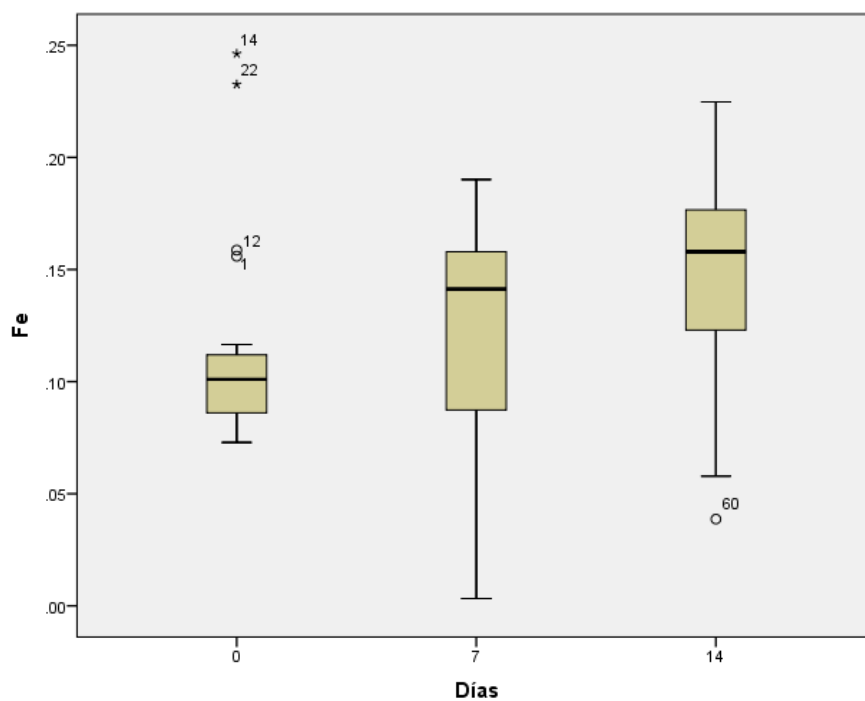


Figura 13. Gráfica de resultados (hierro)

4.5 MAGNESIO

Los resultados arrojaron una diferencia significativa en el rango promedio de los niveles de magnesio, esto entre los 3 días de tratamiento (cero, siete y 14). Esto se ejemplifica en la Figura 14.

Tiempo	Rango promedio
0	1.45 ^A
7	1.91 ^B
14	2.64 ^C

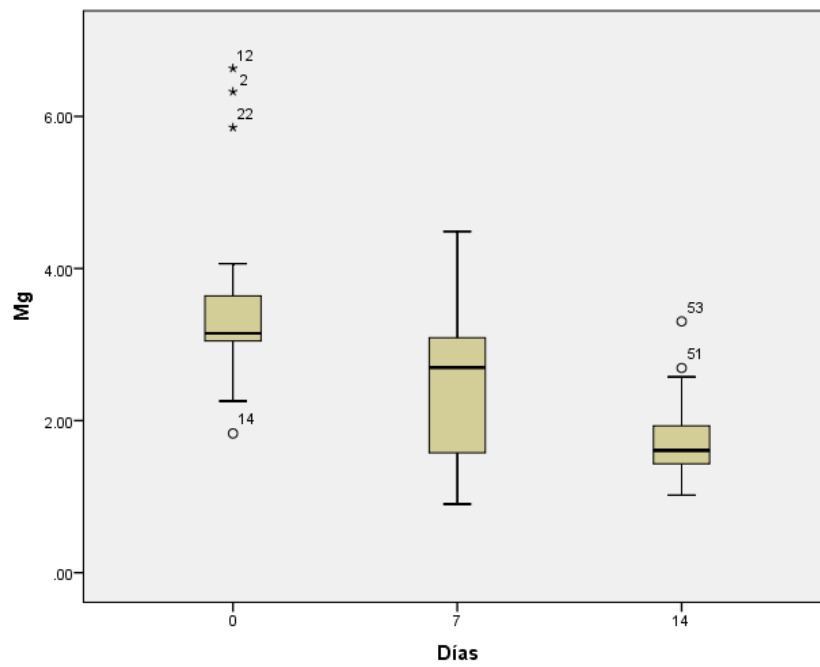


Figura 14. Gráfica de resultados (magnesio)

