

**EVALUACIÓN DE LA PRESENCIA DE AFLATOXINAS (B_1 , B_2 , G_1 , G_2) EN
ALIMENTOS BALANCEADOS PARA CANINOS COMERCIALIZADOS A
GRANEL EN ESTABLECIMIENTOS DE CHÍA, CUNDINAMARCA**



UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO

FACULTAD MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

AUTORES:

CANO SUESCA LADY JULIANA

OVALLE LÓPEZ SOLMIRIAM

**BOGOTA
2021**

EVALUACIÓN DE LA PRESENCIA DE AFLATOXINAS (B_1 , B_2 , G_1 , G_2) EN ALIMENTOS BALANCEADOS PARA CANINOS COMERCIALIZADOS A GRANEL EN ESTABLECIMIENTOS DE CHÍA, CUNDINAMARCA



UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO

FACULTAD MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

Trabajo de grado para optar al título de Médico Veterinario

AUTORES:

CANO SUESCA LADY JULIANA Cod. 10511717922

OVALLE LÓPEZ SOLMIRIAM Cod. 10511626073

TUTOR:

FRANCISCO JAVIER VARGAS ORTIZ, MV, MSc, PhD

Co-tutor:

VICTOR MAURICIO LEON SERPA, MVZ

**BOGOTA
2021**

AGRADECIMIENTO

Nuestro agradecimiento a la empresa patrocinadora GABRICA S.A.S, por medio del Doctor Michel Cardona médico veterinario y gerente de desarrollo técnico, nos brindaron el apoyo económico con el cual fue posible realizar este estudio, a nuestros jurados la doctora Paola Cabrera MV Ms Farmacología U.N y, el doctor Juan Carlos Morales MV MSc, docentes de la universidad Antonio Nariño por su colaboración, y paciencia, al doctor Gonzalo J. Diaz del Laboratorio de Toxicología de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional de Colombia por su apoyo incondicional y consejos, nuestro tutor inicial el doctor Víctor Mauricio León Serpa MVZ, Esp Sanidad Animal, quien confió en nosotros, en nuestro proyecto, nos guió y brindó todo su apoyo y conocimiento, así como el doctor Francisco Javier Vargas Ortiz quien muy amablemente nos respaldó en la continuidad y culminación de este proyecto.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	5
SUMMARY	6
1. INTRODUCCIÓN	7
2. JUSTIFICACIÓN	9
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
3.1 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	12
4. OBJETIVOS	13
4.1 OBJETIVO GENERAL	13
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
5. MARCO TEÓRICO	14
Figura 1. Estructura química de las aflatoxinas B1, B2, G1, G2 y M1.	16
5.1 Aflatoxicosis aguda	17
5.2 Aflatoxicosis subaguda	17
5.3 Aflatoxicosis Crónica	17
6. AFLATOXINAS	18
6.1 Legislación colombiana e internacional	20
Figura 2: Norma: niveles máximos permitidos en alimentos para cada especie animal	21
6.2 Especies animales afectadas	21
6.3 Método de diagnóstico o detección.	22

	4
7. METODOLOGÍA	23
7.1 Localización	23
7.2 Materiales	24
7.3 Método de recolección	25
7.4 Diagrama de flujo: metodología	27
8. EVALUACIÓN DE RESULTADOS	¡Error! Marcador no definido.
8.1 Análisis de la información	28
8.2. RESULTADOS	29
Tabla 1. Recopilación de información.	29
8.3 Buenas prácticas para evitar la contaminación de alimentos con Aflatoxinas	35
8.4 Buenas Prácticas Agrícolas (BPA)	36
8.5. Buenas prácticas de almacenamiento y Manufactura.	37
8.6. Sistema de análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP)	37
Figura 4: Ejemplo es un diagrama de flujo global que incluye desde la compra de la materia prima hasta el consumidor final.	41
9. DISCUSIÓN	42
10. CONCLUSIONES	45
11. RECOMENDACIONES	47
12. BIBLIOGRAFÍA	49

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó con el fin de hacer una evaluación de la presencia de aflatoxinas (B_1 , B_2 , G_1 , G_2) en alimentos balanceados para caninos comercializados a granel en establecimientos del municipio de chía Cundinamarca, en relación a la problemática que existe debido a la contaminación de alimentos y materias primas utilizados para la elaboración de concentrado para caninos por el hongo *aspergillus flavus*, el cual es un microorganismo ubicuo, teniendo la capacidad de prosperar en agua, tierra y aire, colonizando en su recorrido cultivos de cosecha, vehículos de transporte y continuar su diseminación y crecimiento bajos condiciones óptimas de almacenamiento de estos productos.

Las micotoxinas mencionadas en este trabajo tienen gran importancia especialmente en perros por causar patologías no deseadas, el consumo de alimento contaminado de forma gradual genera en ellos aflatoxicosis, las cuales pasan desapercibidas pues los signos clínicos evidenciados no son específicos de la enfermedad por lo que generalmente se llega a un sub diagnóstico.

En esta investigación se implementó la comparación de resultados con revisiones bibliográficas y literatura científica, realizando la toma de 15 muestras de alimento balanceado para caninos, analizados bajo la prueba de cromatografía líquida de alto rendimiento (HPLC) en el laboratorio de toxicología de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional, sede Bogotá. De las muestras recolectadas se obtuvieron en un 100% de ellas resultados negativos para la presencia detectable de aflatoxinas (B_1 , B_2 , G_1 , G_2) lo cual indica que los alimentos balanceados vendidos a granel en el municipio de chía no representan un problema para la salud pública en lo que respecta a caninos, pero abre una ventana a una investigación más profunda

Palabras clave: Micotoxinas, Aflatoxina B1, B2, G1, G2, *Aspergillus flavus*, caninos, alimento balanceado, Almacenamiento, Aflatoxicosis, HPLC.

SUMMARY

The present research work was carried out in order to make an evaluation of the presence of aflatoxins (*B1*, *B2*, *G1*, *G2*) in balanced food for dogs marketed in bulk in establishments in the municipality of Chia Cundinamarca, in relation to the problem that it exists due to the contamination of food and raw materials used for the production of concentrate for canines by the fungus *Aspergillus flavus*, which is a ubiquitous microorganism, having the ability to thrive in water, soil and air, colonizing harvest crops along its path, transport vehicles and continue their dissemination and growth under optimal storage conditions for these products.

The mycotoxins mentioned in these works are of great importance because they cause unwanted pathologies, especially in dogs, since the consumption of contaminated food is gradually and chronically generated in these aflatoxicoses, which go unnoticed because the clinical signs evidenced are not specific to the disease due to which generally leads to overdiagnosis.

In this research, the comparison of results with bibliographic reviews and scientific literature was implemented, taking 15 samples of balanced food for dogs, analyzed under the high performance liquid chromatography (HPLC) test in the toxicology laboratory of the Faculty of Veterinary Medicine of the National University, Bogotá headquarters. From the collected samples, 100% of them obtained negative results for the detectable presence of aflatoxins (*B1*, *B2*, *G1*, *G2*), which indicates that balanced foods sold in bulk in the municipality of Chia do not represent a problem for public health when it comes to canines, but opens a window for further investigation.

Key words: Mycotoxins, Aflatoxin *B1*, *B2*, *G1*, *G2*, *Aspergillus flavus*, canines, balanced food, Storage, Aflatoxicosis, HPLC.

1. INTRODUCCIÓN

Las aflatoxinas han sido tema de investigación durante los últimos años, siendo muy importantes en salud pública, ya que se sintetizan en climas tropicales, subtropicales y templados los cuales favorecen su producción.

Las aflatoxinas han causado grandes daños debido a su alta toxicidad, son conocidas desde el año 1960, fue así como se le dio gran importancia en Inglaterra cuando se presentó una epidemia donde mató a 100.000 pavos, al principio se desconocía su origen, luego, en su momento se denominó “ La enfermedad X de los pavos”, tiempo después se descubrió el origen, dando como resultado la intoxicación de aflatoxinas por consumo de maní contaminado por *Aspergillus flavus* proveniente de Sur América. (Martínez, Vargas del Rio & Gómez, 2013).

Los efectos hepatotóxicos y cancerígenos de las aflatoxinas se han ido conociendo en el transcurso del tiempo, estas micotoxinas son metabolizadas por un conjunto de enzimas llamadas Citocromo P450, en donde la aflatoxina *B1* en específico sufre de oxidación, esta biotransformación ocurre en el hígado, riñón e intestino y su tasa de conversión determinan los niveles de toxicidad (Eroksuz *et al.*,2015; Torres *et al.*, 2014).

La industria de las mascotas ha aumentado exponencialmente a través de los años, debido a que se volvieron parte de la familia, es así como el alimento para ellos es parte de la lista en el mercado diario, exigiendo de esta manera, mejor calidad, variabilidad y palatabilidad.

Es indispensable e importante realizar este tipo de estudio en los alimentos balanceados ya que los caninos son muy sensibles a estas toxinas, causando efectos y patologías graves para el animal

llegando de esta manera a afectar el funcionamiento normal de órganos importantes como el hígado, riñón, cerebro, intestino, entre otros. (Shao *et al.*, 2018)

La contaminación por aflatoxinas (B_1 , B_2 , G_1 , G_2), causa grandes pérdidas económicas en la agricultura mundial: anualmente se afectan alrededor de 16 millones de toneladas de maíz, 12 millones de toneladas de arroz, 1,8 millones de toneladas de nueces y 2,3 millones de toneladas de soya, entre otros cultivos. (Carreño, Hurtado & Navas, 2014)

Para prevenir la contaminación se han venido implementando estrategias de control biológico, es así como en Latinoamérica se han realizado estudios para determinar niveles de aflatoxinas en países que son exportadores e importadores de granos como son Brasil, Argentina, Colombia, Venezuela y Uruguay. (Wouters, Casagrande, Watanabe, 2019)

2. JUSTIFICACIÓN

Este proyecto de investigación está enfocado en la presencia de aflatoxinas en los alimentos balanceados para caninos, la calidad e inocuidad tiene gran importancia para la salud, debe ser seguro para consumo animal. En este orden de ideas vimos la importancia de realizar esta investigación sobre la presencia de aflatoxinas (B_1 , B_2 , G_1 , G_2) en los alimentos suministrados a los canes; en la ciudad de Chía, Cundinamarca. Debido a que existen algunos establecimientos donde no se tiene un manejo adecuado de los alimentos balanceados, en razón a que están expuestos a variaciones de luz, humedad, temperatura y contaminación ambiental, las cuales como se ha dicho anteriormente, propician el crecimiento o la producción de las aflatoxina (B_1 , B_2 , G_1 , G_2), en el alimentos que luego llega al consumidor final, generando a largo plazo afectación a su salud con signos clínicos inespecíficos.

Este proyecto de investigación se realizó con quince muestras de concentrado para mascotas comercializados a granel en quince establecimientos comerciales, cabe resaltar que este muestreo se hizo de forma aleatoria, realizando la recopilación en un día, e inmediatamente después se llevaron al laboratorio donde fueron procesadas, realizando la prueba de HPLC las cuales se analizaron las cuatro aflatoxinas de mayor importancia en Colombia : AFB_1 , AFG_1 , AFB_2 y AFG_2 .

Las aflatoxinas son contaminantes naturales en productos agrícolas, en diferentes investigaciones que se han realizado confirman la presencia de ellas en varias zonas de Colombia, así como a nivel mundial, en casi todos los alimentos de primera necesidad. (Martínez, et al., 2013).

La prevalencia e intoxicación por aflatoxinas en alimentos para consumo humano y animal, son monitoreadas de forma constante por medio de estudios y análisis en todo el mundo en productos básicos, sin embargo, en países en desarrollo no se tiene información de manera constante sobre la prevalencia o presencia de micotoxinas, puede ser porque hay un déficit de recurso humano, económico y falta de laboratorio, razón por la cual en países en desarrollo se aporta poca información (Díaz G, Perilla N, Rojas Y.,2001)

En Colombia son pocas las investigaciones sobre las aflatoxinas en alimentos balanceados para caninos, es por esto por lo que vimos la necesidad de realizar esta investigación. Actualmente el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), ha elaborado un documento donde se establecen directivas y técnicas de alimento para animales, está basado en la norma técnica colombiana 3686 con niveles máximos permitidos en alimentos para cada especie animal, de esta manera poder cuantificar estos metabolitos que son de interés en salud pública.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las aflatoxinas abordadas en este estudio son sustancias químicas naturales, producto del metabolismo de hongos principalmente *Aspergillus flavus* que colonizan cultivos y/o alimentos almacenados; se ha calculado que afectan a más del 25% de cultivos en el mundo. El crecimiento de estos hongos y la producción de aflatoxinas depende de diversos factores tales como: tipo de transporte, almacenaje, humedad, temperatura y tiempo de almacenamiento (Carreño et al., 2014).

La intoxicación con aflatoxinas se denomina aflatoxicosis, se presenta por consumo de alimentos contaminados por esta toxina como los son: las semillas oleaginosas de maní, sésamo, avellanas, almendras y cereales o de sus derivados almacenados en sacos o silos (Serrano & Cardona, 2015).

Las aflatoxinas son principalmente hepatotóxicas, inmunosupresoras, nefrotóxicas y neurotóxicas, cuando su consumo es prolongado tienen actividad cancerígena, mutagénica y teratogénica. Los principales efectos hepáticos de las aflatoxinas son: esteatosis, necrosis hepatocelular, colestasis y fibrosis. Los cerdos y los perros son los mamíferos más susceptibles a los efectos de las aflatoxinas, esto depende de factores tales como concentración y duración de la exposición con la toxina (Singh *et al.*, 2018). En perros es poco reportado, siendo extremadamente sensibles a la toxina presentando una baja concentración de la enzima glutatión S-transferasa (GST) en los hepatocitos, esta es la principal enzima detoxificante. La aflatoxicosis En perros se presenta por consumo de maíz contaminado (producto necesario para la elaboración del concentrado) (Barth *et al.*, 2013), y también porque este contiene carne de origen animal, por lo cual necesita un manejo adecuado en la elaboración, almacenamiento y transporte para evitar la presentación de micotoxinas (Muñoz, Rodríguez, Mota & Suarez, 2015) En Brasil y en otros

países, se han detectado niveles significativos de aflatoxinas de hasta el 50% de las muestras de dietas comerciales para perros que fueron analizadas (Barth *et al.*, 2013).

Los signos clínicos que presentan se relacionan con el grado de contaminación del alimento, el tiempo y la cantidad de toxinas ingeridas por el animal; las intoxicaciones agudas y subagudas son más frecuentes y generalmente fatales, principalmente en animales jóvenes que han ingerido alimentos con altos niveles de aflatoxinas (Gómez *et al.*, 2014).

3.1 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

- ¿Los alimentos balanceados para caninos comercializados a granel en el municipio de Chía, (Cundinamarca) presentan niveles de concentración detectables de alguna o varias aflatoxinas (B_1 , B_2 , G_1 , G_2) producidas por el hongo *Aspergillus flavus*?

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

- Evaluar la presencia de Aflatoxinas (B_1, B_2, G_1, G_2), en alimentos balanceados para caninos distribuidos a granel en Chía, Cundinamarca.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la concentración de Aflatoxinas (B_1, B_2, G_1, G_2) en alimentos balanceados en quince establecimientos comerciales del municipio de estudio.
- Comparar los resultados obtenidos con estudios reportados en literatura.
- Realizar una revisión de literatura sobre procedimientos y buenas prácticas de producción.

5. MARCO TEÓRICO

En los sistemas de producción agropecuaria de alimentos se ha evidenciado la presencia de agentes químicos, físicos y biológicos que afectan su calidad al momento del almacenaje o distribución, estos elementos son considerados hoy en día un factor de riesgo muy importante a nivel mundial por su impacto sobre la salud de los organismos, un ejemplo muy claro son la micotoxinas (sustancias químicas naturales), que son producto del metabolismo de los hongos, y dada su característica de ubicuidad, tienen la capacidad de habitar en cualquier lugar, ya sea agua, tierra o aire, colonizando así, productos agrícolas en cosecha y continuar su desarrollo bajo condiciones de almacenamiento (Carreño et al.,2014).

En la naturaleza algunas especies de hongos como *Aspergillus spp*, *Fusarium spp* y *Penicillium spp* producen diferentes tipos de micotoxinas especialmente las aflatoxinas, generadas por vías biosintéticas en condiciones de temperaturas óptimas o de estrés, que favorecen al hongo actuando como defensa contra otros organismos competidores (como las bacterias), permitiendo su proliferación en cualquier sustrato en el cual lleguen a estar presentes. Productos derivados de las producciones de animales, como carne, leche y huevos pueden llegar a contener estas aflatoxinas, cuando los animales han consumido alimento contaminado previamente (Castellari, Cendoya, Valle, Barrera & Pacin, 2015).

Las aflatoxinas han sido foco de investigación muy importante ya que se sintetizan en climas tropicales, subtropicales y templados, donde diversas condiciones y/o factores favorecen su producción, dentro de las condiciones óptimas para el crecimiento de los hongos, se destacan principalmente las altas temperaturas (alrededor de 30°C a 35°C) y elevada humedad relativa; esto explica la frecuente aparición de estos hongos en cereales como el maíz, sorgo, millo entre otros.

Los hongos al ser un constituyente normal del suelo, al liberar sus esporas, estas son transportadas por el viento a diferentes lugares distantes como por ejemplo silos de almacenamiento y/o productos cosechados (pre o post-cosecha).

Pre-cosechas: Dado por condiciones ambientales que favorecen el crecimiento de los hongos en la planta durante todo su crecimiento en el cultivo o por daños producidos por insectos y plagas que transportan e intervienen en el ingreso de las esporas a la planta.

Post-cosecha: Depende de las condiciones de almacenamiento, procesamiento y distribución de los granos, ya que, si existe una ruptura de su cubierta o alguna otra afectación a su integridad, al igual que en precosecha, se favorecerá la contaminación de los granos por los hongos, más aún si coincide con condiciones que favorezcan el crecimiento de estos organismos, pues la estructura física de los sitios de almacenaje propicia al mantenimiento de temperaturas y humedad ideal para su crecimiento.