5. DISCUSION.

Existen dos formas comerciales de zinc, las cuales se clasifican en orgánico (como la metionina o propionato) e inorgánico (como el óxido o sulfato de zinc). La presentación en la que se proporciona puede influir directamente en la forma en la que se absorbe y se utiliza por el organismo del animal (Friedhelm Brinkhaus, 1998). En términos generales los minerales traza orgánicos son formas en las que el mineral es quelado a un ligando orgánico, tales como aminoácidos, polisacáridos o ácidos orgánicos, se sabe que ciertos minerales (como el selenio, cromo o el hierro) son mejor utilizados si son presentados en sus formas inorgánicas; mientras que para otros minerales como el caso del zinc, existe controversia sobre el grado de disponibilidad de sus formas orgánicas vs las formas inorgánicas.

Actualmente ha aumentado el interés por el uso de minerales en su forma orgánica, esto debido a que se ha reportado una mayor biodisponibilidad de éstos en comparación con las fuentes inorgánicas.

En perros, existe un estudio donde se compararon los efectos de las dietas que contienen zinc orgánico e inorgánico sobre las características del pelo, la concentración de zinc en la sangre y en pelo, y la influencia de minerales orgánicos en la respuesta inmune de los perros. (Luciano Trevizan, 2013) Donde utilizaron a dieciocho perros adultos sanos de diferentes razas, a los cuales se les dividió en dos grupos. Al primer grupo se les proporcionó una dieta con fuente mineral orgánica y al otro de les proporcionó una dieta con fuente mineral inorgánica, durante 30 días.

Evaluaron muestras sanguíneas y de pelo tomadas al día cero y treinta para medir las concentraciones de zinc.

Obtuvieron como resultado que la concentración de zinc en la sangre se mantuvo estable durante todo el experimento en animales alimentados con fuentes minerales orgánicas, pero disminuyó significativamente en los animales alimentados con fuentes inorgánicas (Fig. 15) (Luciano Trevizan, 2013)

Misma situación que se observó en el presente estudio, que, a través del tiempo, en lugar de incrementarse los niveles de este mineral, disminuyeron, mostrándose una diferencia estadísticamente significativa, lo cual pudo también deberse a que tanto las fuentes de minerales en el alimento como las del complemento utilizado fueron de origen inorgánico.

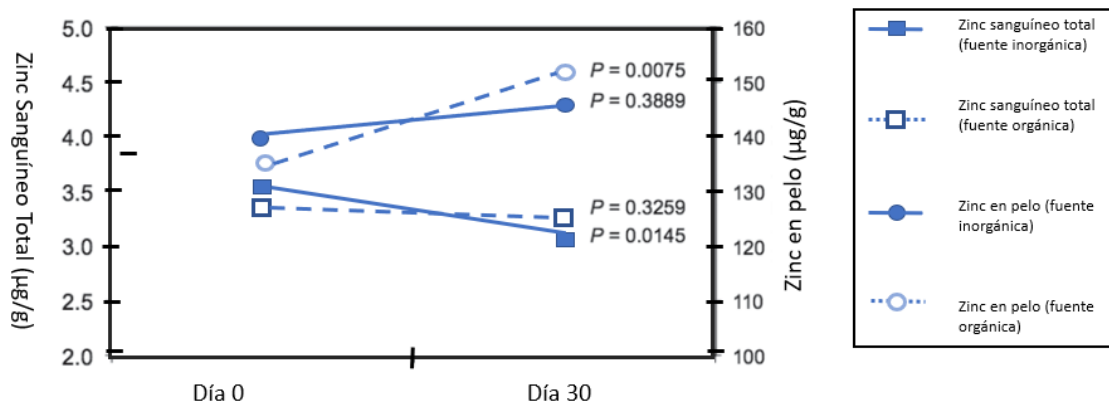


Figura 15. Grafica de resultados (Luciano Trevizan, 2013).