Esta investigación se enfocó en detectar la concentración de 4 tipos de aflatoxinas, las más importantes y comúnmente encontradas en alimentos balanceados para caninos. Estas micotoxinas son un grupo de compuestos químicos orgánicos no proteicos, dentro de las cuales las de mayor interés para este estudio son las aflatoxinas B_1 , B_2 , G_1 y G_2 , que toman su nombre gracias al color de la fluorescencia emitida al ser expuestas a luz ultravioleta (UV), se denominaban entonces de la siguiente manera: B (blue/azul), G (Green/verde) (Carreño, Hurtado & Navas, 2014) (Figura 1)

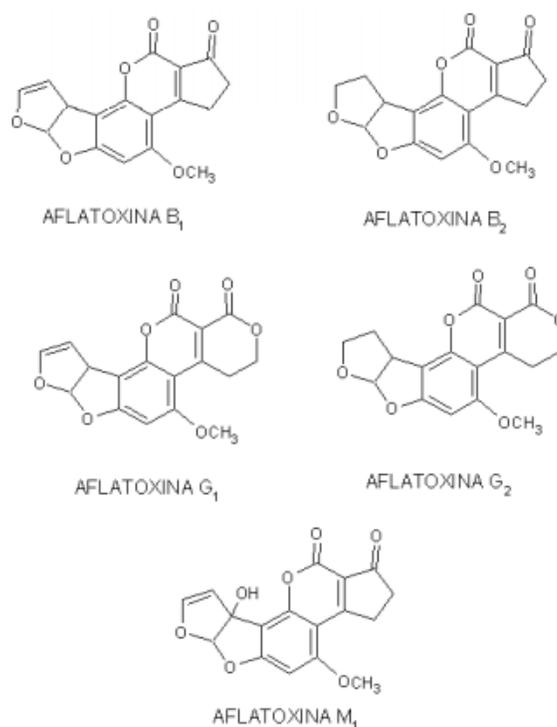


Figura 1. Estructura química de las aflatoxinas B1, B2, G1, G2 y M1. (Martínez, et al.... 2013).

Este grupo de toxinas en específico tienen gran significancia por causar efectos indeseados especialmente en perros, pues su consumo de bajas a medias concentraciones en el alimento balanceado y de forma gradual en el tiempo pueden ser perjudiciales para la salud del animal, afectando el funcionamiento normal de órganos importantes como el hígado, riñón, cerebro, intestino, entre otros. Al consumirse de manera oral, estas micotoxinas son metabolizadas por un conjunto de enzimas llamadas Citocromo P450, en donde la aflatoxina B1 en específico sufre una oxidación, hidrólisis y reducción mediada por estas enzimas, esta biotransformación ocurre en el

hígado, riñón e intestino y su tasa de conversión determinan los niveles de toxicidad (Eroksuz *et al.*, 2015; Torres *et al.*, 2014).

La industria de las mascotas ha ido creciendo de forma acelerada en las últimas décadas, debido a que con más frecuencia ellas son consideradas como un miembro importante de la familia, de esta forma el alimento para las mascotas es parte de la canasta familiar de muchos colombianos, aumentando la exigencia de la calidad por parte del dueño de la mascota, con el fin de obtener una mejor calidad de vida y salud para sus animales. Esta investigación de aflatoxinas (B_1 , B_2 , G_1 , G_2) en los alimentos balanceados es importante ya que los caninos son muy sensibles a estas toxinas y tienden a presentar alguna de las siguientes tres formas de enfermedad (Shao *et al.*, 2018)

5.1 Aflatoxicosis aguda: Presentan muerte repentina, hiperplasia hepática, coagulación intravascular diseminada y hemorragia interna dosis de aproximadamente, 1 mg/kg durante periodos de 1 a 3 semanas produciendo toxicidad aguda, potencialmente mortal para el individuo

5.2 Aflatoxicosis subaguda: Presentan letargia, anorexia e ictericia cuando consumen alimentos con concentraciones de aflatoxinas de aproximadamente 0,5 a 1 mg / kg durante 2 a 3 semanas.

5.3 Aflatoxicosis Crónica: Muestran síntomas clínicos similares para la fase subaguda, con concentraciones de 0,05 a 0,3 mg / kg de alimento para mascotas durante 6 a 8 semanas.

Los casos de aflatoxicosis por alimentos en la mayoría de los casos pasan desapercibidos porque los signos clínicos son poco específicos, haciendo que sea difícil diferenciarla de otras enfermedades o infecciones como, por ejemplo: leptospira debido a su similitud de signos como, ictericia, hematemesis y letargia. La identificación de este problema es compleja, es menester tener

en cuenta: variación de signos clínicos, pruebas para la detección de aflatoxinas y la dosis a la que el animal haya sido expuesto (Guterres, *et al.*, 2017; Perusia O, & Rodríguez R., 2011).

5.3. Aflatoxinas

E *Aspergillus flavus* son hongos que constituyen la microflora del suelo en áreas tropicales, subtropicales y templadas y sus esporas pueden ser transportadas a través del aire, la contaminación de los granos puede darse en pre o post-cosecha, por condiciones de estrés de la planta o daños producidos por insectos, que permiten la entrada de las esporas de estos hongos por lo general afectando granos almacenados.

Antiguamente la presencia de aflatoxinas (B_1 , B_2 , G_1 , G_2), en Colombia se encontraba sin mayor importancia, con una incidencia del 9% al 30%, con niveles promedio alrededor de los 20 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Pero en septiembre del año 2001 se reportó niveles altos de Aflatoxinas B_1 (AFB_1), específicamente en el municipio de Cereté (Córdoba), nunca reportados en el país, afectando a 50.000 hectáreas de maíz (*Zea mays*) (blanco y amarillo) llegando a niveles cercanos a los 300 $\mu\text{g}/\text{kg}$.

Estos hongos producen principalmente estas cuatro aflatoxinas: B_1 , B_2 , G_1 y G_2 . Siendo la más frecuente y tóxica la Aflatoxina B_1 (AFB_1). Los niveles máximos de aflatoxinas permisibles en Colombia en alimentos para humanos y animales oscilan entre 10 y 50 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (Acuña C, Díaz G y Espitia M 2005).

En años recientes se han llevado a cabo en Latinoamérica algunos estudios para determinar los niveles de aflatoxinas en alimentos producidos en Brasil, Argentina, Colombia, Venezuela y Uruguay; estos países son los principales exportadores de granos en la región. En Colombia, en particular en la ciudad de Medellín, se ha demostrado contaminación con aflatoxinas en muestras

de maíz, con niveles por encima del máximo establecido por la Administración de Drogas y Alimentos de los Estados Unidos (FDA, por su sigla en inglés) y la Organización de Alimentos y Agricultura de las Naciones Unidas (FAO, por su sigla en inglés); estos hallazgos fueron confirmados en estudios posteriores (Carreño *et al.*, 2012).

En Venezuela en el 2005 se reportó la muerte de más de 150 mascotas (perros y gatos) por el consumo de alimentos concentrados contaminados con aflatoxinas (B_1 , B_2 , G_1 , G_2), en aquella ocasión se tomaron muestras del maíz que fue utilizado como materia prima en la elaboración del alimento canino, estos fueron analizados por el laboratorio del Instituto Nacional de Higiene "Rafael Rangel" (INH), del Ministerio de Salud y Desarrollo Social (MSDS), dando como resultado positivo para aflatoxinas, se hizo seguimiento veterinario de aquellas mascotas que consumieron estos productos, identificando la toxina como responsable de la hepatitis en los caninos, lo que conllevó a retirar las marcas de los establecimientos comerciales en Venezuela, como también el cierre de la planta de producción donde provino el producto contaminado. (Quiñones Yuri A, 2005).

Existe variedad de estrategias para la prevención y la contaminación con aflatoxinas, como son: la selección de ingredientes que se compran, un adecuado almacenaje de granos y cereales incluyendo, así como la limpieza del sitio y los equipos utilizados en la producción del alimento, aunque estas medidas de control no son suficientes, para evitar o reducir la contaminación.

Según investigaciones se encuentra con mayor regularidad, la aflatoxina B_1 como un compuesto mayormente tóxico para las especies animales además que pertenece al conjunto de micotoxinas de importancia en salud pública, es considerada por la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) como potencialmente cancerígena en animales de experimentación y también en humanos (Prado R, 2018).

5.4 Legislación colombiana e internacional

Las aflatoxinas al ser una de las más importantes por su alta toxicidad e incidencia dentro del grupo de las micotoxinas, se le ha otorgado una mayor atención en su control en todo lo relacionado hacia la producción de alimentos tanto para el consumo humano como animal, las concentraciones aceptadas a nivel mundial cambian dependiendo del país, en Colombia por ejemplo el mercado de elaboración de alimentos balanceados para mascotas va en aumento, incluyendo fórmulas nutricionales que varían según la necesidad, las más utilizadas para la fabricación son: cereales, proteínas animales, proteínas vegetales, siendo los primeros de los más susceptibles a contaminación por micotoxinas, el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), ha elaborado un documento en el cual se establecen directivas técnicas de alimento para animales, el cual también es basado en la Norma técnica Colombiana 3686 (Alimentos Para Animales – Alimento Completo Para Perros)

ESPECIE	NIVEL DE AFLATOXINA PERMITIDO
AVÍCOLA	20 p.p.b
BOVINA	50 p.p.b
CANINA	20 p.p.b
CUNÍCOLA	10 p.p.b
FELINA	20 p.p.b
PISCÍCOLA-TRUCHAS	10 p.p.b
PISCÍCOLA	20 p.p.b
PORCINA	50 p.p.b

Figura 2: Norma: niveles máximos permitidos en alimentos para cada especie animal, resaltando que (parte por billón) p.p.m. = ng/kg (nanogramo de toxina por kilogramo de alimento)

Respecto a unidades internacionales, la FDA (Administración De Drogas Y Alimentos De Los Estados Unidos) ha establecido niveles de regulación de presencia de aflatoxinas en Maíz de fin Humano de 20 p.p.b y para Maiz de fin animal entre 20 a 300 p.p.b dependiendo su especie y su edad de madurez.