Las formas inorgánicas de zinc son las más comúnmente utilizadas en la mayoría de los alimentos comerciales para perros; dentro de ellas la forma más utilizada es el sulfato de zinc, esto por su bajo costo y su fácil acceso en el mercado, razones

por las cuales también se decidió utilizar dicha sal para este estudio, el inconveniente está en que, éstas al disociarse en el tracto intestinal e interactuar con otras sustancias hace que se reduzca su absorción (Uttra Jamikorn, 2008).

Se han realizado otros estudios en perros comparando la biodisponibilidad de Zn entre sus fuentes orgánica e inorgánica, en donde se demostró que cuando a los perros se les alimentó con zinc quelado, este se absorbió mejor y fue retenido por más tiempo en el organismo que la forma inorgánica de este mineral, por lo que, menores inclusiones de formas orgánicas minerales son necesarias para cumplir con los requerimientos esenciales, además de reducir las interacciones entre minerales en el intestino y mejorar el proceso de absorción. (John A. Lowe, 1994)

Los alimentos con base en materia vegetal, pueden afectar directamente la absorción de zinc, esto por la cantidad de fitatos y oxalatos que contienen los ingredientes con los que están elaborados. (Michael S. Hand, 2000)

Cuando el alimento ingerido contiene gran cantidad de fitatos, se forman complejos fitato-calcio-zinc, los cuales son insolubles e inabsorbibles, este es un mecanismo que hace que reduzca la disponibilidad de Zn para los animales. En el caso de que exista presencia de oxalatos en el alimento, estos actúan como agentes quelantes del calcio y el magnesio, lo cual reduce su absorción. (Michael S. Hand, 2000)

Los animales sujetos a este estudio consumen un alimento hecho principalmente a base de cereales y derivados, lo cual nos puede llevar a sospechar que la presencia de los elementos antes mencionados puede estar afectando la asimilación de Ca, Mg y principalmente zinc. Por lo que las lesiones dermatológicas son evidentes.

La presencia de ligandos de bajo peso molecular como la histidina y la cistina en los forrajes como la harina de soya y de maíz también disminuyen la absorción del zinc, lo que al consumirse por un tiempo prolongado nos puede llevar a una deficiencia de este mineral (Ultra Jamikorn, 2008).

Existen reportadas múltiples interacciones entre minerales, las cuales pueden ser antagónicas (la presencia de un mineral reduce el transporte o la eficacia biológica de otro) o sinérgicas (los dos minerales actúan de forma complementaria mediante el ahorro o la sustitución del otro mineral, o bien, ambos mejoran una función biológica). Una vez explicado esto, basándonos en los resultados obtenidos en el presente estudio es importante mencionar que existen interacciones entre magnesio calcio y zinc. (Michael S. Hand, 2000)

Entre calcio y magnesio la interacción es básicamente la competencia directa por sitios de absorción, mientras que la interacción entre calcio y zinc es de tipo antagónica, es decir, a mucho calcio se ve reducida la absorción de zinc.

Basándonos en los resultados podemos suponer que la absorción de zinc se vio mermada por múltiples factores, como ya se mencionó por la presentación en la que fue administrado el zinc, pero también porque los animales de este estudio al consumir un alimento elaborado principalmente con ingredientes de origen vegetal, es muy probable que el mismo contenga fitatos, lo que provoca que se formen los complejos fitato-calcio-zinc, lo que impide que ambos elementos se absorban, y a su vez el magnesio al competir por sitios de absorción con calcio trae como consecuencia una mejora en la absorción del mismo.

6.CONCLUSIONES

Con este estudio se puede concluir que los niveles sanguíneos tras la complementación de la dieta con sulfato de zinc (zinc inorgánico) se ven mermados por múltiples factores, dentro de los cuales se encuentra la biodisponibilidad del complemento. Las formas inorgánicas de zinc pueden funcionar como tratamiento para el caso de las dermatosis por deficiencia del mismo, siempre y cuando se tome en cuenta su baja biodisponibilidad comparada con sus formas orgánicas.