5.5 Especies animales afectadas

Las aflatoxinas (B_1 , B_2 , G_1 , G_2), afectan diversos animales y sus órganos blancos son: riñones, hígado, tracto digestivo, sistema reproductor y sistema nervioso central ejerciendo efectos negativos en la coagulación e inmunidad (Eroksuz *et al.*, 2015). Entre los animales que afectan están los rumiantes que al consumo de alimentos contaminados por aflatoxinas (B_1 , B_2 , G_1 , G_2) pueden hacer biotransformación y ser eliminadas por leche y orina bajo otras isoformas (Rojo *et al.*, 2014), los microorganismos del rumen pueden metabolizar las aflatoxinas, estas son absorbidas rápidamente por el tracto digestivo y metabolizadas en el hígado para convertirse en aflatoxina M de forma más o menos efectiva, en caso de no hacerse de forma adecuada, los rumiantes pueden presentar bajos niveles de producción y problemas a nivel reproductivo. En pollos de engorde se conoce como “síndrome del ave pálida” debido a que las mucosas son pálidas, además presentan hígado graso, disminuyen la producción (poca cantidad, tamaño pequeño de yemas y huevos) y ocurre mortalidad embrionaria. En cerdos produce ictericia, retraso en el crecimiento, diarreas y menor conversión alimenticia (Torres *et al.*, 2014).

En perros y gatos los efectos se consideran severos, incluso llevando a la muerte; en 2011 se reportó en el Hospital Académico Veterinario Onderstepoort (Sudáfrica) que a 100 perros se les encontró concentraciones de aflatoxinas por consumo de alimentos peletizados contaminados, al examen clínico presentaba: decaimiento, ictericia, hematoquecia, melena y hematemesis, los hallazgos patológicos arrojaron gastroenterohemorragia, hepatitis, hígado graso y dilatación de conductos biliares; una característica particular encontrada al examen histopatológico fue la presencia de un material granular azul-gris dentro de los conductos biliares, también se tomaron muestras de concentrados consumidos por estos perros para encontrar una conexión de las aflatoxinas encontradas con el alimento. Se calcula que en promedio 220 caninos fallecieron en la provincia de Gauteng de Sudáfrica relacionado con la alimentación con concentrados contaminados. (Arnot,Duncan, Coetzer, 2012)

5.6. Método de diagnóstico o detección.

Las micotoxinas tienen estructuras químicas y concentraciones similares, por lo que es indispensable realizar métodos cuantitativos selectivos, precisos y rápidos para la confirmación de su presencia en alimentos, la literatura reporta varios métodos de diagnóstico, como: Cromatografía de capa fina (TLC), Cromatografía de gases (GC), Cromatografía líquida junto con Espectrometría de masas (LC-MS / MS) y Cromatografía líquida de alto rendimiento (HPLC) (Zhang *et al.*, 2016; Fernández, González, Fernández & Camarillo, 2000). Para evaluar concentraciones de aflatoxinas en tejidos o fluidos animales, los métodos más utilizados son: cromatografía de capa fina (TLC), cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) y ELISA (Fernández *et al.*, 2000).

7. METODOLOGÍA

La presente investigación se basa en la metodología de estudios científicos descriptivos mediante un diseño no experimental donde se tomó una muestra de alimento balanceado comercial, en quince establecimientos comerciales ($n = 15$), con el mínimo de manipulación (Ato, López & Benavente, 2013).

7.1 Localización

La ciudad de Chía está situada en la Sabana de Bogotá es un municipio colombiano ubicado en del departamento de Cundinamarca. Se encuentra a 10 kilómetros al norte de Bogotá, a una altitud de 2600 msnm, una población de 139.023 habitante para el año 2019, tiene un área urbana total de 79 km², en la época de lluvias ocurren inundaciones, adicional el mal manejo de los residuos sólidos, los malos olores, provocando de esta manera contaminación ambiental, llegando así a perjudicar aún más los alimentos que están expuestos a este ambiente dado que en el municipio los locales que distribuyen alimento a granel están frente a vías de transporte. (Luisa F. Mejía B, 2014).

Este procedimiento incluye una planificación con anterioridad que consta de una visita al municipio hecho en días anteriores.

- La toma de las muestras se realizó de forma aleatoria y ciega, lo que quiere decir que la muestra se hizo sin tener en cuenta factores específicos, los cuales podrían contribuir a la contaminación o alteración alguna de las muestras, el procedimiento se hizo en horas de la mañana
- Se ingresó en cada uno de los establecimientos, se recolectó el alimento balanceado de cualquier dispensador caneca o bulto a la vista con el fin de que esta no se vea sesgada por ninguna variable; para la recopilación de las muestras se utilizó una pala recogedora

por cada sitio visitado y para cada una de las muestras, se hizo uso de una gramera para así tomar la cantidad sugerida por el laboratorio (1000gr min).

- Posterior a la toma de la muestra se recopiló la siguiente información:
 1. Tipo de alimento (cachorro, adulto)
 2. Calidad (gama baja, media),
 3. Tipo de almacenamiento (bulto, dispensador, caneca)
 4. Cada muestra luego se depositó en un contenedor evitando la contaminación o muerte de microorganismos que posiblemente puedan ser encontrados y reportados.
- Ya obtenidas las muestras, estas se llevaron por los investigadores en transporte público directamente al laboratorio de toxicología de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional, sede Bogotá para ser evaluadas por medio de la Cromatografía líquida de alto rendimiento HPLC
- Obtenidos los análisis del laboratorio, se estableció una correlación entre los resultados y los tipos de alimentos balanceados para caninos recopilados a granel en los establecimientos

7.2 Materiales

Para la recolección de las muestras se utilizó elementos como: tapabocas, guantes de nitrilo, bolsas de plástico herméticas, pala recogedora y gramera, para el análisis de las muestras se utilizó la prueba de Cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) (Guterres *et al.*, 2017), para realizar la identificación de aflatoxinas y sus concentraciones.

7.3 Método de recolección

Se tuvo en cuenta para la recolección los siguientes factores:

7.3.1. Factores de inclusión: Alimentos para caninos comercializados a granel, en bultos abiertos, dispensadores o en canecas, el muestreo de cada alimento balanceado para caninos se hizo de forma aleatoria a ciegas

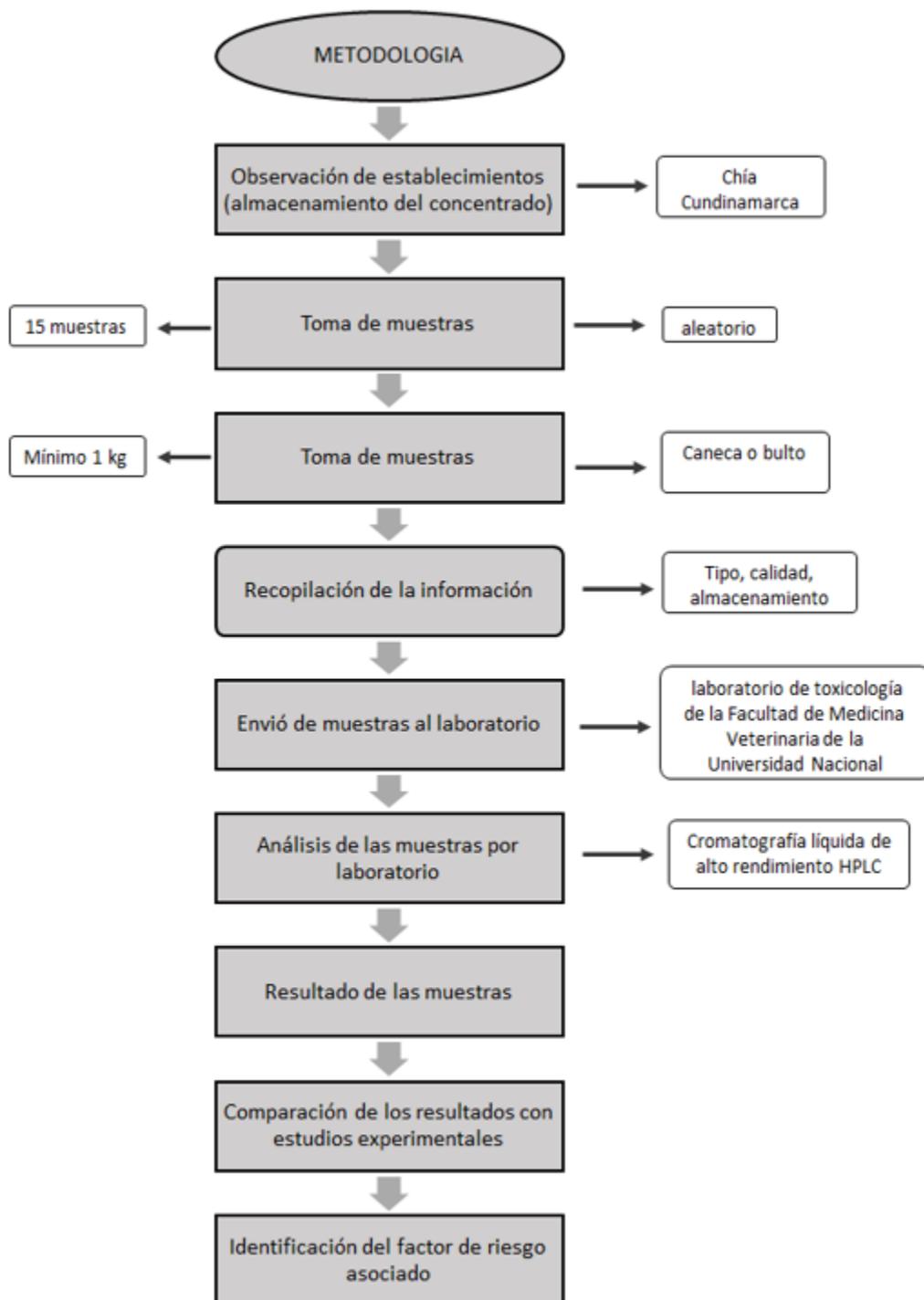
7.3.2. Factores de exclusión: No se tuvo en cuenta para el muestreo alimentos para felinos, alimentos balanceados super premium y alimentos medicados.

Se realizó reconocimiento previo de los establecimientos que distribuyen alimentos a granel en Chía, Cundinamarca con la finalidad de recopilar información acerca de las condiciones que estos se encuentren como lo son: la exposición al medio ambiente, las condiciones de almacenaje de estos alimentos balanceados, la forma en que son empacados y distribuidos a los clientes, el tiempo que les toma en vender un bulto después de ser abierto, una vez se obtuvo la información, se recopiló las muestras de forma aleatoria y ciega sin tener en cuenta la marca o referencia en el momento del alimento balanceado para canino.

La recolección de las muestras se realizó en un día, se tomaron quince muestras de alimentos balanceados, que tenían las características de inclusión y exclusión arriba mencionadas, la cantidad de alimento que se tomó en una bolsa en cada establecimiento, con un peso de 1000 g calculado por medio de una gramera, la forma de envío de las muestras se hizo en bolsas plásticas herméticas, selladas y rotuladas con un número consecutivo (1 al 15), se llevaron al laboratorio de toxicología de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional, sede Bogotá donde fueron evaluadas. para ser analizadas por el método de Cromatografía líquida de alta resolución (HPLC),

El tiempo de entrega de los resultados fue de cinco días, posteriormente los resultados obtenidos se compararon con estudios experimentales encontrados en revisión de literatura identificando los factores o impacto relacionándolos con los resultados obtenidos por medio de la observación hecha al principio de la investigación.

7.4 Diagrama de flujo: metodología



7.5. Análisis de la información

Debido a que el tamaño muestral es pequeño, utilizamos la prueba “t de Student” con un intervalo de confianza del 95%, para las concentraciones de aflatoxinas (B_1 , B_2 , G_1 , G_2) de los alimentos balanceados distribuidos a granel.

Para plasmar los resultados de las pruebas, se recurrió como guía a tablas y frecuencias estadísticas que permitan obtener conclusiones estadísticamente válidas y significativas (García & Matus, SF).

Una vez obtenido los resultados de laboratorio se realiza un intervalo de confianza del 95% para las concentraciones de Aflatoxinas (B_1 , B_2 , G_1 , G_2), obtenidas de las muestras de concentrados.

Debido a que la toma de las muestras fue de forma aleatoria y ciega, no se tomó en cuenta los factores específicos que favorezcan el crecimiento de los hongos y su posterior síntesis de aflatoxinas, no podemos garantizar un buen número de repeticiones de diferentes tipos de concentrados.

Se revisa literatura nacional e internacional de reportes similares, de los últimos 10 años, en los cuales se han analizado las concentraciones de Aflatoxinas (B_1 , B_2 , G_1 , G_2), en alimentos para animales.

8. RESULTADOS

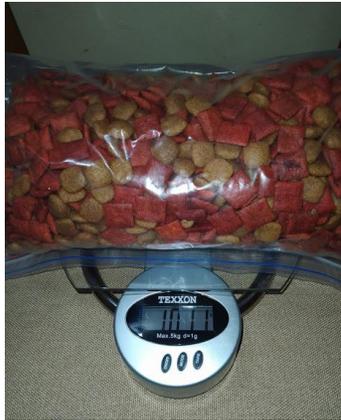
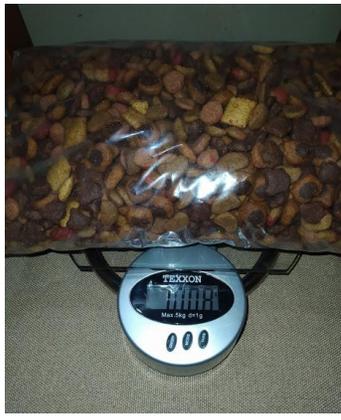
El día de la toma de muestras se rotuló cada bolsa con el número de muestra y se tomó la información pertinente establecida en el diseño metodológico, adicionalmente se evidencio que cada una de las muestras pesara el mínimo requerido por el laboratorio de toxicología de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional, sede Bogotá, se tomó evidencia fotográfica de la cual está plasmada en la siguiente tabla:

8.1. Muestras naalizadas

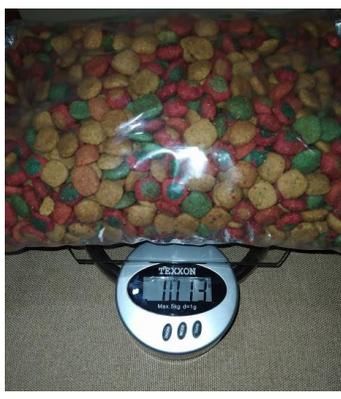
Tabla 1. Recopilación de información.

N°	Fotografía	Peso (gramos)	Tipo de alimento	Calidad gama baja, media,alta	Tipo de almacenamiento
1		1006	Adulto	Gama baja	Bulto

2		1017	Adulto	Gama baja	Contenedor
3		1021	Adulto	Gama media	Bulto
4		1014	Adulto	Gama media	Contenedor
5		1000	Adulto	Gama media	Contenedor

6		1011	Adulto	Gama media	Contenedor
7		1025	Adulto	Gama baja	Contenedor
8		1008	Adulto	Gama media	Bulto

9		1039	Adulto	Gama media	Contenedor
10		1059	Adulto	Gama media	Contenedor
11		1042	Adulto	Gama baja	Contenedor

12		1031	Adulto	Gama media	Contenedor
13		1013	Adulto	Gama baja	Contenedor
14		1041	Adulto	Gama media	Contenedor
15		1066	Adulto	gama baja	Contenedor

En ninguna de las muestras (n=15) de alimento balanceado para caninos comercializados a granel mostraron niveles detectables de aflatoxinas (B_1 , B_2 , G_1 , G_2), (límite de detección 5 $\mu\text{g}/\text{kg}$) En todas las variedades de muestras analizadas, no se pudo demostrar la incidencia de aflatoxinas y establecer la correlación entre la humedad nivel de impureza y manejo en el almacenamiento, estos resultados son beneficiosos y apropiados para la población canina, indicando un bajo riesgo en relación con las muestras analizadas

Es necesario continuar monitoreando en diferentes establecimientos con mayor exposición y en diferentes barrios o zonas más vulnerables

CONCENTRADO	MUESTRAS	PESO (G)	AFB1 ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	AFB2 ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	AFG1 ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	AFG2 ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	AF TOTALES ($\mu\text{g}/\text{kg}$)
054 A	ESTABLECIMIENTO 1	1000	N.D	N.D	N.D	N.D	—
054 B	ESTABLECIMIENTO 2	1000	N.D	N.D	N.D	N.D	—
054 C	ESTABLECIMIENTO 3	1000	N.D	N.D	N.D	N.D	—
054 D	ESTABLECIMIENTO 4	1000	N.D	N.D	N.D	N.D	—
054 E	ESTABLECIMIENTO 5	1000	N.D	N.D	N.D	N.D	—
054 F	ESTABLECIMIENTO 6	1000	N.D	N.D	N.D	N.D	—
054 G	ESTABLECIMIENTO 7	1000	N.D	N.D	N.D	N.D	—
054 H	ESTABLECIMIENTO 8	1000	N.D	N.D	N.D	N.D	—
054 I	ESTABLECIMIENTO 9	1000	N.D	N.D	N.D	N.D	—
054 J	ESTABLECIMIENTO	1000	N.D	N.D	N.D	N.D	—

	TO 10						
054 K	ESTABLECIMIENTO 11	1000	N.D	N.D	N.D	N.D	—
054 L	ESTABLECIMIENTO 12	1000	N.D	N.D	N.D	N.D	—
054 M	ESTABLECIMIENTO 13	1000	N.D	N.D	N.D	N.D	—
054 N	ESTABLECIMIENTO 14	1000	N.D	N.D	N.D	N.D	—
054 Ñ	ESTABLECIMIENTO 15	1000	N.D	N.D	N.D	N.D	—

Tabla 2: Resultados. N.D: No detectable Técnica: NTC 1232 HPLC- espectrofluorimetría.