Se recomienda realizar estudios sobre la biodisponibilidad de este mineral en los alimentos, ya que, si la industria comenzara a utilizar formas orgánicas de este, se disminuiría la incidencia de casos por deficiencia de este elemento mineral. Siendo más enfáticos en el sector comercial de los alimentos clasificados como “de valor” ya que, al utilizar fuentes orgánicas de zinc en la formulación de los mismos, puede aumentar un poco el costo de elaboración, pero también disminuiría el porcentaje de inclusión del mismo, lo cual mejoraría la absorción y aprovechamiento del mismo por el animal, lo que podría darle un valor agregado al alimento y a su vez un mejor posicionamiento en el mercado.

En relación a la utilización de proteínas de origen vegetal en la formulación de los alimentos para mascotas, se recomienda que se utilicen ingredientes que no contengan altas cantidades de fitatos y oxalatos, ya que estos en lugar de actuar de forma benéfica en el organismo de los perros, tienen un efecto perjudicial para la absorción de los minerales, además de su bajo aprovechamiento y biodisponibilidad

para el organismo animal. Sería recomendable realizar estudios sobre el contenido de fitatos y oxalatos en los alimentos comerciales para perros clasificados como “de valor”, para poder posteriormente proponer una reformulación de los mismos con una fuente proteica distinta.

7.REFERENCIAS

- Ackerman, L., 1987. Nutritional Supplements in Canine Dermatoses. *Can Vet J*, 28(1-2), pp. 29-32.
- AFFCO, 2010. *Association on American Feed Control Officials Incorporated*. USA: s.n.
- Case, L. P., 2013. *Nutrición en caninos y felinos: para los especialistas en animales de compañía*. Tercera ed. Buenos Aires: Inter-Médica.
- D. C. Church, W. G. P. K. R. P., 2013. *Fundamentos de Nutrición y Alimentación de Animales*. 2a ed. México: Limusa Wiley.
- Friedhelm Brinkhaus, J. M. C. Z. a. J. A. G., 1998. Bioavailability of Zinc Propionate in Dogs. *American Society for Nutritional Sciences. J. Nutr.*, 128(0022-3166/98), p. 2596S–2597S.
- Gutiérrez, C. & Cosío, K., 2014. *Manual de nutrición y alimentación de perros y gatos*. Ciudad de México: CEAMVET.
- Hensel, P., 2010. Nutrition and skin diseases in veterinary medicine. *Clinics in Dermatology*, Volumen 28, pp. 686-693.
- John A. Lowe, J. W. D. J. A. C., 1994. Zinc Source Influences Zinc Retention in Hair and Hair Growth in the Dog. *The Journal of Nutrition*, 124(12), p. 2575S–2576S.
- Luciano Trevizan, M. M. F. C. R. R. V. L. & A. d. M. K., 2013. Effects of Diets Containing Organic and Inorganic Zinc Sources on Hair Characteristics, Zinc Concentration in Blood and Hair, and the Immune Response of Dogs. *Acta Scientiae Veterinariae*, 41(1154), pp. 1-7.
- Michael S. Hand, C. D. T. R. L. R. P. R., 2000. *Small Animal Clinical Nutrition*. 4a ed. Buenos Aires, Argentina : Inter-Médica S.A.I.C.I..
- Q.F., G. R. L., 2008. *EXPRESIÓN ANALÍTICA DE LOS COMPONENTES DE LOS ALIMENTOS*. Antioquia, Colombia : UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA FACULTAD DE QUÍMICA FARMACÉUTICA DEPARTAMENTO DE FARMACIA .
- Stephen D. White, P. B. R. A. W. R. B. C. T. B. K. V. F. P. I. L. C. P. S. G. Z. C. C. O., 2001. Zinc- responsive dermatosis in dogs: 41 cases and literature review. *Blackwell Science Ltd.*, Volumen 12, pp. 101-109.
- UNAM, D. d. A. y. B. F. d. Q., 2007. *Fundamentos Y Técnicas de Análisis de Alimentos*. Ciudad de México: UNAM.

- Uttra Jamikorn, T. P., 2008. Comparative Effects of Zinc Methionylglycinate and Zinc Sulfate on Hair Coat Characteristics and Zinc Concentration in Plasma, Hair, and Stool of Dogs.. *Thai J. Vet. Med.*, 38(4), pp. 9-16.