Fecha de análisis: 09-07-2020

Teniendo en cuenta que las muestras se tomaron de manera aleatoria en diferentes puntos de Chía Cundinamarca, no es posible descartar un resultado positivo para aflatoxinas en otros establecimientos o en otras zonas de la ciudad, se requiere de un mayor número de muestras con el fin de obtener datos más precisos

8.3 Buenas prácticas para evitar la contaminación de alimentos con Aflatoxinas

Es así, que la trazabilidad, definida por la FAO como *“la capacidad para reunir el tejido histórico, la utilización o localización de un artículo o de una actividad por medio de una identificación registrada”*. Refiriéndose a dos aspectos principales: por un lado, la identificación del producto mediante un proceso de marcación; y por el otro, el registro de los datos relacionados con ese producto a lo largo de las cadenas de producción, transformación y distribución de un alimento, un concentrado, o sustancias que se incorporen a los anteriores o que tengan la capacidad de

hacerlo, pasan por unas etapas las cuales están basadas en tres grandes pilares

8.4 Buenas Prácticas Agrícolas (BPA)

Se refieren a los procedimientos que se realizan en el campo, en donde se supervisa y se controla el crecimiento de algún tipo de hongo que altere el cultivo y sea un potencial productor de toxinas, como es:

- Realizar el análisis del tipo de suelo y su profundidad para el adecuado suministro de agro insumos.
- Considerar la pendiente del predio donde se va a cultivar.
- Realizar prácticas de mínima labranza.
- Evitar la erosión y compactación.
- Practicar rotación de cultivos.
- Elegir semillas que se adapten a los suelos del predio y cuenten con registro ICA.
- Elegir fecha de siembra en el momento adecuado evitando las sequías, plagas y enfermedades
- Instalar puntos de acopio de residuos en zonas estratégicas del predio
- Usar herramientas limpias y desinfectadas Manual
- Analizar el agua del predio al menos una vez al año para conocer sus características de calidad
- Usar la cantidad de agua necesaria para ahorro y cuidado del cultivo

8.5. Buenas prácticas de almacenamiento y Manufactura.

Son las etapas de empaque, almacenamiento, transporte e industrialización, en donde cada uno de estos procesos debe ser vigilado, la humedad (menor al 12%), la actividad del agua del alimento (menor a 0,7), la temperatura entre 20, 22 °C y la ventilación además de incluirse:

- Ubicación y materiales de construcción de las instalaciones
- Mantenimiento y saneamiento
- Higiene del personal
- Transporte
- Capacitación
- Información sobre los productos y sensibilización de los consumidores
- Programa de Control de Químicos y Residuos peligrosos
- Programa de Control de Plagas
- Rastreabilidad y retiros del mercado
- Control de Proveedores.

8.6. Sistema de análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP)

Es el procedimiento por el que se establecen las premisas del buen y completo dominio de los procesos de producción y manufactura, este sistema busca identificar los peligros para

establecer acciones que minimicen el riesgo, el sistema HACCP no asegura la desaparición del peligro de micotoxina, sino que controla la presencia de estas y por tanto disminuye el riesgo de estas en la salud animal. Aquí se requieren los 7 principios publicados por La Comisión Del Codex Alimentarius Y El Programa Conjunto Fao/Oms Sobre Normas Alimentarias en su página 38. Requiriéndose doce tareas las cuales son, *figura 3*.

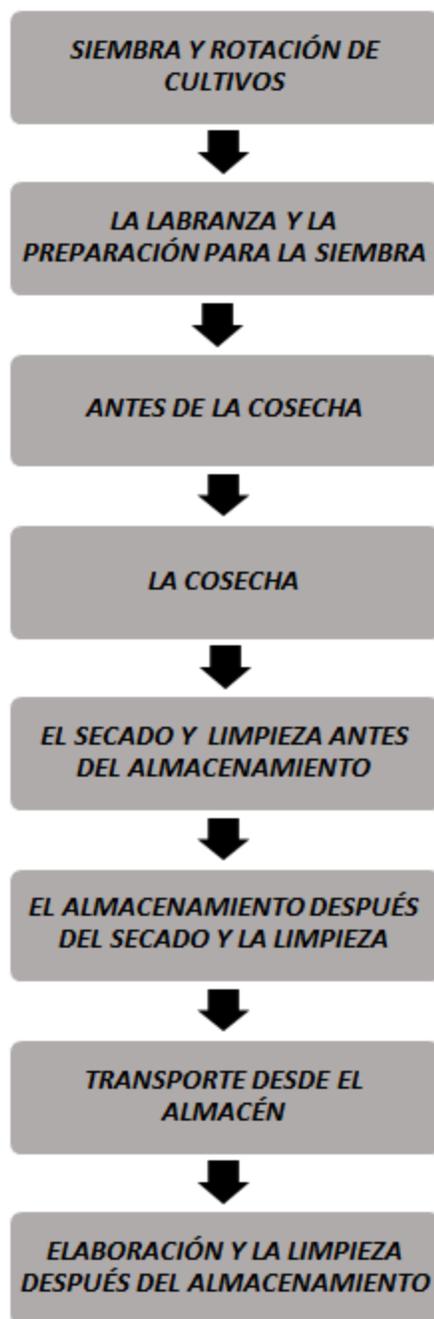
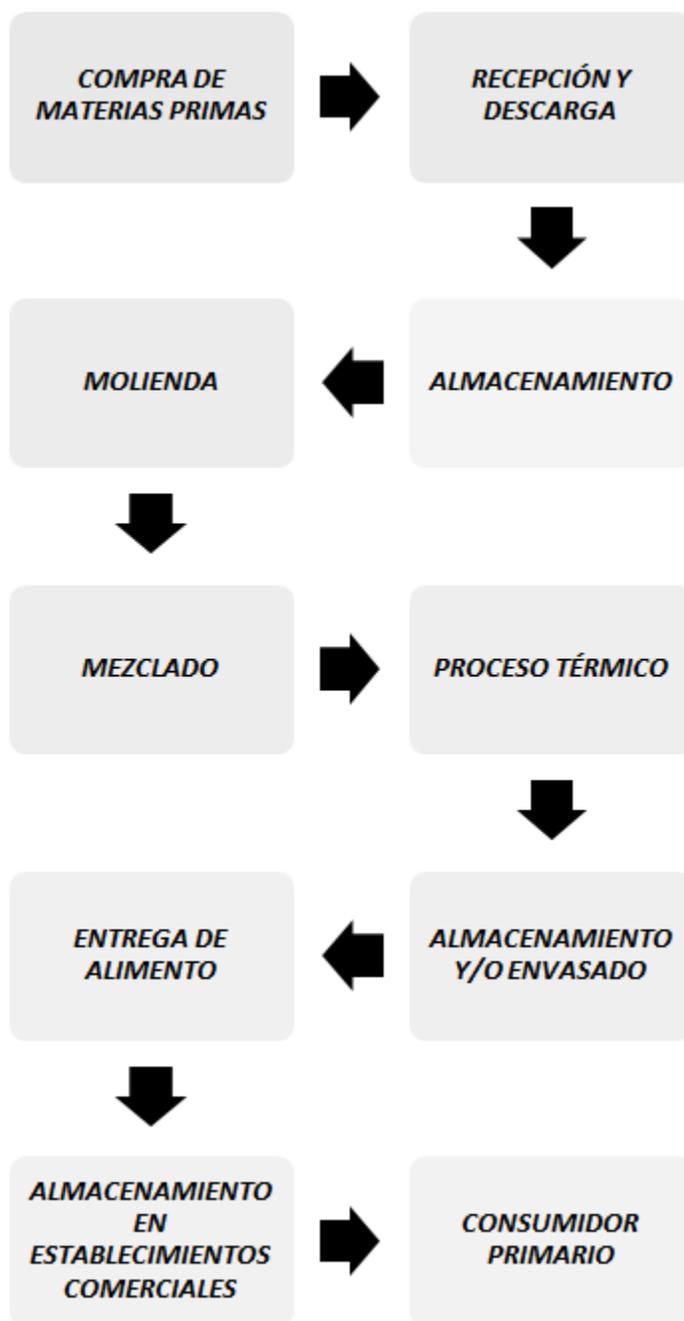


Figura 3. Los principios y las tareas aplicables a la manufactura de pienso evitando el peligro de las micotoxinas.

TAREA 5: Confirmar el diagrama de flujo in situ una vez completado el diagrama, los miembros del equipo deberán visitar, la explotación agrícola, almacenes, planta de alimentos, centros de distribución o granjas con el fin de comparar la información recogida en el diagrama

con la situación real. Esto se conoce como “recorrido de la línea de proceso”, actividad que consiste en comprobar, fase por fase, que al elaborar el diagrama se ha considerado toda la información sobre materiales, prácticas, controles, etc. Se deberá recopilar e incluir cuando proceda, información como: fecha de la cosecha, procedimientos de secado, condiciones de almacenamiento, cadena de comercialización, sistemas de clasificación de grano y posibles incentivos para mejorar la calidad o la inocuidad. Si se está incluyendo reparto en sitio, deberá incluirse tipo de almacén, transportación a comedero y procedimientos de alimentación del animal. Deberá visitarse el mayor número de veces posible el lugar para el que se está elaborando el plan de HACCP, para asegurar que se ha recopilado toda la información pertinente.

Figura 4: Ejemplo es un diagrama de flujo global que incluye desde la compra de la materia prima hasta el consumidor final.



9. DISCUSIÓN

Las aflatoxinas al ser una de las más importantes por su alta toxicidad e incidencia causando gran afectación a largo plazo en la salud, el Instituto Colombiano (ICA) le ha dado gran importancia en el control de la producción y elaboración de alimentos no solo para consumo humano sino también para consumo animal, estableciendo normas técnicas con niveles máximos permitidos para cada especie, el resultado obtenido en el estudio que se realizó en chíá, Cundinamarca coincide que este tipo de estrategias que se vienen implementado, ayudan a tener un control y una exigencia a los productores y plantas de producción, también se evidenció un resultado significativo en el manejo que le están dando en los diferentes establecimientos evitando de esta manera la contaminación del producto.

Las aflatoxinas han causado grandes pérdidas económicas debido a su toxicidad en alimentos para consumo humano y animal según lo reporta el investigador Acuña (2015), debido a esta problemática vimos la importancia de realizar este estudio en alimentos distribuidos a granel, siendo los más expuestos a la contaminación ambiental y almacenamiento, dando un resultado negativo para aflatoxinas (B1, B2, G1, G2) en esta investigación, lo cual indica el cumplimiento de las normas y buenas prácticas en todo el proceso de producción primaria de los alimentos hasta el despacho.

En los resultados de este estudio se pudo apreciar factores importantes como la prevención a la contaminación que han venido realizando la Organización de Alimentos y Agricultura de las Naciones Unidas (FAO) implementando estrategias de buenas prácticas, teniendo como factor principal la inocuidad e idoneidad de los alimentos, el resultado obtenido por el laboratorio

coincide con las investigaciones de Carreño (2012) y Wounters (2019), donde hace énfasis de las buenas prácticas que se deben llevar a cabo evitando de esta manera la persistencia en la contaminación de los alimentos.

El autor Carreño (2014) sostiene en su investigación como la contaminación por aflatoxinas (B1, B2, G1, G2), afectan los granos anualmente, argumentando que alrededor de 16 millones de toneladas de maíz, 12 millones de toneladas de arroz, 1,8 millones de toneladas de nueces y 2,3 millones de toneladas de soya, entre otros cultivos, siendo estos los más utilizados como materia prima para la elaboración de concentrados para caninos, aunque los resultados arrojados en el análisis no dieron negativo en alimentos balanceados para caninos en establecimientos comerciales en Chía, Cundinamarca no se descarta la posibilidad que no pueda existir esta problemática en otras ciudades del país

Los autores Eroksuz (2015), y Torres (2014) expresan los efectos hepatotóxicos y cancerígenos de las aflatoxinas en los caninos, estos se han ido conociendo en el transcurso del tiempo, si bien es cierto la contaminación por aflatoxinas (B1, B2, G1, G2), además de generar afectación en la salud a largo y/o corto plazo también generan pérdidas económicas en la agricultura según lo manifiesta Carreño (2014) el resultado obtenidos en Chía, Cundinamarca no concuerda con los estudios realizados por los autores, pero deja una puerta abierta a nuevas investigaciones a futuro de forma más amplia.

En el estudio realizado por el investigador Diaz et al.. (2001) en supermercados, tiendas minoristas y centros de almacenamiento, con diferentes granos para consumo humano y animal, se encontró que es relativamente baja en alimentos colombianos (248 muestras), en comparación con países como India, sin embargo, los niveles de aflatoxinas en algunos sustratos,

particularmente el maíz, son un problema de salud debido a los altos niveles encontrados en muestras positivas, en nuestro estudio únicamente se realizó el análisis a solo 15 muestras, por tanto, no es seguro si el resultado negativo pueda llegar a ser compatible con la establecida por el investigador Diaz. Se debe continuar la vigilancia de los alimentos colombianos, también porque los niveles de aflatoxinas en el maíz pueden variar de año a año y de región a región en el mismo país

10. CONCLUSIONES

De este trabajo de investigación se concluye que las micotoxinas, en especial las aflatoxinas producidas por el hongo *Aspergillus flavus*, son agentes muy importantes en especies como los caninos por su susceptibilidad, pues su ingestión de manera gradual por medio del alimento, puede llegar a tener repercusiones en la salud del animal a larzo plazo, pues los signos clínicos no son específicos lo que desvía la atención hacia un diagnóstico y una causa diferentes.

Esta investigación, realizado en Chía Cundinamarca, arrojó valores negativos para para aflatoxinas B_1 , B_2 , G_1 , G_2 , en alimentos balanceados para caninos distribuidos a granel en establecimientos comerciales, los resultados obtenidos y la revisión bibliográfica comparada, se puede generar la respuesta a la pregunta que se generó como pilar para esta investigación, en base a lo anterior, podemos afirmar que, este resultado puede ser un indicativo que el nivel de riesgo que tienen los caninos en este municipio es bajo, es importante resaltar que nuestros resultados indican que aparentemente se están cumpliendo las normas y buenas prácticas de producción de alimentos balanceados para animales, por lo tanto no podemos descartar un resultado positivo para aflatoxinas en otros establecimientos o en otras zonas del municipio, se requiere más estudios.

En lo relacionado con el método utilizado para la detección de aflatoxinas siendo el HPLC (cromatografía líquida de alta eficiencia) el más usado por tener una alta especificidad y alta sensibilidad, mide cuatro tipos de aflatoxinas B_1 , B_2 , G_1 , G_2 , a diferencia de otros métodos que miden aflatoxinas de forma individual

Con la información contenida en esta guía se busca complementar y seguir mejorando los controles de las diferentes micotoxinas existentes, seguir los protocolos y las medidas de reducción en la diseminación de estas micotoxinas, enfocarse en mantener las buenas prácticas de manejo de los granos almacenados, así como el procesamiento de las materias primas en las plantas de producción de los alimentos, es importante adquirir la materia prima en plantas que puedan garantizar niveles de micotoxinas por debajo de las concentraciones máximas permitidas en Colombia.

11. RECOMENDACIONES

Debido a la escasa investigación de aflatoxinas en alimentos para caninos en Colombia, se recomienda que en estudios futuros se aumente el tiempo de estudio y la cantidad de muestras analizadas, así se podrá generar mayor número de datos e implementar programas y protocolos de vigilancia y monitoreo aplicables a condiciones de almacenamiento, reduciendo el riesgo de contaminación, guiándose con manuales de buenas prácticas agrícolas y de manufactura, logrando de esta manera tener un excelente estado de inocuidad.

Continuar realizando estudios relacionados con la medición de aflatoxinas en alimentos para animales de compañía ya que hay pocos estudios relacionados con la especie canina en Colombia, pudiendo llegar a tener incidencia y repercusiones en la salud.

Implementar monitoreos, vigilancia, programas y protocolos para las condiciones de almacenamiento en alimentos para las mascotas de compañía en diferentes regiones, ciudades y barrios del país reduciendo de esta forma el riesgo de contaminación, teniendo como guía estudios de literaturas de buenas prácticas de almacenamiento en cereales tanto para consumo humano como animal, logrando de esta manera tener una asepsia adecuada, un ambiente idóneo donde no desarrolle hongos que son los productores de micotoxinas llevando a cabo una inspección en el registro de la temperatura. Se debe garantizar que cada saco de alimento no tenga contacto directo con la pared y/o suelo, el manejo de un empaque debidamente sellado evita el contacto con insectos estos llegan al cereal afectando, permitiendo el crecimiento de hongos y la propagación de toxinas. Es

importante estar rotando los productos frecuentemente, un almacenamiento a largo plazo promueve la producción de micotoxinas

Buscar alternativas que ayuden a mitigar y minimizar el efecto que causa en los animales las micotoxinas, algunos investigadores europeos realizaron estudios sobre las propiedades de la arcilla adicionando como parte del alimento en los animales, se realizaron estudios en aves cerdos bovinos con resultados muy positivos y favorables para la salud, la arcilla son elementos estructurales del suelo es utilizado hace muchos años como mineral industrial para múltiples funcionalidades y fue agregado al sector farmacéutico siendo utilizado en la tecnología como: aglomerante, catalizador, fluidificante y antiapelmazante de las harinas, en nutrición: ayuda a aumentar la digestibilidad de los nutrientes de esta manera reduce la velocidad de tránsito, ayudando la protección gástrica e intestinal, previniendo diarreas, aumentando la consistencia de la materia fecal, disminución de huevos sucios, aminorando la emisión de amoníaco y malos olores, disminuyendo depósitos de aflatoxinas en órganos como el hígado y páncreas, cuando la toxina se une a la arcilla, es excretada por el animal, en lugar de ser absorbida en el torrente sanguíneo.

12. BIBLIOGRAFÍA

1. Acuña C, Díaz G y Espitia M (2005). Aflatoxinas en maíz: reporte de caso en la costa atlántica colombiana. Recuperado el 31 de agosto de 2019.
<http://www.redalyc.org/pdf/4076/407639209007.pdf> base de datos: Redalyc
2. Arnot, L., Duncan, N., Coetzer, H. y Botha, C. (2012). An outbreak of canine aflatoxicosis in Gauteng province, South Africa. *Js Afr vet assoc*, Vol 83 (1), 2-4.
Recuperado el 20 mayo de 2019
https://pdfs.semanticscholar.org/1f8c/e81090f4b73232fda8e946a007dfad6e9d73.pdf?_ga=2.241032966.46144843.1607053113-794080678.1607053113 Base de datos: CABI
3. Ato, M., López, J. y Benavente, A. (2013). Un sistema de clasificación de los diseños de investigación en psicología. *Anales de psicología*, Vol 29 (3), 1038-1059. Recuperado el 31 de mayo de 2019 de <http://www.redalyc.org/pdf/167/16728244043.pdf>
4. Andrea Carreño V, Juan José Hurtado, María Cristina Navas. (2012). Exposición a aflatoxina: un problema de salud pública
<http://www.scielo.org.co/pdf/iat/v27n1/v27n1a05.pdf> Base de datos: scielo
5. Barth Wouters, A., Assis Casagrande, R., Wouters, F., Negrão Watanabe, T., Marques Boabaid, F., Farias Cruz, C. y Driemeier, D. (2013). An outbreak of aflatoxin poisoning

- in dogs associated with aflatoxin B1–contaminated maize products. *Journal of Veterinary diagnostic investigation*, Vol 25 (2), 282-287. Recuperado el 20 de mayo de 2019
<https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/1040638713477409> Base de datos: SAGE journals
6. Carreño Venegas, A., Hurtado Guerra, J. y Navas Navas, M. (2014). Exposition to aflatoxin: a public health problem/Exposición a aflatoxina: un problema de salud pública. *Iatreia*, Vol 27 (1), 42-52. Recuperado el 20 de mayo de 2019
<http://www.scielo.org.co/pdf/iat/v27n1/v27n1a05.pdf> Base de datos: Scielo
7. Castellari, C., Cendoya, M., Valle, F., Barrera, V. y Pacin, A. (2015). DETERMINACIÓN DE AFLATOXINAS EN ALIMENTOS BALANCEADOS PARA CERDOS EN GRANJAS DE LOS ESTADOS ARAGUA Y CARABOBO, VENEZUELA Vol 47 (4), 350-359. Recuperado el 29 de mayo de 2019
<https://www.redalyc.org/pdf/959/95939206003.pdf> Base de datos: ScienceDirect
8. Diaz G, Perilla N & Rojas Y (2001). Occurrence of aflatoxins in selected colombian foods
<https://doi.org/10.1007/BF02946113> Recuperado el 12 de mayo de 2021.
9. Eroksuz, Y., Kaya, E., Issi, M., Baydar, E., Cevik, A., Eroksuz, H., Ascı, Z. y Timurkan, O. (2015). Subacute aflatoxicosis due to moldy bread consumption in a dog. *Revue Med. Vet*, Vol 9 (10), 259-265. Recuperado 28 de mayo de 2019
https://www.revmedvet.com/2015/RMV166_259_265.pdf Base de datos: CABI

10. Fernández Surumay, G., Negrón González, G., Isea Fernández, G., Sánchez Camarillo, E. (2000). Reporte de análisis cuantitativo de aflatoxinas por el método Elisa en muestras de materias primas de alimento balanceado para aves provenientes de una planta ubicada en el municipio mara del estado Zulia, Venezuela. *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias*, Vol. 10 (1), 63-68. Recuperado el 30 de mayo de 2019 de <https://www.redalyc.org/pdf/959/95939206003.pdf> Base de datos: Academic OneLife

11. García Mancilla, H y Matus Parra, J. (SF). *Estadística descriptiva e inferencial I*. Recuperado el día 31 de mayo de 2019 de https://archivos.csif.es/archivos/andalucia/ensenanza/revistas/csicsif/revista/pdf/Numero_13/SILVIA_BORREGO_2.pdf Base de datos: Conevtyt

12. Gómez, A., Marcolongo- Pereira, C., Sallis, E., Brayer Pereira, D., Schild, A., Osorio de Faria, R. y Meireles, M. (2014). Aflatoxicose em cães na região Sul do Rio Grande do Sul. *Pesq. Vet. Bras*, Vol 34 (2), 162-166. Recuperado de 20 de mayo de 2019 <http://www.scielo.br/pdf/pvb/v34n2/v34n2a11.pdf> Base de datos: SciELO

13. Guterres, K., Silva, C., Giordani, C., Matos, C., Athayde, C., Dilkin, P., Grecco, F. y Cleff, M. (2017). Surto de aflatoxicose aguda em cães no município de Pelotas/RS. *Pesq. Vet. Bras*, Vol 37 (11), 1281- 1286. Recuperado el 20 de mayo de 2019

<http://www.scielo.br/pdf/pvb/v37n11/1678-5150-pvb-37-11-01281.pdf> Base de datos:

SciELO

14. Julien Castaing, (2018) Uso de las arcillas en alimentación animal recuperado enero 20 de 2021 https://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/001_98CAPVIII_.pdf Base de datos Scielo

15. Martínez Miranda, M., Vargas del río, L. y Gómez Quintero, V. (2013). Aflatoxinas: Incidencia, impactos de la salud, control y prevención. *Biosalud*, Vol 12 (2), 89-109. Recuperado el 20 de mayo de 2019

<http://www.scielo.org.co/pdf/biosa/v12n2/v12n2a08.pdf> Base de datos: Academic

OneLife

16. Muñoz, D., Rodríguez, R., Mota, J. y Suarez, L. (2015). Aislamiento e identificación de hongos filamentosos en alimentos concentrados para mascotas domesticas (perros y gatos). *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias*, Vol 25 (6), 432-438. Recuperado el 20 de mayo 2019 <https://www.redalyc.org/pdf/959/95944009003.pdf>

Base de datos: Academic OneLife

17. Mejía Luisa f.,Bejarano David F., Álvarez Chichue, (2014). Análisis De Vulnerabilidad territorial Por Inundación En El Municipio De Chía, Cundinamarca recuperado el 20 de agosto de 2019

<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/1789/1/Análisis%20de%20Vulnerabil>

[idad%20Territorial%20por%20Inundación%20en%20el%20Municipio%20de%20Chía%20Cundinamarca..pdf](#) Base de datos: Bitstream

18. Nancy Mejía Acuña, Pedro Alvarado Salinas y Nelly Vásquez Valles (2014)

Determinación de aflatoxinas en productos derivados de cereales de consumo humano en Mercados de Trujillo (Perú) recuperado enero 26 de 2021

[file:///C:/Users/Intel/Downloads/747-1760-1-PB%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Intel/Downloads/747-1760-1-PB%20(1).pdf) Base de datos Scielo

19. Prado Ramon E, (2018). Revisión sobre las aflatoxinas en Avicultura. recuperado el 31 de agosto de 2019.

<https://repository.udca.edu.co/bitstream/11158/1078/1/Revisión%20sobre%20las%20aflatoxinas%20en%20Avicultura%20final.pdf> base de datos: Bistream

20. Quiñones Yuri A (2005). En Venezuela, mascotas muertas por alimento dog chow de purina recuperado el 31 de agosto de 2019.

<http://biblioteca2.ucab.edu.ve/anexos/biblioteca/marc/texto/AAQ6904.pdf> Base de datos: Palermo

21. Rafael Valencia-Quintana, Mirta Milić, Daniela Jakšić, Maja Šegvić Klarić, María Guadalupe Tenorio-Arvide, Guillermo Alejandro Pérez-Flores, Stefano Bonassi, and Juana Sánchez-Alarcón (2020) Environment Changes, Aflatoxins, and Health Issues, a

Review recuperado enero 1 de 2021 <file:///C:/Users/Intel/Downloads/ijerph-17-07850.pdf>

base de datos Joumla

22. Rojo, F., Martínez, S., Isaías Espinoza, V., Nathal Vera, M., De Lucas Palacios, E. y Reyes Velásquez, W. (2014). Evaluación de adsorbentes para la reducción de aflatoxina M1 en leche de vacas alimentadas con dietas contaminadas artificialmente con AFB1. *Rev Mex cienc pecu*, Vol 5 (1), 1-15. Recuperado el 28 de mayo de 2019 <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmcp/v5n1/v5n1a1.pdf> Base de datos: SciELO
23. Serrano Colli, H. y Cardona Castro, N. (2015). Micotoxicosis y micotoxinas: Generalidades y aspectos básicos. *Revista ces medicina*, Vol 29 (1), 143-152. Recuperado el 20 de mayo de 2019 <http://www.scielo.org.co/pdf/cesm/v29n1/v29n1a12.pdf> Base de datos: Academic OneLife
24. Shao, M., Li, L., Gu, Z., Yao, M., Xu, D., Fan, W., Yan, L. y Song, S. (2018). Mycotoxins in commercial dry pet food in China. *Food additives & contaminants: part B*, Vol 11 (4), 237-245. Recuperado el 20 de mayo de 2019 <https://dl.uswr.ac.ir/bitstream/Hannan/56727/1/2018%20FAC%20Volume%2011%20Issue%204%20December%20%286%29.pdf> pdf Base de datos: CABI
25. 17. Si Si, Z., Ji Wei, L., Shao Min, W., Dan, M., Shui, M. y Shen, J. (2016). Current status and advances of domestic and international determination methods of mycotoxins.

Rev. Food and drug control, Vol 7 (7). Recuperado 30 de mayo de 2019

[file:///C:/Users/Intel/Downloads/foods-09-00137-v2%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Intel/Downloads/foods-09-00137-v2%20(1).pdf) Base de datos: CABI

26. Singh, S., Sheik Abdul, N., Phulukdaree, A., Tiloke, C., Nagiah, S., Baijnath, S. y Chuturgoon, A. (2018). Toxicity assessment of mycotoxins extracted from contaminated commercial dog pelleted feed on canine blood mononuclear cells. *Food and Chemical Toxicology*, Vol 114, 112-118. Recuperado el 20 de mayo de 2019
- https://www.researchgate.net/publication/328311223_Antibody_Microarray_Immunoassay_for_Simultaneous_Quantification_of_Multiple_Mycotoxins_in_Corn_Samples Base de datos: ScienceDirect

27. Torres Villar, M., Aparicio Medina, J. y García Gómez, J. (2014). La aflatoxicosis: Un problema a resolver de la medicina Veterinaria. *Rev. Electrón. Vet*, Vol 15 (2). Recuperado el 20 de mayo de 2019 <https://www.redalyc.org/pdf/636/63632380010.pdf> Base de datos: REDVET